

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

INFORME DE PRACTICA DE ESPECIALIDAD

“ PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TIRRÁ *Ulmus mexicana* (Liebm) Planch CON
FINES DE REFORESTACION CLONAL”.

José R. Badilla Lòpez.

Cartago, 2001.

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE TIRRÁ *Ulmus mexicana* (Liebm) Planch CON
FINES DE REFORESTACIÓN CLONAL.

José Ricardo Badilla López¹

RESUMEN

Ulmus mexicana es una especie que forma parte del Programa de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El objetivo principal del estudio fue desarrollar un protocolo de propagación vegetativa con miras a brindar opciones de reforestación clonal.

Se realizaron ensayos con estacas de material juvenil de 11 meses de edad, proveniente de progenies de 13 familias y con material de 7 años de edad. Se emplearon diseños experimentales de bloques completos al azar y de parcelas divididas, donde la unidad experimental fue de 3 a 6 estacas.

Se evaluó el efecto de la aplicación de AIB, 3 sustratos de enraizamiento (tierra, arena : tierra y arena) y efecto de la topófisis en la tasa de enraizamiento, brotadura y de sobrevivencia. Se registró un 83 % de enraizamiento en sustrato 100 % tierra . Se evaluaron 5 tratamientos de desinfección (Alcohol al 70 %, NaOCl al 0.5 y 1%, Agrimicin : Benlate y Kilol en con resultados inferiores de enraizamiento.

Se determinó que el tiempo promedio de inicio de formación de raíces es de 2.5 semanas en material juvenil, con mejor desarrollo en sustrato tierra con aplicación de AIB y utilizando la estaca tipo distal o apical. El material adulto presentó notablemente menor sobrevivencia, enraizamiento y brotadura .

No se presentaron problemas fitosanitarios en condiciones de invernadero en ninguno de los ensayos realizados, lo que demuestra su facilidad de propagación y aclimatación, especialmente en material juvenil.

Posteriormente se inició la clonación de 12 plántulas de cada una de las 13 familias. En total enraizaron 98 clones (63%) que conforman el inicio del jardín clonal de esta especie. Se evaluaron variables cuantitativas tales como número de brotes por estaca, longitud radicular, longitud de brotes y cualitativas lo que respecta a calidad de la raíz.

El promedio de número de brotes por estaca fue de 1.66, la longitud radicular de 44.7mm y de longitud de brotes de 18.6mm.

Palabras clave : TIRRÁ, *Ulmus mexicana*, Propagación vegetativa, clonación

ABSTRACT

Ulmus mexicana is a species that belongs to “Program of Conservation and improving of Forest Genetics from the Department of Forestry Engineering of the Instituto Tecnológico de Costa Rica” The main objective of the study was to develop a record book (methodology) of vegetative propagation in order to give options for clone reforestation. Tests were accomplished with juvenile 11 months old cuttings, from progenies of 13 families, and 7 years old material.

The experimental design was entire blocks chosen at random and divided parcels, where the experimental unit was from 3 to 6 units or cuttings.

The effect of application of AIB was evaluated, 3 substrates (Soil, sand, sand and soil) and the effect of the position of the cutting, the rooting rate, sprouts and surviving. 83 % of rooting was registered in a 100% soil substrate. Five treatments of disinfection were evaluated (alcohol at 70%, NaOCl at 0.5 and 1 %, Agrimycin: Benlate and Kilol) with lower rooting results.

It was determined that the average to start rooting it is 2.5 weeks in juvenile cuttings, with better development in soil substrate with application of AIB, and using cutting type distal or apical (first cutting in the branch). The adult material notably showed less surviving, rooting and sprout

There weren't phytosanitary problems in greenhouse conditions of test, that shows the facility of propagation and acclimatizing, specially on juvenile material.

later clonation started from 12 plants from each one of the 13 families. In total 98 clones (63 %) rooted which conform the beginning of the clone garden of the species. Quantitative variables were evaluated such as the number of sprouts per cutting, root length, sprout length, and qualitative which is referred to the quality of the root and type of sprout

The average number of sprout per cutting was 1.66, root length 44.7 mm and sprout length 18.6 mm.

1

Key words : Tirr, *Ulmus mexicana*, Vegetative propagation, clonation.

DEDICATORIA

A mi querida abuelita Zelmira a mi
mamá Gladys, mi papá Lolo y a mi
hermano Rodrigo.

Ricardo.

AGRADECIMIENTOS

Para mi es muy importante reconocer y dar gracias a todas aquellas personas que fueron indispensables con su amistad y aporte de conocimientos a realizar este trabajo.

Primero que todo quiero agradecer a Emanuel Araya V. por su gran aporte, apoyo y amistad en la realización de mi práctica de especialidad, de igual forma a Yorleny Badilla por su gran contribución en mi recorrido, al personal del vivero que me brindaron su mano amiga : Victor Manuel Araya, Ronald Chinchilla A, Robert Cubero A, Victor Manuel Rojas Castillo y Jorge Umaña Obando.

Un especial agradecimiento a Olman Murillo Gamboa por haber sido mi profesor guía y amigo en todo este tiempo, a Gustavo Torres por su gran ayuda, soporte y consejo en todo momento.

A mis amigos de generación : Jorge leiva, Vinicio Ríos, Marlon Salazar, Adrián Delgado, Luis Diego Barrantes, Randall Muñoz, Julio César Sánchez, Vivian Chávez, y Antonio Orozco.

Quiero agradecer a Leda y Vilma por su amistad y ayuda brindada, a William Morales, Alfredo Chinchilla y Marvin Castillo.

INDICE GENERAL

RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE CUADROS.....	X
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE ANEXOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
REVISIÓN DE LITERATURA	17
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	17
CONCEPTO DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA E IMPORTANCIA EN EL CAMPO FORESTAL	18
TIPOS DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA	19
ENRAIZADO DE ESTACAS	20
SUSTANCIAS PROMOTORAS DEL ENRAIZAMIENTO.....	21
MEDIOS DE ENRAIZAMIENTO.....	21
CONDICIONES AMBIENTALES O MICROCLIMATICAS	22
CAPITULO PRIMERO.....	23
EVALUACIÓN DEL SUSTRATO, TOPÓFISIS, EDAD DEL MATERIAL Y REGULADOR DE CRECIMIENTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE TIRRÁ <i>Ulmus Mexicana</i> Liebm Planch	23
MATERIALES Y METODOS	23
UBICACIÓN DEL SITO DE ESTUDIO	23

Continúa página siguiente...

DESCRIPCIÓN DEL PROPAGADOR Y SUSTRATOS DE ENRAIZAMIENTO	23
A) ANÁLISIS DEL EFECTO DEL SUSTRATO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE <i>Ulmus mexicana</i>	24
<i>DISEÑO ESTADÍSTICO</i>	26
<i>PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS ADULTAS</i>	27
<i>PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS JUVENILES</i>	27
<i>DESINFECCIÓN DEL MEDIO DE ENRAIZAMIENTO Y DEL MATERIAL</i>	28
B) EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN EN LA SOBREVIVENCIA Y ESTADO FITOSANITARIO DE ESTACAS DE <i>Ulmus mexicana</i>	28
<i>DISEÑO ESTADÍSTICO</i>	30
C) EFECTO DE TOPÓFISIS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE <i>Ulmus mexicana</i>	30
<i>DISEÑO ESTADÍSTICO</i>	32
D) EFECTO DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS JUVENILES DE <i>Ulmus mexicana</i> SEGÚN LA TOPÓFISIS Y PRESENCIA DE REGULADOR DE CRECIMIENTO BAJO MATERIA ORGÁNICA	33
<i>DISEÑO ESTADÍSTICO</i>	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
A) ANÁLISIS DEL EFECTO DEL SUSTRATO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE <i>Ulmus Mexicana</i>	35
B) EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN EN LA SOBREVIVENCIA Y ESTADO FITOSANITARIO DE ESTACAS DE <i>Ulmus mexicana</i>	50
C) EFECTO DE LA TOPÓFISIS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE <i>Ulmus mexicana</i>	54
D) EFECTO DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE <i>Ulmus mexicana</i> SEGÚN LA TOPÓFISIS Y PRESENCIA DE REGULADOR DE CRECIMIENTO BAJO MATERIA ORGÁNICA	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
RECOMENDACIONES	62
CAPÍTULO SEGUNDO	63
ESTABLECIMIENTO DE UN JARDÍN CLONAL CON <i>Ulmus mexicana</i>	63
INTRODUCCIÓN	63
OBJETIVO GENERAL	63
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	63
METODOLOGIA	64
A) <i>FASE DE SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL</i>	64

Continúa página siguiente..

<i>B) PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS</i>	65
<i>C) FASE DE MONITOREO Y EVALUACION</i>	65
<i>D) TIEMPO DE INICIO DE BROTES Y RAICES</i>	66
<i>E) CRITERIOS CUALITATIVOS PARA DEFINIR PORTE Y CALIDAD RADICULAR</i>	66
<i>F) LARGO DE RAÍZ Y NÚMERO DE BROTES POR ESTACA</i>	66
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	74

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Tratamientos utilizados para evaluar el efecto del control fitosanitario de estacas de *Ulmus mexicana* en condiciones de microinvernadero. 29
- Cuadro 2.** Efecto del sustrato en la sobrevivencia, brotadura y enraizamiento de estacas juveniles de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero. 35
- Cuadro 3.** Efecto del sustrato en la sobrevivencia, brotadura y enraizamiento de estacas procedentes de material adulto (7 años) de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero. 36
- Cuadro 4.** Efecto del sustrato y edad del material en la sobrevivencia, brotadura y enraizamiento de estacas juveniles y adultas de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero. 37
- Cuadro 5.** Efecto del sustrato y edad del material en la sobrevivencia, brotadura y enraizamiento de estacas de *Ulmus mexicana* sin utilizar regulador de crecimiento(AIB). 37
- Cuadro 6.** Análisis de varianza que evaluó el efecto de la edad en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia de 4 ensayos de estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero. 47
- Cuadro 7.** Análisis de varianza que evaluó el efecto de la aplicación de enraizador (AIB) en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia en 4 ensayos de estacas de *Ulmus mexicana*, a las 8 semanas de establecimiento condiciones de invernadero. 49
- Cuadro 8.** Incidencia clorótica presente en estacas juveniles de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento condiciones de invernadero 52
- Cuadro 9.** Incidencia clorótica presente en estacas adultas de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento condiciones de invernadero. 53
- Cuadro 10.** Análisis de varianza que evaluó el efecto 6 tratamientos en las variables clorosis y sobrevivencia de estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en sustrato tierra en condiciones de invernadero. 54
- Cuadro 11.** Análisis de varianza para el efecto topófisis en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia de estacas juveniles de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato tierra en condiciones de invernadero. 57

- Cuadro 12.** Análisis de varianza que del efecto de un sustrato con materia orgánica en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia de estacas de *Ulmus mexicana*, a las 8 semanas de establecimiento, en condiciones de invernadero. 60
- Cuadro 13** Número de individuos por familia que conforma el bancal con las progenies de las 13 familias seleccionadas. 65
- Cuadro 14** Número de clones vivos, enraizados y brotados de material juvenil de *Ulmus mexicana* de 11 meses de edad según tipo de calidad de raíz y clase de brote. 67
- Cuadro 15.** Análisis de varianza según el número de brotes, largo de raíz, largo de brote y tipo de brote de material juvenil seleccionado de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero. 69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los bloques para el ensayo 1.....	25
Figura 2. Distribución de los bloques para el 2.	25
Figura 3. Distribución de los bloques para los ensayos 3 y 4.....	26
Figura 4. Diagrama de una repetición con los distintos tratamientos de desinfección.	29
Figura 5. Diagrama de una repetición con la distribución de las distintas estacas en el medio de enraizamiento.	32
Figura 6. Supervivencia a las 8 semanas de estacas de <i>Ulmus mexicana</i> , de 2 edades en 3 sustratos en condiciones de invernadero.....	38
Figura 7. Análisis del porcentaje supervivencia de 4 ensayos que evalúan el efecto del regulador de crecimiento en el enraizamiento de estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento, en 3 distintos sustratos.....	39
Figura 8. Valores promedio de enraizamiento de 4 ensayos que evalúan el efecto edad del material vegetativo de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos.....	40
Figura 9. Valores promedio de enraizamiento de 4 ensayos que evalúan el efecto del enraizador (AIB) de material vegetativo de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos.....	41
Figura 10. Valores promedio de brotación de 4 ensayos que evalúan el efecto de la edad del material vegetativo en 3 distintos sustratos en estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento en condiciones de invernadero.....	43
Figura 11. Valores promedio de porcentaje brotación de 4 ensayos, que evalúan el efecto del uso de enraizador (AIB) en estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento, en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.....	44
Figura 12. Valores promedio de porcentaje de brotación y enraizamiento simultáneo de 4 ensayos, que evaluaron el efecto de la edad del material vegetativo con estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.....	45

Figura 13. Valores promedio de porcentaje de brotación y enraizamiento simultáneo de 4 ensayos, que evaluaron el efecto del regulador de crecimiento, en estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 8 semanas de establecimiento, en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.....	46
Figura 14. Porcentajes promedio de sobrevivencia en 6 tratamientos de desinfección, en estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 6 semanas de establecimiento, en condiciones de invernadero.	50
Figura 15 .Porcentajes promedio de clorosis presente en 6 tratamientos de desinfección, en estacas de <i>Ulmus mexicana</i> a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato tierra en condiciones de invernadero.	51
Figura 16. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto de topótesis en estacas de <i>Ulmus mexicana</i> , a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato a base de tierra pura en condiciones de invernadero.....	55
Figura 17. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto de aplicación de enraizador en estacas juveniles apicales y medias de <i>Ulmus mexicana</i> a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato tierra pura en condiciones de invernadero.	56
Figura 18. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto de topótesis en estacas juveniles apicales y medias de <i>Ulmus mexicana</i> , a las 5 semanas de establecimiento, en sustrato orgánico en condiciones de invernadero.	58
Figura 19. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto del enraizador, en estacas juveniles apicales y medias de <i>Ulmus mexicana</i> a las 5 semanas de establecimiento, en sustrato orgánico en condiciones de invernadero..	59
Figura 20 . Diseño del jardín clonal en el invernadero y en campo abierto.....	68

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 PRODUCTOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS DE ENRAIZAMIENTO Y DESINFECCIÓN CON <i>ULMUS MEXICANA</i>	74
ANEXO 2 DIAGRAMA DE LA BANDEJA UTILIZADO PARA LAS EVALUACIONES DE LOS DISTINTOS ENSAYOS REALIZADO CON <i>ULMUS MEXICANA</i>	74

INTRODUCCIÓN

La propagación vegetativa en los últimos años cobra cada día más importancia debido a que mediante el desarrollo de estas técnicas, se pueden solucionar problemas relacionados directamente en genética de poblaciones tales como: conservar recursos genéticos, establecer fuentes de germoplasma (huertos semilleros), producir material vegetativo a gran escala para reforestación, reproducir árboles seleccionados y propagar especies con baja calidad, cantidad y disponibilidad de semillas (Acevedo, 1997).

