



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



237
reje.

**ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE Ginkgo biloba Lin.
TRATADAS CON DIFERENTES ENRAIZADORES QUIMICOS DE
USO COMERCIAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
RICARDO LEONARDO MANZANOS PALACIOS

ASESOR: ING. FRANCISCO CRUZ PIZARRO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



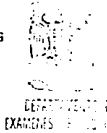
UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .



AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Encauzamiento de estacas de Pinko biloba lin. tratadas con diferentes
encauzadores químicos de uso comercial".

que presenta el pasante: Manzanos Palacios Ricardo Leonardo
con número de cuenta: 9523982-5 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 2 de Febrero de 1994

PRESIDENTE	<u>Uici. Elva Martínez Holguín</u>	
VOCAL	<u>Ing. Francisco Cruz Pizarro</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Gregorio Arellano Ostoa</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Abel Rodríguez Juano</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Javier Carrillo Salazar</u>	

AGRADECIMIENTOS

A la U.N.A.M. por permitirme el honor de pertenecer a tan prestigiada institución a la que le debo mi formación profesional.

Al licenciado Gil Garcia Sanchez y al ingeniero Rafael Celma, por que gracias a su inquietud y apoyo se pudo realizar la presente investigación.

Al ingeniero Marco Antonio Trejo por su colaboración durante la fase experimental del trabajo.

Al ingeniero Francisco Cruz Pizarro, por haberme brindado parte de sus conocimientos e invertirlos en la dirección de esta tesis.

A la bióloga Elva Martinez Holguín por sus valiosas observaciones y sugerencias realizadas sobre este trabajo.

Al ingeniero Gregorio Arellano Ostoa por desviar la atención de su trabajo de maestria para la revisión del documento.

Al ingeniero Abel Rodriguez Bueno por el interes demostrado para la revisión de la tesis.

Al ingeniero Javier Carrillo Salazar por su amistad y acertadas observaciones hacia este trabajo.

A los ingenieros "Diaz" (Esther y Salvador) por sus invaluable observaciones del presente trabajo, por la gran amistad que me han brindado y por compartir desinteresadamente sus conocimientos y experiencias de la vida profesional.

A Hector y Gema por su paciencia, colaboración y disponibilidad para la edición de este trabajo.

A la Familia Alvarez por su paciencia y por permitirme hacer uso de sus instalaciones de computo.

A mis tias Ana, Queta y Tere por su cooperación para la impresión de la tesis.

A todos los que de alguna manera han colaborado conmigo para lograr esta meta.

DEDICATORIAS

A mi Padre Héctor Manzanos Cházaro que ha hecho posible todo lo que soy, por que gracias a su apoyo y ejemplo he valorado que la vida requiere de grandes esfuerzos.

A mi Madre Leticia Palacios de Manzanos por su gran optimismo, por su contagiable dón de superación, por contribuir tan impetuosamente en la formación de sus hijos, por todo lo que significas y aportas a mi vida.

A mis Hermanos Héctor y Raúl que representan todo mi cariño y felicidad, a quien les deseo que se cumplan todos sus anhelos.

A mis Abuelos paternos Rodolfo y Lupe por haber sido el pilar de mi vida familiar y por haber trasmitido tantos y tan grandes valores.

A mis Abuelos Emmanuel (+) y Cuca por todo el apoyo que me han brindado a lo largo del tiempo, por sus consejos y compañía. Por ser un gran ejemplo en todas las circunstancias de la vida.

A mi tío Mario y mi tia Geña por todo el apoyo que me han brindado y por el gran cariño que me une a ellos.

A mi tío Jose y mi tia Ticha por el gran cariño y apoyo que me han brindado.

A Lucy por que con su amistad y su compañía me ha dado fuerzas para superarme cada día más.

A mis amigos Javier, Fer, Rol, Alejandro, Margarita, Jose Luis, Gerardo, Grisel, Tanis, Jesús, Edgar, Gaby, Sofia, Lym, Araceli, Alejandra, Magda, Martín y a todos los que forman parte de esta interminable lista.

INDICE

RESUMEN.....	I