Esta técnica es ampliamente usada por fruticultores, floricultores, horticultores y viveristas, que reproducen las plantas que presentan la facilidad de reproducción asexual para aislar y conservar clones, ecotipos o variedades de importancia económica (Carreras, 1997).

El interés por la silvicultura clonal (uso de propágulos vegetativos de clones seleccionados para el establecimiento de plantaciones) ha venido en aumento en los últimos años. Las razones de este crecimiento radican en que, con el aumento del conocimiento sobre el tema, es cada vez mayor el número de especies que pueden ser propagadas vegetativamente así como la concientización acerca de las oportunidades que ofrece la clonación para utilizar y explotar la variabilidad genética directamente (Leakeu *et al.*, 1990 citado por Mesén, 1998).

En la actualidad, se reconoce ampliamente la importancia del mejoramiento genético en el desarrollo del sector forestal en América Central. El mejoramiento genético debe dar un estímulo directo a la actividad forestal, la producción de nuevas tecnologías y nuevas opciones para el desarrollo (Cornellius *et al* 1992), donde los programas de mejoramiento genético deben de tratar de dar respuesta a problemas concretos tales como la disponibilidad de material reproductivo de excelente calidad genética, que sea disponible a pequeños, medianos y grandes proyectos de reforestación.

Los avances más importantes en la tecnología deben estar disponibles para los finqueros pequeños. Sin la menor duda, el impacto más importante en el aumento de la calidad y la productividad forestal ha sido la silvicultura clonal. La necesidad de equipo de alto costo y especializado, obstaculiza la implementación de la silvicultura clonal en programas de mejoramiento genético para pequeños reforestadores o agricultores. Ahora debido al desarrollo de técnicas de propagación forestal eficientes y de bajo costo, este obstáculo ya no existe.

El presente trabajo se basó en el desarrollo y adecuación de técnicas de propagación de *Ulmus mexicana*, una especie que no tiene problemas en la obtención de semilla pero sí un porcentaje bajo de germinación. Esta especie actualmente forma parte del Programa de Conservación y Mejoramiento Genético de especies de Altura del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR).

OBJETIVO GENERAL

Adecuar técnicas de propagación vegetativa en tirrá (*Ulmus mexicana*) con fines de reforestación clonal

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto de distintos sustratos en el enraizamiento de estacas.
2. Evaluar el efecto del regulador de crecimiento en el proceso de enraizamiento.
3. Evaluar el efecto de la topófisis y edad del material en el proceso de rizogénesis.
4. Determinar el tiempo y calidad de producción radicular de estacas enraizadas.
5. Establecer un jardín clonal proveniente de familias seleccionadas de la especie.

REVISIÓN DE LITERATURA

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Nombre científico: *Ulmus mexicana* (Liebm) Planch

Sinonimia : *Chaetopelea mexicana* Liebmann

(Pennington y Sarukhan, 1968).

Nombre común: tirrá o ira blanco en Costa Rica.

Distribución natural y hábitat

Especie nativa que se distribuye desde México y Centroamérica hasta Panamá (Niembro, 1986; Pennigton y Sarukhan, 1968).

Requiere de una precipitación de 1900 a 3800 mm por año, y una temperatura media de 16°C a 20°C. Las zonas de vida donde se desarrolla corresponde a Bosque húmedo montano, Bosque pluvial premontano y Bosque muy húmedo premontano.

Se desarrolla en suelos de origen volcánico, calizo o metamórfico. La especie se asocia con suelos clasificados como Tipic dystrandept y Litic dystrandept según lugares de distribución natural.

Puede crecer en pendientes entre 15 a 60% en suelos bien drenados y pedregosos (Pennington y Sarukhan, 1968).

En Costa Rica es común en Providencia de Dota, Vara Blanca, Orosi, Muñeco, Dulce Nombre de Tres Ríos, Carrizal de Tirrasas de Curridabat, Cervantes, San Isidro del Guarco, Santa María de Dota, Copey de Dota, San Gerardo de Rivas, San Isidro del General, Volcán Poás y algunos relictos de bosque de Cartago.

Descripción de la especie

Arbol de gran tamaño. Generalmente con promedios de 20 a 40 m de altura en forma natural. En casos excepcionales alcanza hasta 87 m; sin embargo estos son reportes de México, no de Costa Rica (Niembro, 1986).

La corteza es externamente fisurada, se desprende en tiras escamosas, su color es pardo grisáceo a moreno oscuro con algunas lenticelas grandes muy suberificadas y protuberantes. Internamente es de color crema claro o rosado, cambiando a pardo amarillento muy fibrosa con un grosor de 13 a 30 mm (Pennington y Sarukhan, 1968).

Las hojas son simples alternas (algunas veces opuestas). Con tamaño de la lámina de 3.5 por 1.8 cm a 10 por 4.5 cm, con el margen aserrado y el ápice agudo o acuminado. Presenta nervadura prominente en el envés el pecíolo es de 5 a 10 mm de largo. Estípulas lanceoladas verdeparduzcas, glandulosas y caedizas, hasta de 1.2 cm de largo, yemas hasta de 3 mm de largo, ovoides, agudas u obtusas (Pennington y Sarukhan, 1968).

La madera es utilizada en implementos agrícolas, construcción de botes y barcos, carpintería en general, construcción interna, construcción de viviendas rurales, pulpa para papel, leña y carbón.

CONCEPTO DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA E IMPORTANCIA EN EL CAMPO FORESTAL

La reproducción asexual implica la generación de plantas a partir de partes vegetativas como tubérculos, bulbos, estacas, rizomas y ramas; también de partes sexuales (Eguiluz, 1988 citado por Iglesias *et al.*, 1996). El proceso de reproducción asexual implica la duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociado de la célula progenitora (Hartmann y Kester, 1990 citado por Iglesias *et al.*, 1996). La propagación vegetativa está basada en la capacidad de regeneración de las plantas a partir de células somáticas y en consecuencia reproducen toda la composición genética de la planta progenitora (Patiño y Marín, 1993 citado por Iglesias *et al.*, 1996).

Las plantas propagadas de esta manera reproducen toda la información genética del progenitor, y es por eso que las características específicas de una planta dada pueden ser perpetuadas.

La propagación vegetativa mediante el uso de estacas presenta ventajas con respecto a la propagación sexual. En este sentido Miranda 1986, encuentra que existe una transmisión de características deseables de los árboles fenotípica y genotípicamente superiores lo que asegura su conservación (Rodríguez, 1994).

El interés por estos estudios en la rama forestal, radica en que por medio de la reproducción vegetativa se pueden multiplicar íntegramente árboles seleccionados sobre la base de características deseables que se quieren perpetuar, como: velocidad de crecimiento, rectitud del fuste, ángulo de inserción de ramas, vigor, resistencia a plagas y enfermedades entre otros; es decir que este método permite la multiplicación y preservación de genotipos valiosos, los cuales son posibles de desarrollar en plantaciones como Huertos Semilleros, cuya finalidad se encamina a la producción abundante de semillas de alta calidad, para programas de reforestación (Carreras, 1997).

TIPOS DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA

Los siguientes son considerados como los métodos más importantes de propagación vegetativa de especies forestales:

a. Enraizado de estacas: Propagación por medio de secciones de ramas, tallos, hojas y raíces de un individuo, que puesto en un medio de enraizamiento apropiado generan sus órganos faltantes (Paniagua, 1992 citado por Acevedo, 1997).

b. Injertos: Unión de un trozo de tallo o un brote (púa para injertar en otra planta patrón), para proporcionar sistemas radiculares a la estaca del árbol seleccionado (Longman, 1993 citado por Acevedo, 1997).

c. Acodos: Es aquel en el cual las raíces nacen de una rama intacta por medio de un corte, lo cual va acompañado por lo general de la aplicación de hormonas (Zobel, 1992 citado por Acevedo, 1997).

d. Cultivo de Tejidos: Llamada también propagación *in vitro*, persigue la obtención de nuevos individuos a partir de tejidos (grupo de células). Requiere de un laboratorio y personal entrenado (Paniagua, 1992 citado por Acevedo, 1997).

ENRAIZADO DE ESTACAS

Las especies fáciles de propagar por este medio tienen la ventaja que de pocas plantas pueden obtenerse una gran cantidad; además es rápido, sencillo y económico.

Diversos factores influyen en el enraizado de estacas, de ellos destaca la capacidad intrínseca de las especies debido a las propiedades genéticas y fisiológicas (Leakey, 1982 citado por Iglesias *et al* , 1996).

Otros factores importantes son : edad de la planta, posición en la copa del material, época de la colecta, características de las estacas (pretratamientos), condiciones ambientales, uso de sustancias promotoras del enraizado como los medios de propagación o enraizado (Rauter, 1982, Haissing, 1982, Libby, 1983, Macdonald, 1986 citado por Iglesias *et al* . , 1996) .

Se ha demostrado que la edad, después de las propiedades genéticas, es el factor que más limita el enraizado. Los tejidos maduros tardan más tiempo para enraizar y desarrollan menor número de raíces que los tejidos juveniles. La mayoría de las estacas provenientes de árboles viejos tienen pocas posibilidades de enraizar, esto limita los trabajos de mejoramiento genético debido a que se requiere que los árboles de interés tengan edades adultas para saber si tienen el fenotipo deseado lo que lleva a buscar alternativas para poder propagarlos..

A mayor tamaño y madurez de la selección de una planta, menor es su habilidad para enraizar, sin embargo, esto puede evitarse al utilizar plantas jóvenes o ramas rejuvenecidas (Leakey, 1986 citado por Iglesias *et al.* , 1996).

SUSTANCIAS PROMOTORAS DEL ENRAIZAMIENTO

Las sustancias promotoras del enraizamiento permiten promover la formación de raíces adventicias e incrementar su cantidad y calidad (Wright, 1986 citado por Iglesias *et al.* , 1996). De las sustancias reguladoras del crecimiento que existen en las plantas, las auxinas son las más eficientes y en consecuencia las más utilizadas (Hartmann y Kester, 1990 citado por Iglesias *et al.* , 1996).

Las auxinas que han servido para la reproducción vegetativa son: ácido indolbutírico (AIB), ácido indolacético (AIA) y ácido naftalenacético (ANA); de ellas, el AIB ha funcionado mejor ya que carece de toxicidad en un amplio rango de concentraciones, tiene poco desplazamiento y es eficiente en gran variedad de especies (Hartmann y Kester, 1990 citado por Iglesias *et al.* , 1996). Esto ha propiciado que sea la base de una gama de preparaciones comerciales (Macdonald, 1986 citado por Iglesias *et al.* , 1996).

MEDIOS DE ENRAIZAMIENTO

Los medios de enraizamiento o sustratos deben proporcionar buena humedad, permitir una adecuada aireación, poseer partículas de tamaño uniforme, carecer de impurezas y que su pH fluctúe entre 5.5 y 6.5 (Macdonald, 1986 citado por Iglesias *et al.* , 1996).

En invernadero pueden utilizarse como sustratos: arena, turba, vermiculita, perlita y agrolita (carlita); en cambio, a la intemperie es deseable que los medios de enraizamiento sean menos porosos para que retengan más la humedad. Cuando la siembra se hace en el terreno, el sustrato es el mismo suelo (Iglesias *et al.* , 1996).

CONDICIONES AMBIENTALES O MICROCLIMATICAS

La temperatura y humedad relativa desempeñan un papel importante en la propagación de estacas, para su control se requiere contar con un invernadero equipado con sistema de aire acondicionado y riego; esto es indispensable en especies que presentan dificultad para enraizar, como la mayoría de las especies del género *Pinus* (Iglesias *et al.* , 1996).

La humedad relativa en invernadero debe ser mayor al 60 %, esto permite reducir el estrés en las estacas debido a la transpiración, sin embargo, la humedad excesiva combinada con temperaturas altas pueden propiciar la aparición de enfermedades fungosas. La mayoría de los viveristas afirman que la temperatura debe fluctuar entre los 18 y 28°C, si es menor a los 18° C existe poco movimiento de auxinas hacia la base de las estacas y la respiración es excesiva por lo tanto que la temperatura idónea debe fluctuar entre 20 y 22°C (Rauter, 1982 citado por Iglesias *et al.* ,1996).

Una variante de éxito en especies difíciles de enraizar, consiste en incrementar la temperatura en el suelo hasta 5°C con respecto a la del ambiente del invernadero, mediante la preparación de la cama con una resistencia eléctrica que calentará el sustrato (Iglesias *et al.* , 1996).

Cuando se propaga material vegetativo a la intemperie es difícil controlar los factores ambientales; sin embargo, deben procurarse las condiciones más favorables, a través de una elección adecuada de la fecha de establecimiento de estacas con humedad apropiada.

CAPITULO PRIMERO

EVALUACIÓN DEL SUSTRATO, TOPÓFISIS, EDAD DEL MATERIAL Y REGULADOR DE CRECIMIENTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE TIRRÁ *Ulmus Mexicana* Liebm Planch

MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN DEL SITO DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del vivero forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica en la provincia de Cartago, Costa Rica, el cual presenta una altitud de 1440 m.s.n.m, con registros promedios de temperatura de 21°C y 1947 milímetros de precipitación promedios anuales.

La zona de vida según la clasificación del Sistema Holdridge corresponde al Bosque húmedo premontano (Bh-p).

DESCRIPCIÓN DEL PROPAGADOR Y SUSTRATOS DE ENRAIZAMIENTO

Se utilizaron bandejas negras de plástico de 50.5 por 14.5 cm de largo, con 60 unidades de 25 cm² de área con una profundidad de 5 cm. Para los ensayos de propagación se utilizaron 54 espacios de la bandeja dejando 6 libres.

El microinvernadero donde se colocaron las bandejas tienen las siguientes dimensiones: 106 cm(largo) por 85 cm (ancho) por 60 cm (alto). Este cuenta con riego nebulizado y automatizado que se activa 2 veces al día (9 am y 3 pm) con una duración o intensidad de 1 minuto. El propagador cuenta con un forro plástico y con una apertura para realizar las observaciones necesarias.

El área total donde se encuentra el invernadero es de 85.25m² el cual posee a su alrededor una cobertura de plástico y zarán que lo protege del efecto del viento, en la parte superior cuenta con solamente zarán.

A) ANÁLISIS DEL EFECTO DEL SUSTRATO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Ulmus mexicana*.

Se utilizaron bandejas para establecer ensayos de propagación vegetativa con esta especie. Se trabajó con material juvenil proveniente de un bancal de 11 meses de edad, el cual corresponde a progenies de 13 familias. Se utilizó también material de los mejores árboles de una plantación joven de 7 años de edad, establecidas en el vivero forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Cartago.

El objetivo fundamental del ensayo fue evaluar el efecto del sustrato y edad del material en el enraizamiento. Se utilizó el producto comercial Agriroot (evaluado en pruebas preliminares antes del estudio con esta especie) cuya forma de presentación y utilización es en polvo y de aplicación directa sobre la base donde se efectuó el corte a la estaca, dicho producto cuenta una concentración de 10 000 ppm de ácido indol butírico (AIB).

Se utilizaron 3 tipos de sustratos: arena (100%), arena - tierra en una relación 1: 1 y tierra (100%) para analizar la tasa de enraizamiento brotadura y sobrevivencia.

En forma esquemática los ensayos descritos se especifican a continuación.

Ensayo 1: Tipos de sustrato sólo material juvenil con AIB

Ensayo 2: Tipos de sustrato de sólo material adulto con AIB

Ensayo 3: Tipos de sustrato con ambos tipos de material (1:1) con AIB

Ensayo 4: Tipos de sustrato con ambos tipos de material (1:1) sin AIB

En las Figuras 1, 2 y 3 se detalla la distribución de los bloques en la bandeja.

S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x

B1 B2 B3

Figura 1. Distribución de los bloques para el ensayo 1.

B1 : Bloque 1 S1: Sustrato arena x: espacios libres en la bandeja
 B2 : Bloque S2: Sustrato arena: tierra J: Material Juvenil
 B3 : Bloque 3 S3: Sustrato tierra

S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x

Figura 2. Distribución de los bloques para el 2.

B1 : Bloque 1 S1: Sustrato arena x: espacios libres en la bandeja
 B2 : Bloque S2: Sustrato arena: tierra A: Material adulto.
 B3 : Bloque 3 S3: Sustrato tierra

S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
A	A	A	A	A	A	A	A	A	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x
J	J	J	J	J	J	J	J	J	x

B1
B2
B3

Figura 3. Distribución de los bloques para los ensayos 3 y 4.

- B1 : Bloque 1 S1: Sustrato arena x: espacios libres en la bandeja
 B2 : Bloque 2 S2: Sustrato arena: tierra A: Estacas adultas
 B3 : Bloque 3 S3: Sustrato tierra J: Estacas juveniles

DISEÑO ESTADÍSTICO

Para los ensayos 1 y 2 se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar el cual consistió de 3 bloques y 3 sustratos. Cada unidad experimental comprendió 6 estacas. Para los ensayos 3 y 4 la unidad experimental se subdividió en 2 para así sembrar la mitad material juvenil y material adulto (Figura 3).

El modelo estadístico- matemático utilizado para los ensayos fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + S_j + BS_{ij} + \text{Error}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor observado para la variable dependiente de respuesta “Y” en el i – ésimo bloque del j – ésimo sustrato (edad del material) en la n – ésima estaca .

μ : Valor medio de general de la variable “Y”

B_i : El efecto del i- ésimo bloque.

S_j : El efecto del j- ésimo sustrato.

BSij : Efecto de la interacción bloque* sustrato entre el i-ésimo bloque y el j-ésimo sustrato.

Las hipótesis planteadas para los 4 ensayos fueron las siguientes:

1. Ho: No hay diferencias significativas entre el efecto de los 3 sustratos evaluados en el enraizamiento.
Ha: Si hay diferencias significativas entre el efecto de los 3 sustratos evaluados en el enraizamiento.
2. Ho: No hay diferencias significativas en el enraizamiento con la aplicación del regulador de crecimiento Agrirroot.
Ha: Si hay diferencias significativas en el enraizamiento con la aplicación del regulador de crecimiento Agrirroot .
3. Ho: No hay diferencias significativas en el enraizamiento según la edad del material vegetativo
Ha: Si hay diferencias significativas en el enraizamiento según la edad del material vegetativo.

PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS ADULTAS

Las muestras se cortaron con tijeras esterilizadas a una longitud no mayor de 10 cm, se procuró dejar en la estaca de 2 a 3 hojas con 1/3 del área foliar, con el fin de disminuir la transpiración y así reducir la actividad metabólica de la planta. Se realizó un corte a 45° respecto a la base para aumentar así el área de contacto del producto enraizador.

PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS JUVENILES

Las muestras se cortaron con tijeras esterilizadas con una longitud aproximada de 5 a 6 cm, se procuró dejar de 3 a 4 hojas por estaca con 1/2 a 1/3 del área foliar, se realizó de igual forma que las adultas un corte de 45° en la base.

DESINFECCIÓN DEL MEDIO DE ENRAIZAMIENTO Y DEL MATERIAL

La desinfección del sustrato para los 4 ensayos se realizó con el producto comercial Vitavax (fungicida –nematicida) que se aplicó en una proporción de 5 gramos en un litro de agua, el cual es recomendable aplicar una vez a la semana.

La desinfección de las estacas se realizó con el producto comercial Kilol (Bactericida-Fungicida orgánico) en una razón de 5 mililitros en un litro de agua, las estacas se sumergieron en la disolución por 15 minutos, posteriormente se realizaron aplicaciones del producto con bomba manual una vez por semana.

B) EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN EN LA SOBREVIVENCIA Y ESTADO FITOSANITARIO DE ESTACAS DE *Ulmus mexicana*.

Se trabajó con distintos productos químicos para establecer posibles procedimientos de desinfección para el enraizamiento de estacas.

Se trabajó con material juvenil y adulto que al igual que los ensayos ya descritos para el primer caso correspondieron a material de 11 meses y 7 años de edad. El sustrato que se evaluó en este ensayo fue tierra ya que el sustrato es más susceptible de contaminación.

La preparación de las estacas se realizó como se describió en los ensayos anteriores.

El diseño experimental correspondió a parcelas divididas con 4 bloques y 6 tratamientos. La parcela menor se conformó con las 2 edades del material correspondiendo la unidad experimental en 3 estacas.

En el Cuadro 1 se puede observar los distintos tipos de tratamientos, la concentración empleada y los tiempos de inmersión o exposición de la estacas en éstos.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para evaluar el efecto del control fitosanitario de estacas de *Ulmus mexicana* en condiciones de microinvernadero.

Tratamiento	Concentración	Tiempo de exposición
Agrimicin + Benlate	2 g / l de c/u	2 min
Alcohol	70%	1 min
Hipoclorito de sodio(NaOCL)	1%	1 min
Hipoclorito de sodio(NaOCL)	0.50%	1 min
Kilol	2.5 cc/ l	2 min
Testigo	***	***

El proceso de exposición del material vegetal se realizó mediante el enjuague en los distintos productos, donde posteriormente se realizó un enjuague adicional con agua durante un minuto.

En la figura 2 se muestra como se distribuyeron en una bandeja los tratamientos de desinfección realizados durante la investigación

T1	T2	T3	T4	T5	T6
J	J	J	J	J	J
J	J	J	J	J	J
J	J	J	J	J	J
A	A	A	A	A	A
A	A	A	A	A	A
A	A	A	A	A	A

Figura 4. Diagrama de una repetición con los distintos tratamientos de desinfección.

T1: Agrimicin / Benlate

T4: Hipoclorito de sodio al 0.5%

A: Adultas

T2: Alcohol al 70 %

T5: Bactericida : Fungicida (Kilol)

J: Jóvenes

T3: Hipoclorito de sodio al 1%

T6: Material testigo

DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó el diseño estadístico de parcelas divididas como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + BT_{ij} + E_k(BT)_{ij} + \text{Error}$$

Donde:

Y_{ijk} : Valor observado para la variable dependiente de respuesta “Y” en el i – ésimo bloque del j – ésimo tratamiento, en la k – ésima edad del material en la n -ésima estaca .

μ : Valor medio de general de la variable “Y”

B_i : El efecto del i - ésimo bloque.

T_j : El efecto del j - ésimo tratamiento.

BT_{ij} : Efecto de la interacción tratamiento* bloque entre el j -ésimo tratamiento y el i -ésimo bloque del material.

E_k : Efecto del k -ésima edad del material.

Las hipótesis planteadas en este caso fueron las siguientes:

1. H_0 : No hay diferencias significativas en la contaminación del material bajo los distintos tratamientos de desinfección.

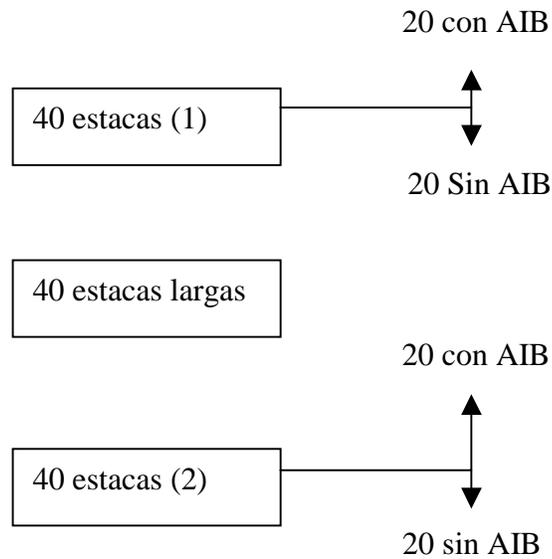
H_a : Si hay diferencias significativas en la contaminación del material bajo los distintos tratamientos de desinfección.

C) EFECTO DE TOPÓFISIS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Ulmus mexicana*.

Este ensayo fue realizado en 2 bandejas, donde se establecieron 80 estacas procedentes de material juvenil de 11 meses edad colectadas del bancal con las progenies de las 13 familias utilizados en los ensayos descritos anteriormente.

Se colectaron 40 estacas de unos 12 cm de largo, de las cuales se tomaron 40 estacas de la posición distal y otras de la segunda posición. Cada grupo de estacas se separó en 2 subgrupos, a 20 se les aplicó AIB y a las otras 20 no.

En términos generales este ensayo se representa a continuación esquemáticamente.



El sustrato que se utilizó en este ensayo fue tierra ya que previamente se observó en los anteriores que éste es el mejor medio de aclimatización de estacas en las diferentes variables. El fin de llevar a cabo este experimento fue evaluar el efecto de topófisis en el enraizamiento de estacas con esta especie.

Con material adulto se hicieron pruebas preliminares de topófisis donde se utilizó material seleccionado, y se obtuvieron problemas severos de mortalidad y una tasa de enraizamiento nula, por lo que no se presentan estos resultados

1	1	1	1	1	AIB
2	2	2	2	2	AIB
1	1	1	1	1	N AIB
2	2	2	2	2	N AIB

Figura 5. Diagrama de una repetición con la distribución de las distintas estacas en el medio de enraizamiento.

1: Estaca apical
2: Estaca media

AIB: Presencia de enraizador
N AIB: Ausencia de enraizador

DISEÑO ESTADÍSTICO

En este caso también se utilizó el diseño estadístico de parcelas divididas, a saber:

$$Y_{ijn} = \mu + B_i + T_j + BT_{ij} + AIB_k(BT)_{ij}$$

Donde :

Y_{ijn} : Valor observado para la variable dependiente de respuesta “Y” en el i – ésimo bloque del j – ésima topófisis en la k – ésima dosis de AIB.

μ : Valor medio de general de la variable “Y”

B_i : El efecto del j- ésimo Bloque

T_j : El efecto del i- ésima Topófisis de la estaca.

BT_{ij} : Efecto de la interacción Bloque* Topófisis de la estaca entre el i-ésimo Bloque y el j-ésima Topófisis de la estaca del material.

AIB_k : Efecto de la k- ésima dosis de AIB.

Las hipótesis planteadas en este caso fueron las siguientes:

1. H_0 : No hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles con la presencia de regulador de crecimiento (AIB) según la topófisis de la estaca.
 H_a : Si hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles con la presencia de regulador de crecimiento (AIB) según la topófisis de la estaca.

2. Ho: No hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles según la topófisis de la estaca.

Ha: Si hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles según la topófisis de la estaca.

D) EFECTO DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS JUVENILES DE *Ulmus mexicana* SEGÚN LA TOPÓFISIS Y PRESENCIA DE REGULADOR DE CRECIMIENTO BAJO MATERIA ORGÁNICA..

Este ensayo comprendió el establecimiento de 80 estacas. El diseño experimental seguido es equivalente al realizado en el ensayo de topófisis. Se tomaron 40 estacas apicales y otras 40 de posición intermedia. Cada grupo se subdividió en 2 subgrupos de 20 estacas. A uno de los subgrupos de cada topófisis se les aplicó el AIB.

El sustrato evaluado corresponde a 50 % de tierra, 25 % de granza de arroz y 25 % de abono orgánico comercial.

El objetivo fundamental de este ensayo fue analizar el efecto de rizogénesis en estacas de tirrá según el efecto de topófisis y presencia de AIB bajo sustrato orgánico.

DISEÑO ESTADÍSTICO

El tipo de análisis realizado fue el de parcelas divididas.

El modelo matemático seguido fue el siguiente:

$$Y_{ijn} = \mu + B_i + P_j + B_{Pij} + AIB_k(BP)_{ij} + \text{Error}$$

Donde :

Y_{ijn} : Valor observado para la variable dependiente de respuesta “Y” en el i – ésimo Bloque del j – ésima posición de la estaca en la n – ésima repetición .

μ : Valor medio de general de la variable “Y”

B_i : El efecto del j- ésimo Bloque

T_j: El efecto del j-ésimo posición de la estaca.

BP_{ij}: Efecto de la interacción Bloque* Posición de la estaca entre el i-ésimo Bloque y el j-ésima posición de la estaca del material.

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

1 Ho: No hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles de tirrá con la presencia de regulador de crecimiento (AIB) según la topófisis.

Ha: Si hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles con la presencia de regulador de crecimiento (AIB) según la topófisis.

2 Ho: No hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles según su topófisis.

Ha: Si hay diferencias significativas en el enraizamiento de estacas juveniles según su topófisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los ensayos se utilizó el paquete estadístico SAS 4.0 (1998) con el que se realizaron los diferentes análisis de varianza. Los ensayos evaluaron el efecto del sustrato, regulador de crecimiento, topófisis, edad del material en la sobrevivencia, brotación y enraizamiento de estacas. A continuación se muestran cuadros y figuras ilustrativas que facilitan la comprensión e interpretación de los resultados obtenidos.

A) ANÁLISIS DEL EFECTO DEL SUSTRATO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Ulmus Mexicana*.

Los Cuadros 2-4 presenta valores porcentuales de las variables sobrevivencia, enraizado, brotación de estacas en los ensayos 1,2,3 y 4.

Cuadro 2. Efecto del sustrato en la sobrevivencia, brotación y enraizamiento de estacas juveniles de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero.

Sustrato	Porcentaje %			
	Sobrevivencia	Enraizamiento	Brotación	Brote-Raíz
Arena	0	0	0	0
A -T	88.89	72.22	61.11	61.11
Tierra	100	88.89	55.56	55.56

A-T = Arena con tierra

Brote – Raíz: Brotación y Enraizamiento simultáneo.

En el cuadro 2 se observa con claridad como el sustrato arena es el que presenta valor de cero en todas las variables contempladas. Esto se debió a que este sustrato retiene poca humedad ya que el agua drena muy fácilmente, ocasionando desecación de las estacas.

En el caso del sustrato arena- tierra se registran valores altos en las variables analizadas. Es importante observar como la presencia de la tierra en un 50 % con arena, aumenta la capacidad de retención de humedad disminuyendo significativamente la desecación y aumentando así la sobrevivencia del material vegetativo.

El sustrato tierra es el que presenta para esta caso, los valores mayores de sobrevivencia y tasa de enraizamiento y un porcentaje levemente menor en brotación (5.55%) con respecto al sustrato arena- tierra.

Cuadro 3. Efecto del sustrato en la sobrevivencia, brotación y enraizamiento de estacas procedentes de material adulto (7 años) de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero.

Sustrato	Porcentaje %			
	Sobrevivencia	Enraizamiento	Brotación	Brote-Raíz
Arena	0	0	0	0
A -T	66.67	0	0	0
Tierra	55.56	0	0	0

A-T : Arena con tierra.

Brote – Raíz: Brotad y Enraiz simultáneo

En el cuadro 3 se observa que se obtuvo un valor porcentual de 0 % para las variables enraizamiento y brotación con este material. Esto se debe a que se ha reportado comúnmente que el material adulto tiene menor potencialidad de ser propagado vegetativamente (Sánchez, 1999).

Con el sustrato arena- tierra se presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia superando levemente al de tierra en un 11.11%.

En términos generales no se esperaba una tasa de enraizamiento nula, ya que en la recolección del material se procuró que se escogiera de las ramas donde se evidenciaba un crecimiento activo (con presencia de yemas y brotes). Pero esto una vez más justifica que el potencial de formación de raíces disminuye conforme el material fisiológicamente envejece.

Cuadro 4. Efecto del sustrato y edad del material en la sobrevivencia, brotadura y enraizamiento de estacas juveniles y adultas de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero.

Sustrato	%Sobrevivencia		%Enraizamiento		% Brotación		% B-E	
	A	J	A	J	A	J	A	J
Arena	0	0	0	0	0	0	0	0
A -T	55.56	88.89	0	22.22	0	22.22	0	11.11
Tierra	44.44	88.89	0	66.67	0	11.11	0	11.11

A : Material adulto

A-T: Arena con Tierra

J : Material juvenil de 11 meses

B-E: Brotadura y enraizamiento simultáneo.

En el cuadro 4 se observa que con el sustrato arena se observa nuevamente valores de cero en las 4 variables investigadas.

Para el sustrato (A-T) y tierra el material juvenil registró un valor mayor de sobrevivencia. El material adulto alcanzó solamente un 22 % de enraizamiento en tierra pura, mientras que el material juvenil alcanzó un 89 % en tierra pura. Con las otras variables brotadura y enraizamiento/ brotadura se obtuvieron los mayores porcentajes en el sustrato tierra. Esto indica en términos generales que bajo estas condiciones de invernadero y riego nebulizado el sustrato tierra es el que brinda los mejores resultados en sobrevivencia, enraizado y brotadura.

Cuadro 5. Efecto del sustrato y edad del material en la sobrevivencia, brotadura y enraizamiento de estacas de *Ulmus mexicana* sin utilizar regulador de crecimiento(AIB).

Sustrato	%sobrevivencia		%Enraizamiento		% Brotación		% B-E	
	A	J	A	J	A	J	A	J
Arena	0	0	0	0	0	0	0	0
A -T	55.56	88.89	0	22.22	0	22.22	0	11.11
Tierra	44.44	88.89	0	66.67	0	11.11	0	11.11

A: Material adulto, A-T: Arena con Tierra, J:Material juvenil B-E: Brotadura y enraizamiento simultáneo.

En el cuadro 5 se observa como el material juvenil presenta mayores valores de sobrevivencia que el material adulto, sobrepasándolo en un 33.3 % en el sustrato arena:tierra y en un 44.49 % en el sustrato tierra.

El material juvenil presentó una vez más, mayores valores de enraizamiento en el sustrato tierra, pero menores valores de brotación que el sustrato arena – tierra. Esto se debe a que en ciertas ocasiones no siempre hay una sincronía en el proceso de enraizamiento y brotación.

Como se puede observar se registró una tasa de enraizamiento de un 66.67 % en tierra del cual solamente un 11.11 % brotó, mientras que el 100 % del material que logró enraizar en arena - tierra obtuvo brotación.

En la Figura 6 se muestra valores porcentuales para la variable sobrevivencia tanto en material adulto como juvenil en los 3 sustratos descritos anteriormente.

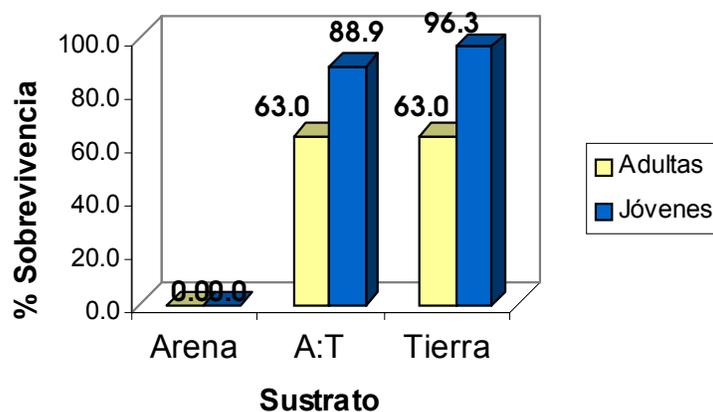


Figura 6. Sobrevivencia a las 8 semanas de estacas de *Ulmus mexicana*, de 2 edades en 3 sustratos en condiciones de invernadero.

Se puede observar en la figura 6 que el material con mayor sobrevivencia corresponde al material juvenil en el sustrato tierra (96.2 %) y arena- tierra (80.2%), Con el material adulto no hay diferencias de sobrevivencia para los sustratos tierra y arena: tierra los cuales registraron un 63 %.

Es importante mencionar que el sustrato arena con mezcla(arena:tierra) mantiene un nivel óptimo de retención de humedad como también un drenaje libre.

Para el caso del sustrato arena tanto con material juvenil como adulto no hubo sobrevivencia. En el Cuadro 5 se muestra el análisis de varianza respectivo donde se analizan diferencias significativas entre sustratos y entre edades del material, tal y como se esperaba según lo muestra la figura 6.

Otra posible causa de mortalidad en el material vegetal adulto puede estar relacionado con problemas de oxidación del material vegetativo. Esto se evidencia por una coloración negruzca en el tallo que no corresponde al ataque de ningún patógeno que se comienza a manifestar después de las primeras 2 semanas de establecimiento. Es importante mencionar que no se presentaron problemas a nivel fitosanitario en ninguno de los ensayos realizados con esta especie, lo que demuestra que es una especie de gran adaptación en medios de invernadero siendo más eficaz el material juvenil.

En la Figura 7 se muestra el efecto de la aplicación de regulador de crecimiento en la sobrevivencia del material vegetativo en los mismos 3 sustratos.

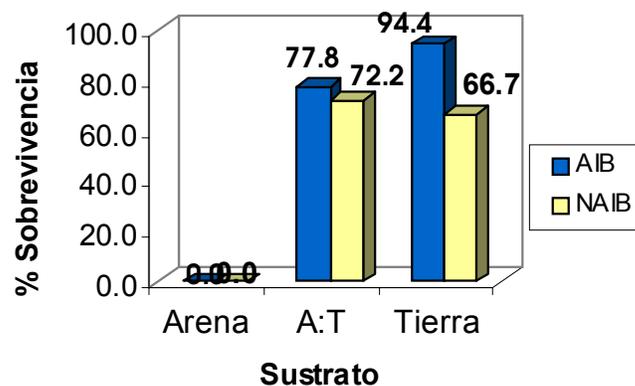


Figura 7. Análisis del porcentaje sobrevivencia de 4 ensayos que evalúan el efecto del regulador de crecimiento en el enraizamiento de estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento, en 3 distintos sustratos.

En la figura 7 se observa que se presentó una mayor sobrevivencia con la aplicación del regulador de crecimiento en los sustratos arena: tierra y tierra (77,8% y un 94. 4 % respectivamente). En el caso del material al que no se le aplicó regulador de crecimiento, la mayor sobrevivencia correspondió al sustrato arena: tierra que presentó un 72.2 % y un 66.7 % en tierra. En el sustrato tierra el material con AIB excede al que no posee regulador en un 27.73 % y para el sustrato arena: tierra, las estacas con AIB superaron en un 5.6 % a las que no se les aplicó.

Los valores de sobrevivencia mayores se presentaron en el material juvenil, debido a que este es capaz de enraizar en mayor cantidad y en menor tiempo, presentando una mejor respuesta en las variables sobrevivencia y enraizamiento.

En la Figura 8 se analizan como la edad influye en el proceso de rizogénesis en los sustratos evaluados.

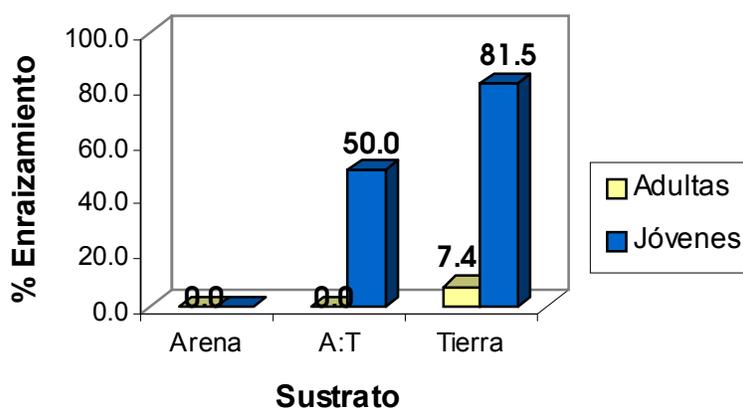


Figura 8. Valores promedio de enraizamiento de 4 ensayos que evalúan el efecto edad del material vegetativo de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos.

En la figura 8 es claro observar como el material juvenil es el que presenta mayor porcentaje de enraizamiento respecto al adulto (81.5 %), donde este último representa tan sólo (7.4 %) en el sustrato tierra. En el caso del sustrato arena: tierra el enraizamiento solamente se presentó en material juvenil con un 50 %.

Es posible que la baja tasa de enraizamiento del material adulto se deba a problemas fisiológicos, ya que las estacas selectas fueron cortadas en las partes del árbol donde se presentaba un crecimiento fisiológico activo (presencia de yemas, hojas tiernas), donde se esperaba buena respuesta en la tasa de enraizamiento de este material. Por tanto señalar que la capacidad de enraizamiento parece variar con la edad del material vegetativo y la posición de la estaca dentro del árbol (fenómeno de topófisis).

En la Figura 9 se muestran los resultados que analizan si la presencia o no de regulador de crecimiento favorece el proceso de formación radicular.

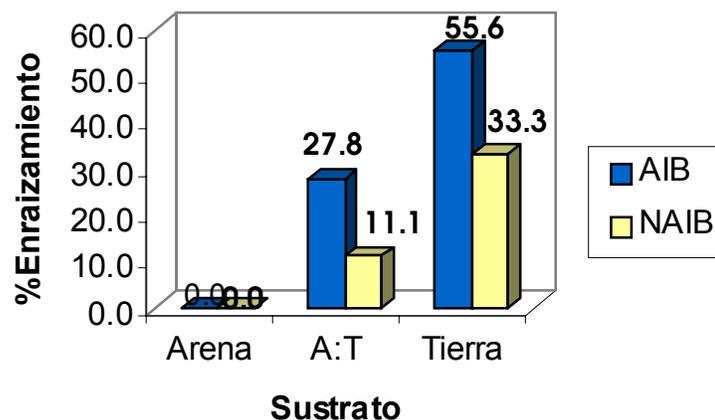


Figura 9. Valores promedio de enraizamiento de 4 ensayos que evalúan el efecto del enraizador (AIB) de material vegetativo de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos.

En el figura 9 se puede observar que la mayor tasa de enraizamiento se obtuvo con el sustrato tierra, tanto con aplicación de regulador de crecimiento como con la ausencia de éste. Al utilizar AIB se registró un 55.6 % de enraizamiento que supera en un 22.3 % al material sin AIB(33.3 %). Para el caso del sustrato arena:tierra el porcentaje de enraizamiento de material con regulador fue de 27.8% el cual también superó en un 16.7 % al que no se le aplicó AIB (11.1 %) . Es notable como la presencia o no de regulador promueve la formación de raíces así como también los procesos de brotación. En el Cuadro 7 correspondiente al análisis de varianza demuestra que para la variable enraizamiento si se encuentran diferencias significativas con la aplicación de AIB pero no se encuentran diferencias para las restantes variables (sobrevivencia, brotación y enraizamiento y brotación simultánea).

Esta especie parece responder a altas dosis de AIB, ya que el producto enraizador contiene una alta concentración de éste (10 000 ppm). Es importante señalar que no todas las especies responden favorablemente a una elevada presencia de regulador ya que se presentan en algunos casos niveles de toxicidad, para lo cual es importante tomar en cuenta cuando no se conoce nada de la especie, aspectos tales como la forma de preparación y utilización de algún producto comercial.

En la Figura 10 se muestra como la edad del material influye en el proceso de formación de nuevos brotes en los sustratos descritos.

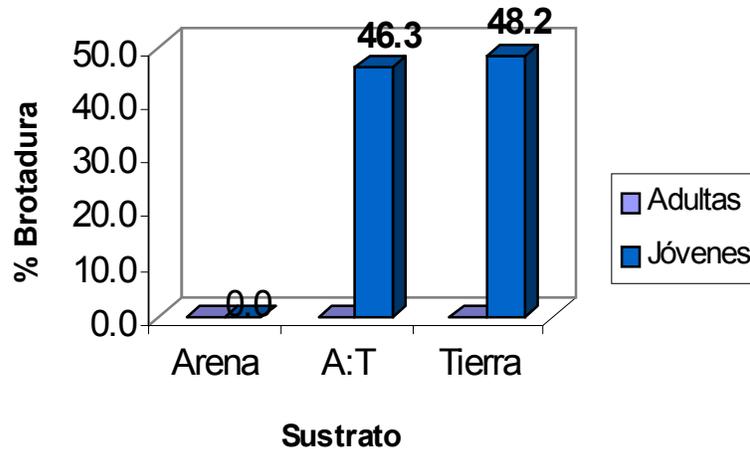


Figura 10. Valores promedio de brotación de 4 ensayos que evalúan el efecto de la edad del material vegetativo en 3 distintos sustratos en estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en condiciones de invernadero.

En la figura 10 se observa que en la brotación se presentó un 48.2% y un 46.2% con material juvenil en el sustrato tierra y arena: tierra respectivamente.

Es importante mencionar que el proceso de brotación y enraizado se presenta conjuntamente salvo en algunos casos, lo que demuestra análogamente que si en el material se observa buen nivel de enraizamiento es de esperar alta actividad en brotación.

En las estacas juveniles es donde se observó con claridad este proceso. Esto explica como la fisiología del material vegetal varía con la edad, de aquí la importancia de conocer las técnicas de rejuvenecimiento de material adulto, como lo es inducción a brotación en tocón o de copa efectuando cortes o heridas. Es muy importante tomar en cuenta la capacidad de rebrote que caracteriza la especie ya que en algunas ocasiones será muy difícil y lento este proceso.

En la Figura 11 se muestra el efecto de la aplicación de AIB en el desarrollo de brotes en los sustratos evaluados.

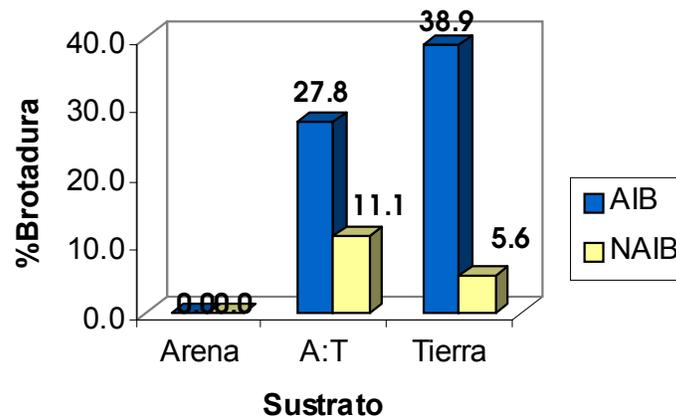


Figura 11. Valores promedio de porcentaje brotadura de 4 ensayos, que evalúan el efecto del uso de enraizador (AIB) en estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento, en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.

En la figura 11 se observa que el porcentaje de brotadura aumenta con la aplicación del enraizador en los sustratos tierra y arena – tierra, con un 38.9% y un 27.8 % respectivamente. En el sustrato arena - tierra se obtuvo un 11.1% de brotadura al no aplicar AIB, mientras que se obtuvo un 5.6 % en el sustrato tierra sin AIB.

Para el sustrato arena: tierra el material con AIB supera en un 16.7 % y para el sustrato tierra en un 33.33 % al que no se le aplicó regulador.

El proceso de brotadura y enraizamiento inician a partir de las 2 semanas y se observa una mayor incidencia en la cuarta y quinta semana de establecido el material vegetal en el invernadero.

En la Figura 12 se analiza el efecto de la edad del material para las variables brotadura y enraizamiento simultáneo.

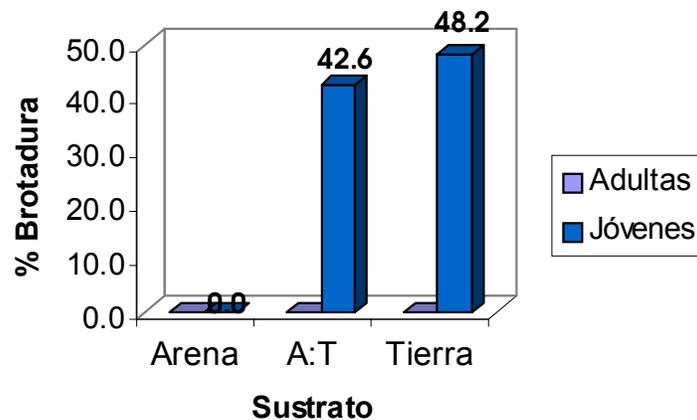


Figura 12. Valores promedio de porcentaje de brotación y enraizamiento simultáneo de 4 ensayos, que evaluaron el efecto de la edad del material vegetativo con estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.

En la figura 12 se observa como en el material juvenil de 11 meses de edad se obtuvieron los porcentajes más altos de enraizamiento y brotación simultánea, con un 48.2% para el sustrato tierra y un 42.6 % para el sustrato arena - tierra. Como se mencionó anteriormente la brotación se presenta en la mayor parte de los casos junto con el enraizamiento, lo cual se evidencia en material juvenil con claridad.

Con el material adulto se obtuvo un 0 % para esta variable en los 3 sustratos. Estos resultados son esperados ya que el material de 7 años difícilmente logra enraizar, a pesar de la selección minuciosa del material (con presencia de una alta actividad de crecimiento de meristemas).

En la Figura 13 se analiza el efecto del regulador de crecimiento en el desarrollo de brotes y raíces simultáneas en las estacas.

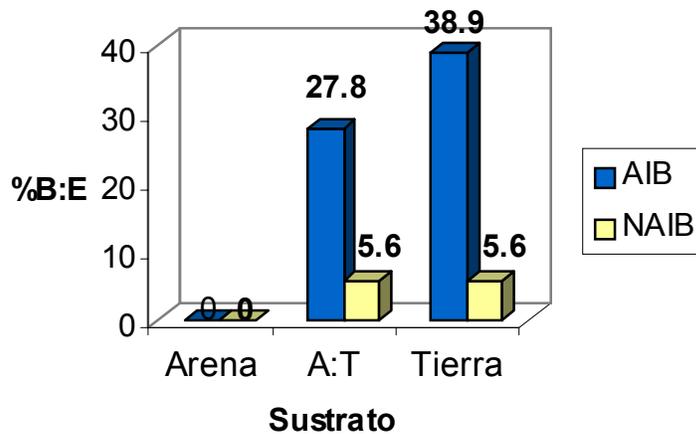


Figura 13. Valores promedio de porcentaje de brotación y enraizamiento simultáneo de 4 ensayos, que evaluaron el efecto del regulador de crecimiento, en estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento, en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.

En la figura 13 se observa como la actividad de brotación y formación de raíces se encuentra en mayor grado con la aplicación del AIB. El porcentaje para el sustrato tierra fue de un (38.8 %), en arena:tierra (27.2%) y 0% en arena. Donde no se aplicó regulador de crecimiento se registró un 5.6 % en tierra, 5.6 % en arena: tierra, y 0% en arena.

En el sustrato de arena: tierra el material con AIB sobrepasó en un 22.22 % al que no se le aplicó. En el sustrato tierra el uso del enraizador superó en un 33.3 % al material sin regulador.

Es evidente como el regulador de crecimiento en esta especie beneficia el proceso de formación de raíces y brotes en las estacas necesarios, importante para el inicio del proceso de clonación de la especie.

En el Cuadro 6 se muestra el análisis de varianza que evalúa las 4 variables evaluadas en los ensayos.

Cuadro 6. Análisis de varianza que evaluó el efecto de la edad en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia de 4 ensayos de estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en 3 distintos sustratos en condiciones de invernadero.

Brotadura					
Fuente de variación	Gl	SC	CM	F calc	Pr >F
Sustrato	2	4186,5060	2093,2530	101,25	0,0004 ***
Edad(bloque*sustrato)	9	12713,215	1412,5795	8,31	< 0,0001 ***
Enraizamiento					
Sustrato	2	10074,141	5037,0707	19,38	0,0088 **
Edad(bloque*sustrato)	9	19278,945	2142,1050	18,88	< 0,0001 ***
Brotadura/ Enraizamiento					
Sustrato	2	3807,3244	1903,6622	240,11	< 0,0001 ***
Edad(bloque*sustrato)	9	11437,421	1270,8246	6.06	< 0,0001 ***
Sobrevivencia					
Sustrato	2	35888,490	17944,245	41,35	0,0021 **
Edad(bloque*sustrato)	9	4246,3228	471,81365	2,34	0,0340 *

*** Significativo al 99.9 % ** Significativo al 99 % * Significativo al 95 %

En el cuadro 6 se observa que si se obtuvieron diferencias significativas para las variables brotadura, enraizamiento brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia entre los sustratos evaluados.

Es importante destacar que de los análisis de varianza realizados no se encontraron diferencias significativas entre bloques, lo que es de esperar en condiciones de invernadero donde se presentan variaciones mínimas en el microsítio y altas condiciones de homogeneidad.

El proceso de brotación y enraizamiento / brotación simultánea se registró mejor en los sustratos tierra y arena - tierra respectivamente, pero se encontraron diferencias significativas (99.9% de confiabilidad) según la edad del material vegetativo, el cual se presentó en mucho mayor proporción en material juvenil superando visiblemente al adulto. En el caso de sustratos si se encontraron diferencias significativas (99.9% de confiabilidad), donde en términos generales el proceso fue mejor en el sustrato tierra y nulo en arena en estas condiciones experimentales específicas .(Régimen de riego).

Para el enraizamiento el mejor sustrato correspondió a tierra tal y como se observa en los cuadros 1,2,3 y 4 . Al igual que la brotación el sustrato tierra y arena – tierra fue levemente mejor. La formación radicular se desarrolla con mayor potencialidad en estacas juveniles, que según el análisis, si se encuentran diferencias significativas según el tipo de material y sustrato (99 y 99.9 % de confiabilidad).

Para la variable supervivencia se encontraron diferencias significativas tanto entre sustratos como en el tipo de material (99.9 y 95 % de confiabilidad respectivamente). Como se ha discutido anteriormente las diferencias se deben principalmente a la alta mortalidad que se presenta en arena debido a su poca capacidad de retención de agua. En el caso de tierra y arena: tierra, la retención de humedad del sustrato permite amortiguar el efecto de la deshidratación de las estacas.

En el Cuadro 7 se muestra el análisis de varianza que analiza el efecto del regulador de crecimiento en las 4 variables de los diferentes ensayos.

Cuadro 7. Análisis de varianza que evaluó el efecto de la aplicación de enraizador (AIB) en las variables brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia en 4 ensayos de estacas de *Ulmus mexicana*, a las 8 semanas de establecimiento condiciones de invernadero.

Brotadura					
Fuente de variación	Gl	SC	CM	F calc	Pr >
Hormona	1	1279,91411	2179,91411	6,54	0,1249 ns
Bloque*Hormona	2	391,471819	195,735909	0,44	0,6476 ns
Enraizamiento					
Hormona	1	773,573199	773,573199	30,39	0,0314 *
Bloque*Hormona	2	50,9133331	25,4566666	0,04	0,9644 ns
Sobrevivencia					
Hormona	1	337,754706	337,754706	1,09	0,4067 ns
Bloque*Hormona	2	621,726239	310,863119	0,31	0,7347 ns

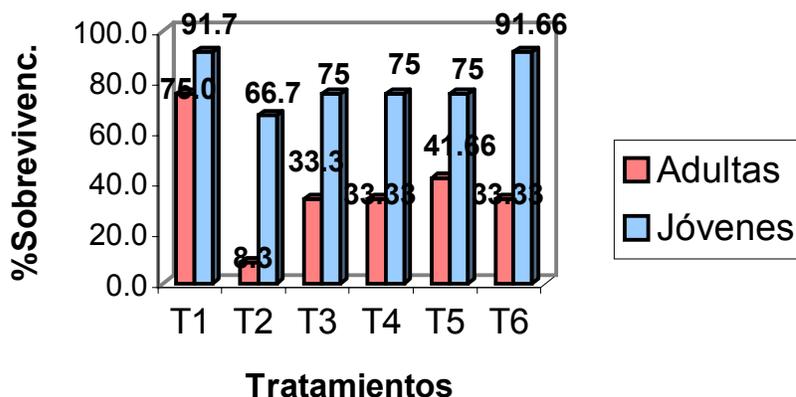
* Significativo al 95 % de confiabilidad ns: no significativo

En el cuadro 7 se observa que no encontraron diferencias significativas en las variables de brotación, enraizamiento y sobrevivencia de estacas.

En el caso de enraizamiento si se encontraron diferencias significativas (con un 95 % de confiabilidad) con la aplicación de enraizador (AIB). Lo que parece indicar que esta especie responde a la aplicación de regulador que en este caso corresponde a una alta concentración del producto como se mencionó con anterioridad. Pruebas preliminares con el producto Agriroot demostraron que esta especie no presenta niveles de toxicidad en altas dosis o inhibición en los procesos de formación radicular y brotación. Pero cabe mencionar que es recomendable siempre al iniciar un proceso de propagación vegetativa con una especie evaluar una alta gama de dosis de regulador de crecimiento para así determinar cual es la óptima.

B) EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN EN LA SOBREVIVENCIA Y ESTADO FITOSANITARIO DE ESTACAS DE *Ulmus mexicana*.

En la figura 14 se muestran 6 tratamientos aplicados a material adulto y juvenil para evaluar el grado de contaminación en microinvernadero del material vegetativo.



T1= (Agrimicin+Benlate)

T2 = Alcohol (70%)

T3 = Hipoclorito de Sodio al 5%

T4 = Hipoclorito de sodio al 1%

T5 = Kilol

T6 = Testigo.

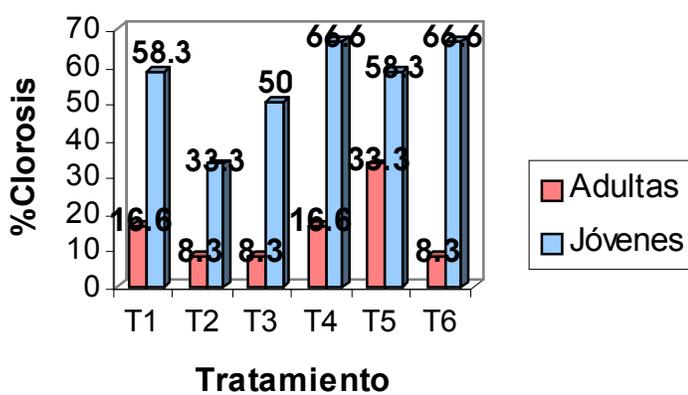
Figura 14. Porcentajes promedio de sobrevivencia en 6 tratamientos de desinfección, en estacas de *Ulmus mexicana* a las 6 semanas de establecimiento, en condiciones de invernadero.

En la figura 14 se observa que el material juvenil presentó mayor sobrevivencia que el adulto en los 6 tratamientos, y para el tratamiento (T1) un el material joven presentó 91.7% de sobrevivencia valor similar para el material testigo (91.6 %) Esto puede indicar que no es necesario invertir en tratamientos de desinfección ya que el testigo presenta una alta sobrevivencia en el invernadero.

En el caso del material adulto, la mayor sobrevivencia se presentó también en el tratamiento T1 que registró en este caso un 75 %

Es importante destacar que el tratamiento T2 registró la menor tasa de sobrevivencia, lo que parece demostrar que el alcohol en altas concentraciones causa daño a los tejidos vivos de las estacas, acelerando en proceso de mortalidad que representó un 8.3 % en material adulto y un 66.7 % en juveniles.

En la figura 15 se analiza el efecto de la incidencia clorótica observada en el ensayo de desinfección.



T1= (Agrimicin+Benlate)

T2 = Alcohol (70%)

T3 = Hipoclorito de Sodio 5%

T4 = Hipoclorito de sodio 1%

T5 = Kilol

T6 = Testigo.

Figura 15 .Porcentajes promedio de clorosis presente en 6 tratamientos de desinfección, en estacas de *Ulmus mexicana* a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato tierra en condiciones de invernadero.

En la figura 15 se observa como el material juvenil fue el que presentó mayor incidencia de clorosis foliar debido a que la estaca tiende a conservar en mayor proporción las hojas que las estacas adultas. Las estacas juveniles una vez establecidas en el invernadero, tienden a botar las hojas en la primera semana pero permaneciendo el tallo vivo.

Es por esto que es menos frecuente observar hojas cloróticas en estacas adultas y cabe mencionar que dicha pérdida foliar no se debe al efecto de clorosis, si no al proceso de aclimatización en que entra la estaca en el invernadero.

En este caso el material juvenil en el tratamiento 6 y el 4 fue el que presentó un mayor porcentaje de incidencia clorótica. Se registró en ambos un 66.6 % en el tratamiento 2 se registró un menor porcentaje de clorosis registrándose un 33.23 %.

En el Cuadro 8 se analiza la incidencia clorótica de estacas juveniles presentes en turrá, evaluados en el ensayos de desinfección.

Cuadro 8. Incidencia clorótica presente en estacas juveniles de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento condiciones de invernadero

Tratamiento	Tipo de clorosis				Estacas vivas	Estacas cloróticas
	1	2	3	4		
1	3	3	0	1	11	7
2	2	1	1	0	8	4
3	3	2	1	0	9	6
4	1	3	2	2	9	8
5	2	3	2	0	9	7
6	1	4	0	3	11	8
Total	12	16	6	6	57	40

Clorosis tipo 1 : Incidencia mayor a un 50 % del área foliar.

Clorosis tipo 2 : Incidencia de un 50 % del área foliar

Clorosis tipo 3 ; Incidencia menor a un 50 % del área foliar

Clorosis tipo 4 : clorosis muy leve

En el cuadro 8 se observa la alta incidencia de estacas cloróticas, esto representa un 70 % del material que sobrevivió. Según tipo de clorosis la mayor incidencia se presentó en las categorías 1 y 2 que representan respectivamente un 25,5 % y un 28 % respecto al total de estacas cloróticas. Para las clase 3 y 4 se registró un valor de un 12 .8 % para ambos casos.

En material juvenil

En el Cuadro 9 se analiza la incidencia clorótica de estacas juveniles presentes en turrá, evaluados en el ensayos de desinfección.

Cuadro 9. Incidencia clorótica presente en estacas adultas de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento condiciones de invernadero.

Tratamiento	Tipo de clorosis				Estacas vivas	Estacas cloróticas
	1	2	3	4		
1	0	2	1	0	9	3
2	1	0	0	0	1	1
3	0	0	0	1	4	1
4	0	2	0	0	4	2
5	3	1	0	0	5	4
6	1	0	0	0	4	1
Total	5	5	1	1	27	12

Clorosis tipo 1 : Incidencia mayor a un 50 % del área foliar.

Clorosis tipo 2 : Incidencia de un 50 % del área foliar

Clorosis tipo 3 ; Incidencia menor a un 50 % del área foliar

Clorosis tipo 4 : clorosis muy leve

En el cuadro 9 se observa que la mayor incidencia clorótica se da en las clases 1 y 2 que representa un 41.7 % para ambos casos respecto al total de estacas cloróticas y un 8.3 % para las clases 3 y 4.

Es importante destacar que la mayor sobrevivencia se presenta en material juvenil, pero este presentó mayor incidencia clorótica respecto al adulto como se puede observar en el cuadro 8. En el caso de las estacas adultas la incidencia disminuye debido a que la estaca pierde sus hojas en el invernadero, pero no por efecto de clorosis sino por aclimatización en el nuevo micrositio ,en el caso el material juvenil la pérdida foliar es mucho menor y por lo tanto se presenta en mayor proporción este signo.

En el Cuadro 10 se muestra el análisis de varianza que analiza si hay diferencias significativas en cuanto la sobrevivencia y incidencia clorótica en los distintos tratamientos de desinfección realizados.

Cuadro 10. Análisis de varianza que evaluó el efecto 6 tratamientos en las variables clorosis y sobrevivencia de estacas de *Ulmus mexicana* a las 8 semanas de establecimiento en sustrato tierra en condiciones de invernadero.

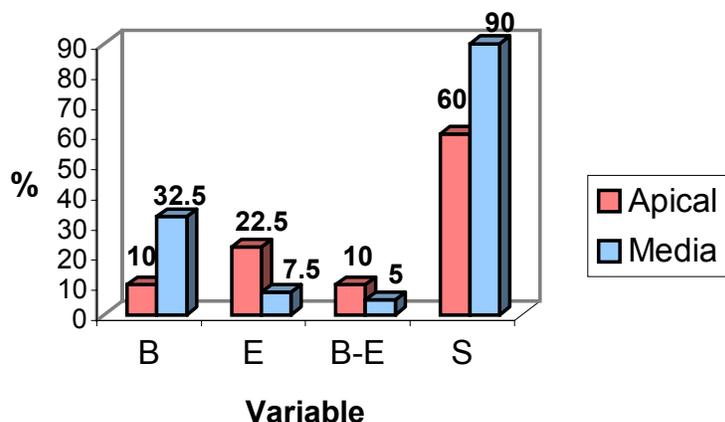
Clorosis					
Fuente de variación	Gl	SC	CM	F calc	Pr >
Tratamientos	5	1835,25835	367,05167	2,21	0,2022 ns
Tratamiento * Edad	1	830,35067	166,07013	0,44	0,8184 ns
Sobrevivencia					
Tratamientos	5	3799,98453	759,496907	2,85	0,1375 ns
Tratamiento * Edad	1	1333,05090	266,610181	0,84	0,5332 ns

ns: no significativo

En el cuadro 10 el análisis de varianza muestra que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables de sobrevivencia e incidencia clorótica . En estacas adultas así como en las jóvenes a pesar de que en la figura 10 muestra diferencias según la edad ,el análisis demuestra que no hubo diferencias estadísticas según la edad del material para ambas variables.

C) EFECTO DE LA TOPÓFISIS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Ulmus mexicana*.

En la Figura 16 se analiza el efecto del tipo de estaca (topófisis) para las 4 variables estudiadas bajo un sustrato (tierra) en el proceso de enraizamiento.

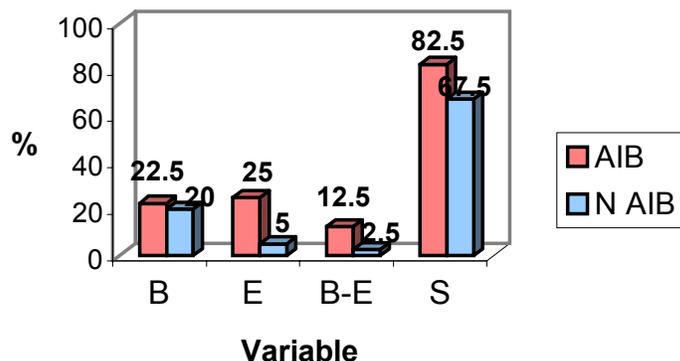


B: Brotadura. B-E: Brotadura y enraizamiento simultánea.
 E: Enraizamiento. S : Sobrevivencia.

Figura 16. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto de topófisis en estacas de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato a base de tierra pura en condiciones de invernadero.

En la figura 16 se observa que para las variables de brotadura y sobrevivencia, la estacas medias registraron mayores porcentajes en ambas variables, con un 32.5% y un 90 % respectivamente. En el caso de la formación de raíces y presencia radicular simultánea con brotadura, el material de estacas apicales presentó mayores valores porcentuales, con un 22.5 % en el primer caso y 10 % para la segunda variable. Como era de esperar el enraizamiento se presentó en mayor proporción en material apical debido a que se encuentra mayor actividad meristemática y de crecimiento activo, además es en esta parte donde se da la síntesis de auxinas, lo cual pudo haber favorecido el enraizamiento pero se observó en estacas medias o terminales una leve tendencia a producir brotes con mucho mayor rapidez y abundancia que en la primera estaca.

En la Figura 17 se muestran el efecto del regulador de crecimiento en estacas apicales y medias en las 4 variables principales evaluadas en el estudio.



B: Brotadura. B-E: Brotadura y enraizamiento simultánea.
 E: Enraizamiento. S : Supervivencia.

Figura 17. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y supervivencia según el efecto de aplicación de enraizador en estacas juveniles apicales y medias de *Ulmus mexicana* a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato tierra pura en condiciones de invernadero.

En la figura 17 se observa que en las 4 variables evaluadas la presencia de regulador de crecimiento supera al material al cual no se le aplicó enraizador. Lo que puede indicar que al acelerar el proceso de formación de raíces y brotes simultáneamente (en la mayoría de los casos) permite a las estacas una aclimatización efectiva en el medio de invernadero, donde se presenta un nivel de estrés para el material vegetativo, ya que se varían sus condiciones iniciales de desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, no todas las especies requieren de altas concentraciones de regulador de crecimiento para iniciar el proceso de brotación y enraizamiento. Por lo que realizar pruebas de diferentes concentraciones es lo idóneo, para determinar si requiere o no una dosis determinada.

En el Cuadro 11 se muestra el análisis de varianza que determina si se encuentran o no diferencias significativas según tipo de estaca apical o media

Cuadro 11. Análisis de varianza para el efecto topófitis en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia de estacas juveniles de *Ulmus mexicana*, a las 6 semanas de establecimiento, en sustrato tierra en condiciones de invernadero.

Brotadura					
Fuente de variación	Gl	SC	CM	F calc	Pr >
Tipo de estaca	1	1786,21455	1786,21456	1,94	0,3962 ns
Tipo * AIB	1	919,752919	919,752919	4,21	0,0626 ns
Enraizamiento					
Tipo de estaca	1	373,050615	373,050615	1	0,5000 ns
Tipo * AIB	1	373,050615	373,050615	1,45	0,2519 ns
Brotadur/Enraizamiento					
Tipo de estaca	1	30,4964063	30,4964063	0,09	0,8142 ns
Tipo * AIB	1	337,732528	337,732528	1,73	0,2130 ns
Sobrevivencia					
Tipo de estaca	1	1261,24990	1261,24990	16,37	0,1543 ns
Tipo * AIB	1	77,043735	77,043735	0,33	0,5785 ns

ns : no significativo

En el cuadro 11 se observa que no existen diferencias significativas en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según tipo de estaca. Cabe mencionar que aunque no se presentan estas diferencias, las estacas medias tendieron levemente a formar con mayor rapidez brotes en mayor cantidad por estaca (brotación múltiple); por el contrario siempre el material juvenil superó en poca proporción la tasa de enraizamiento.

En el caso de la presencia de enraizador, para los dos tipos de material vegetativo, tampoco se encontraron diferencias significativas. Como era de esperar, el material juvenil presentó una respuesta mayor a la aplicación de regulador de crecimiento en estacas apicales, que es donde se encuentra mayor actividad de meristemas como se mencionó anteriormente.

D) EFECTO DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Ulmus mexicana* SEGÚN LA TOPÓFISIS Y PRESENCIA DE REGULADOR DE CRECIMIENTO BAJO MATERIA ORGÁNICA

En la Figura 18 se analiza la tasa de brotación, enraizamiento, sobrevivencia, enraizamiento y brotación simultánea con la aplicación en un solo sustrato con materia orgánica.

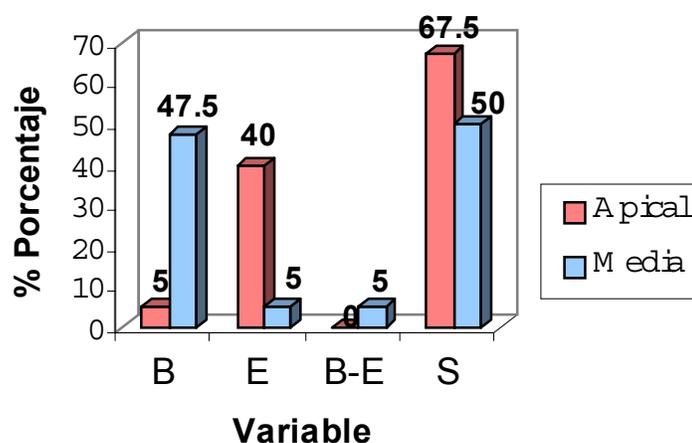


Figura 18. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto de topófisis en estacas juveniles apicales y medias de *Ulmus mexicana*, a las 5 semanas de establecimiento, en sustrato orgánico en condiciones de invernadero.

En la figura 18 se observa que las estacas medias o terminales registraron un porcentaje mayor de brotación (47.5%), que superó al material apical pero sin producir raíces, obteniendo así en la variable de brotación y enraizamiento simultáneo un 0%. Es claro observar como las estacas terminales presentaron una mayor sobrevivencia y mayor tasa de enraizamiento donde se registró un 40 y 67 % respectivamente.

Cabe mencionar que ambos materiales presentaron ventajas. El material secundario o proveniente de estacas medias produjo muchos brotes los cuales posiblemente se pueden seguir propagando, mientras que el material apical que logró enraizar y también brotar puede ser utilizado.

En la Figura 19 se analiza la tasa de brotación, enraizamiento, sobrevivencia, enraizamiento y brotación simultánea según con la aplicación de regulador de crecimiento en un solo sustrato con materia orgánica.

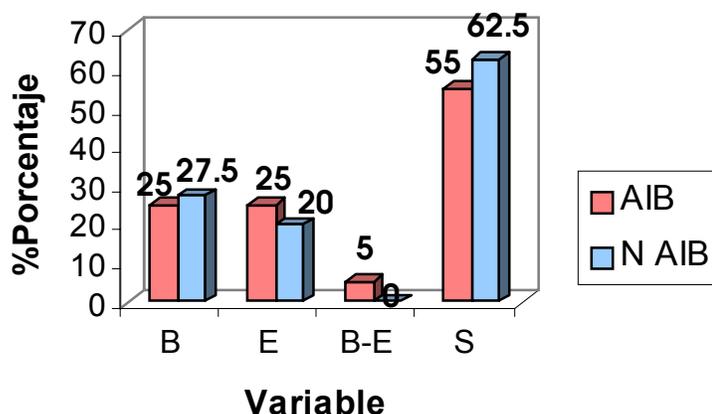


Figura 19. Porcentajes promedio de brotación, enraizamiento, brotación y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia según el efecto del enraizador, en estacas juveniles apicales y medias de *Ulmus mexicana* a las 5 semanas de establecimiento, en sustrato orgánico en condiciones de invernadero.

En la figura 19 se observa que al el material al que se le aplicó enraizador, las variables de enraizamiento (25%), brotación y enraizamiento simultáneo(5%) superaron levemente al material sin enraizador que registró un 20 y 0 % respectivamente.

Para las variables de sobrevivencia (62.5 %) y brotación(27.5%), el material sin enraizador presentó mayores porcentajes. lo cual no era de esperar, especialmente en la primer variable sobrevivencia. Por lo ya observado en resultados anteriores, la presencia de regulador de crecimiento favorece los procesos de brotación y formación de raíces.

Es importante mencionar que en este ensayo, en la mayoría de los casos, la tasa de enraizamiento se cuantificó con la presencia de nódulos radiculares, que siempre se presentan en la base de la estaca y que corresponden a la fase anterior a la formación expuesta de la raíz.

Cuadro 12. Análisis de varianza que del efecto de un sustrato con materia orgánica en las variables brotadura, enraizamiento, brotadura y enraizamiento simultáneo y sobrevivencia de estacas de *Ulmus mexicana*, a las 8 semanas de establecimiento, en condiciones de invernadero.

Brotadura					
Fuente de variación	Gl	SC	CM	F calc	Pr >
Tipo	1	5007,95416	5007,95416	18,24	0,1463 ns
Tipo * AIB	1	274,013088	274,013088	2,56	0,1353 ns
Enraizamiento					
Tipo	1	3681,51695	3681,51695	25,93	0,1234 ns
Tipo * AIB	1	141,98044	141,98044	0,44	0,5201 ns
Brotadura/ Enraizamiento					
Tipo	1	84,4331322	84,4331322	1	0,5000 ns
Tipo * AIB	1	84,4331322	84,4331322	1	0,3370 ns
Sobrevivencia					
Tipo	1	323,027724	323,027724	18,69	0,1447 ns
Tipo * AIB	1	17,2868466	17,2868466	0,23	0,6390 ns

ns = no significativo.

En el cuadro 10 no se observa diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, según el tipo de estaca (tratamiento apical y media), ni en la aplicación de enraizador para los 2 tipos de material (tipo * AIB).

Era de esperar diferencias en la tasa de enraizamiento o formación de los nódulos radiculares según tipo de estaca pero estadísticamente no se presentaron.

En el ensayo realizado se observó que la estaca media brotaba levemente en mayor proporción que la apical pero, sin embargo ANDEVA no se registra esa diferencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mejor técnica de propagación vegetativa *Ulmus mexicana* según el estudio resultó ser el sustrato tierra, en la estaca tipo distal o apical con la aplicación de AIB.

El tiempo promedio de inicio de formación de raíces y brotes en estacas de *Ulmus mexicana* es de 2 semanas y media.

El mejor sustrato obtenido en el estudio fue tierra pura como medio para la rizogénesis, brotación y sobrevivencia de estacas de *Ulmus mexicana*.

El material juvenil y la estaca tipo distal o apical son las que mostraron mayor potencial en proceso de enraizamiento, sobrevivencia y aclimatización en invernadero. No presentándose diferencias en la formación de brotes en ambos tipos de material

El porcentaje de enraizamiento obtenido en el mejor sustrato (tierra pura) fue de un 83 %, un 50% para brotación y 89 % de sobrevivencia.

La aplicación de regulador de crecimiento AIB, promueve la formación radicular y de brotación

Ulmus mexicana no presentó problemas fitosanitarios en ninguno de los ensayos realizados.

RECOMENDACIONES

Es necesario evaluar otros regímenes de riego para refinar el proceso de clonación de esta especie.

Se considera importante evaluar distintos productos comerciales así como dosis de AIB, con el fin de mejorar los procesos de clonación

En el diseño estadístico no se utilicen bloques completos al azar por la homogeneidad de las condiciones de invernadero, en tal caso se propone un diseño irrestricto al azar que evalúe diferencias entre tratamientos.

Es importante tener en cuenta en futuros estudios similares la realización de ensayos de validación con esta especie, así como la evaluación de sustratos como medios de propagación.

Se recomienda evaluar otros sustratos como medios de propagación con esta especie.

CAPÍTULO SEGUNDO

ESTABLECIMIENTO DE UN JARDÍN CLONAL CON *Ulmus mexicana*.

INTRODUCCIÓN

La propagación de un árbol para establecimiento de plantaciones clonales se distingue de la propagación con fines de producción de semilla. En silvicultura clonal no interesa la producción de semilla, sino generar árboles de crecimiento ortotrópico normal, similares al árbol que les dio origen (ortet) (Mesén, 1998).

Los árboles seleccionados para ser propagados normalmente están distanciados varios kilómetros entre sí, y distantes del área de propagación. De manera que no es práctico utilizarlos en forma indefinida como fuente de material. Una vez que los árboles generan rebrotes juveniles, este material se utiliza para producir las primeras estaquitas enraizadas e iniciar un jardín de multiplicación, que consiste en un área donde se establece el material agrupado por clon y manejado intensivamente como seto vivo para la producción abundante y periódica de material de enraizamiento (Mesén, 1998).

OBJETIVO GENERAL

Crear una base de material para iniciar el establecimiento de un jardín clonal a partir de 13 progenies de familias selectas de *Ulmus mexicana* .

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Iniciar un diseño de jardín en el campo con el mejor material obtenido de cada una de las familias.

Determinar variables cuantitativas a nivel de familia como largo de raíz, largo de brote y cualitativas como calidad de raíz y tipo de brote según categorías preestablecidas.

METODOLOGIA

A) FASE DE SELECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Se trabajó con material juvenil proveniente de un bancal de 11 meses de edad, el cual está conformado por 13 familias de *Ulmus mexicana* colectadas por el Programa de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal del ITCR y FUNDECOR

De dicho bancal se extrajeron 12 plántulas por familia totalizando así 156 clones (12 plántulas por 13 familias). El material se propagó en bandejas con sustrato tierra y riego automático nebulizado 2 veces al día de una intensidad de un minuto. La selección del sustrato tierra en el establecimiento del jardín se debió a que los ensayos iniciales que mostraron que éste favorece la tasa de enraizamiento y sobrevivencia.

A todo el material vegetativo se le aplicó el enraizador (AIB), ya que se observó que *Ulmus mexicana* parece responder a altas dosis de esta auxina presente en el enraizador comercial Agriroot que posee una concentración de 10 000 ppm.

El fin fundamental del ensayo consistió en establecer un banco clonal a partir material juvenil proveniente de árboles seleccionados, con el propósito de crear una base genética amplia de individuos que posteriormente serán propagados a partir de setos vivos.

El Cuadro 13 presenta el número de individuos por familia de las progenies que conforma el bancal con material juvenil de 11 meses de edad.

Cuadro 13 Número de individuos por familia que conforma el bancal con las progenies de las 13 familias seleccionadas.

Familia	N° de Individuos
1	131
2	116
3	51
4	53
5	93
6	81
7	55
8	54
9	70
10	55
11	41
12	81
13	89
Total	970

En el cuadro 13 se observa que se obtiene un total de 970 individuos en el bancal de los cuales se seleccionaron 156 (12 por familia) para ser propagados, dicha selección representa un 16.1 % del total lo que muestra que es relativamente bajo pero que existe mucho material para posteriormente seguir propagando las familias.

B) PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS

Las estacas se cortaron con tijeras esterilizadas con una longitud aproximada de 6cm. Se procuró dejar de 3 a 4 hojas por estaca con 1/2 a 1/3 del área foliar. Se realizó una desinfección del material mediante una inmersión en una solución de kilol (bactericida fungicida) a razón de 2.5cc/litro durante quince minutos.

C) FASE DE MONITOREO Y EVALUACION

Semanalmente se aplicó bactericida fungicida (kilol : 2.5 cc / litro) con bomba manual de aspersión. A las 4 semanas de establecimiento se aplicó fertilizante foliar (Bayfolan Forte y multimineral Metalosate) en una razón de 1.5 cc / litro.

La evaluación total del material se realizó a los 26 días de establecido el ensayo donde se analizaron las siguientes variables

- Tiempo de inicio de brotes y raíces.
- Criterios cualitativos par definir porte y calidad de raíz
- Número y tipo de brotes por estaca.

D) TIEMPO DE INICIO DE BROTES Y RAICES

Para esta variable desde el momento de establecido el ensayo, se realizaron observaciones semanales para determinar el inicio de ambos procesos. Se cuantificó entonces las primeras estacas en manifestar raíces y brotes

E) CRITERIOS CUALITATIVOS PARA DEFINIR PORTE Y CALIDAD

RADICULAR

Para establecer los criterios de calidad radicular, se consideró la siguiente nomenclatura de clasificación:

Calidad 1 : Masa radicular fibrosa y abundante que nace en la base de la estaca.

Calidad 2 : Masa radicular fibrosa que no nace de la base de la estaca, sino más arriba en el tallo o aún en la superficie del sustrato.

Calidad 3: Raíz poco densa, delgada y de poco vigor fácilmente desprendible cuando se manipula la estaca.

La longitud radicular no se tomó en cuenta para calidad de raíz, pero si se midió para determinar si se encuentran diferencias entre familias en este aspecto, lo mismo para longitud de brote en cada estaca lo cual se explica a continuación.

F) LARGO DE RAÍZ Y NÚMERO DE BROTES POR ESTACA

La longitud de la raíz se midió desde el inicio de la raíz independientemente de si se ubica en la base o no de la raíz hasta la parte terminal de la fibrilla más larga.

Para el aspecto de brotadura se midió en cada estaca, el número de brotes presentes así como el tipo según la siguiente clasificación: brote apical (1) y brote axilar o lateral (2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se analizan y muestran los resultados obtenidos con la propagación del material vegetativo que va a ser utilizado para dar inicio a una base clonal con la especie, donde se discuten los aspectos fundamentales que explican el porque de las variables evaluadas en la realización de esta sección de la investigación.

Se analiza en términos concretos el tipo de manejo que se le debe dar al banco de clones propagados así como estrategias futuras para proseguir con posibles estudios posteriores. A continuación se muestran cuadros y figuras que ilustran dichos resultados con su respectivo análisis.

En el Cuadro 14 se muestran los resultados obtenidos del material que va a conformar el jardín clonal .

Cuadro 14 Número de clones vivos, enraizados y brotados de material juvenil de *Ulmus mexicana* de 11 meses de edad según tipo de calidad de raíz y clase de brote.

Familia	Clones vivos	Clones con raíz	Calidad Raíz			Clones brotados	Brotación			B-E
			1	2	3		A	L	M	
1	11	7	5	2	0	7	3	0	4	7
2	10	9	6	2	1	3	1	1	1	3
3	9	6	5	1	0	5	3	1	1	5
4	11	9	8	1	0	3	0	0	3	3
5	12	10	7	2	1	6	3	2	1	6
6	11	6	4	2	0	5	2	2	1	3
7	12	11	6	2	3	4	3	0	1	4
8	11	6	4	1	1	3	2	0	1	3
9	10	7	5	2	0	4	1	2	1	4
10	8	2	2	0	0	2	1	1	0	2
11	8	8	7	1	0	5	2	0	3	5
12	9	9	7	2	0	6	1	0	5	6
13	10	8	8	0	0	5	1	1	3	5
Total	132	98	74	18	6	58	23	10	25	56

A: brote apical **M:** brote múltiple

L : brote lateral **B-E :** Brotación y enraizamiento simultáneo.

En el cuadro 11 se observa que de un total de 132 clones vivos fue capaz de enraizar 98 plántulas que representa un 74 %. Se puede observar que la mayor cantidad de individuos

enraizados poseen calidad de raíz tipo 1 que representa un 75 % , para calidad se obtuvo un 18.4% y para calidad 3 un 6.12 %.

El total de clones brotados fue de 58 lo que representa un 59, 2% del total de clones vivos, en la mayoría de los casos se presentó una brotación múltiple que representa un 43 %, para el caso de brote tipo apical se presentó un 39.7 % y para lateral un 17.2 % del total de clones brotados.

En el caso de brotación y enraizamiento simultáneo un 96.6 de los individuos que brotaron presentaron presencia radicular.

Es importante destacar que esta especie tiende a producir un buen sistema radicular lo que es una de las barreras en el área de propagación vegetativa ya que en muchos casos se presentan problemas de mortalidad cuando el material es llevado al campo debido a un sistema radicular escaso o mal formado de las estacas.

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
c1												
c2												
c3												
c4												
c5												
c6												
c7												
c8												
c9												
c10												
c11												
c12												

Figura 20 . Diseño del jardín clonal en el invernadero y en campo abierto.

F 1 –13 : Familias de la 1 a la 13

c1 – c12 : Clones del 1 al 12.

Se realizó un análisis de varianza con el paquete estadístico SAS 4.0 que evaluó las variables: número de brotes, largo de raíz, largo y tipo de brote el cual tal y como se muestra en el Cuadro 15

Cuadro 15. Análisis de varianza según el número de brotes, largo de raíz, largo de brote y tipo de brote de material juvenil seleccionado de *Ulmus mexicana* en condiciones de invernadero.

N° de brotes						
Fuente de variación	Gl	SC	CM	F calc	Pr >	
Familia	12	7,07692308	0,58974359	1,63	0,0888	ns
Largo de Raíz						
Familia	12	135,544550	11,2953801	1,76	0,0681	ns
Calidad						
Familia	12	4,30372604	0,35864384	0,98	0,4785	ns
Largo de Brote						
Familia	12	27,4908122	2,2909010	2,87	0,0066	**
Clon (Familia)	143	287,638586	2,0114586	2,52	0,0007	***
Tipo de Brote						
Familia	12	2,05477839	0,17123153	0,46	0,9229	ns

** Significativo al 99% ***significativo al 99.9 %

En el cuadro 15 se observa que no se obtuvieron diferencias significativas entre familias para las variables número de brotes, largo radicular, calidad y tipo de brote. Lo cual significa que en términos generales no se pueden eliminar según el análisis, familias del bancal, mediante una selección o diferenciación de las mejores respecto las peores . En el caso de largo de brote si se encuentran diferencias significativas entre familias y clones dentro de las familias, lo que muestra que la capacidad de brotación si varía de una familia a otra. Esto podrá generar información útil si se requiere trabajar con una mayor cantidad de brotes destinados a ser propagados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El porcentaje de individuos con calidad de raíz tipo 1 fue de un 75 % de los clones enraizados, un 18.4% para calidad 2 y un 6.1% en calidad 3, lo que representa el material para iniciar el establecimiento del el jardín clonal.

El Porcentaje de enraizamiento del jardín fue de un 63 % del total de estacas, un 37 % para brotación y un 84, 6 % en sobrevivencia.

El número de promedio de brotes por estacas es de 1.66.

La longitud promedio de largo de brote y longitud radicular fue de 18.6 y 44.7 mm respectivamente.

RECOMENDACIONES

Es importante seguir propagando mayor cantidad de plántulas de las 13 familias que conforman el bancal para así incrementar la base clonal de la especie.

Se hace necesario adecuar técnicas óptimas para el manejo de los brotes del jardín clonal así como evaluar preliminarmente el potencial de enraizamiento de brotes tanto apicales como laterales y determinar su tasa de enraizamiento.

Se deben planificar estrategias concretas de cuidado en el campo del jardín clonal, además ser capaz de llevar un control sistemático de la sobrevivencia y desarrollo del material del jardín clonal así como los cuidados básicos como los son las podas, manejo de brotes ,fertilización periódica y riego.

Es recomendable evaluar distintas intensidades luminosas en la cámara de enraizado mediante accesorios como lo son la utilización de mayor cantidad de capas de zarán.

evaluar otros medios de propagación como bandejas de otras dimensiones, “maya dinámica (Pellet)”.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, G. 1997. Evaluación del potencial de propagación vegetativa de material juvenil de *Anacardium excelsum* (Berb- Balbs) Skeels, *Copaifera aromatica* y *Tabebuia rosea* (Bertol) Dc, especies maderables nativas de la zona Central de Panamá. Práctica de especialidad. Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica 70 p.
- BURGUER, W.1977. Flora costaricensis. Chicago, Field Museum of Natural History. 291 p .
- CARRERAS, M. 1997. La propagación vegetativa en el género *Pinus*. Ciencia Forestal. México. 7 (2) : 3p.
- CORNELIUS, J . ; MESEN, F. ; COREA, E. ; 1992. Mejoramiento genético forestal en América Central : Estrategias apropiadas, preocupaciones, y el camino por recorrer. El Chasqui. Costa Rica . 28 : 3 p.
- EGUILUZ, P. 1988. Glosario de términos de genética forestal y mejoramiento genético forestal. Boletín Técnico N° 2. Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, Mexico.
- HAISSING, B. E. 1982. The rooting stimulus in pine cuttings. Reprints. International Plant Propagators Society. Vol. 33Forest Service- USDA. PP. 625- 638.
- HARTMANN, H . ; KESTER, D. 1990. Propagación de plantas : Principios y prácticas. Traducido al español por AntonioMarino. CECSA. 4ta edición. México.
- IGLESIAS , L. *et al* . 1996. La propagación vegetativa en plantas forestales. Ciencia Forestal en México. México. 79 (21) : 16-41p.
- LEAKEY,R.R.B. 1982. The capacity for vegetative propagation in trees. In : Attributes of Trees as Crop Plants. Canne, M.G.R. & Jackson, E. H. (eds). Institute of Terrestrial Ecology. Monks Wood. Abbos Ripton. Hunt., pp . 110 – 133 p.
- LEAKY, R.B.B . 1986 . Cloned tropical hardwoods. Quicker Genetic Gain Span 29 : 35 – 37.

- LEAKY, R.B.B. *et al.* 1990. Low- technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees *Common Forestry Review* (G. B) 69 (3) : 247 – 257 .
- LIBBY, W. J. 1983. Potential of clonal forestry. in : *Clonal Forestry. Part 2. Its impact Proc. on Tree Improvement and Our Future Forests. 19 th Meet. Can. Tree Improv. Assoc.*
- LONGMAN, K.A.1993. Enraizamiento de estacas de árboles tropicales. *Arboles tropicales: Manual de propagación y plantación.* Commonwealth Science Council. Vol 1.London . 137 p.
- MACDONALD, B . 1986. *Practical woody plant propagation for nursery growers. Vol 1* Timber Press. USA.
- MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales : Uso de propagadores de sub-irrigación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Proyecto de Semillas Forestales. Serie técnica Manual Técnico n° 30, Turrialba Costa Rica.
- MESEN, F.; LEAKEY, R. ; NEWTON, A. 1986. Hacia el desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. *El Chasqui .Costa Rica .28:6-18 p.*
- NIEMBRO, A.1986. *Arboles y arbustos útiles de México.* Editorial Limusa. México, D.F. México . 206 p.
- PANIAGUA, R. 1992. Propagación vegetativa por estacas de ramas de árboles adultos de *Eucalyptus deglupta* Blume. Informe de práctica de especialidad. Costa. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica 79 p .
- PATIÑO,V. ; MARIN, C. 1993. *Viveros Forestales : Planeación, establecimiento y producción de planta.* SARAH- INIFAP-Centro de Invest. Regional del Suresta. México.
- RAUTER, R. M. 1982. Recente advances in vegetative propagation including biological and economic consideration and future potential. Joint meeting of working parties on Genetics about Breeding Strategies including Multiclonal varieties. Ministry of Natural Resources. Ontario, Canadá. 26 p.

- RODRIGUEZ, H. 1994. Montaje de un huerto semillero de *Bombacopsis quinatum* (JACQ) DUGAND en la Península de Nicoya, Cantón de Hojanca. Informe de práctica de especialidad. Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica Cartago, Costa Rica 38 p.
- SANCHEZ, S. 1999. Ensayos de Propagación Vegetativa en Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill). Informe de Práctica de Especialidad. Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago, Costa Rica.
- WRIGHT, J. W. 1986. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Roma, FAO.
- ZOBEL, B. TALBERT, J. 1992 . Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial limusa. México, D.F. 545p.

ANEXOS

Anexo 1 Productos utilizados en los ensayos de enraizamiento y desinfección con *Ulmus mexicana*.

Nombre comercial	Descripción
Abono Coopevictoria	Abono orgánico
Agriroot 1DP	Regulador de crecimiento
Agri-mycin - 16.5 WP	Bactericida-antibiótico
Alcohol Multiuso al 80%	Multiuso
Cloro comercial al 3.5%	Multiuso
Bayfolan Forte	Fertilizante foliar
Benlate 50 WP	Fungicida
Multimineral Metalosate	Fertilizante foliar
Kilol LDF- 100 11 SL	Fungicida - Bactericida botánico
Vitavax	Fungicida

Anexo 2 Diagrama de la bandeja utilizado para las evaluaciones de los distintos ensayos realizado con *Ulmus mexicana*.

Fecha de Establecimiento del ensayo _____

Fecha de Evaluación del Ensayo _____
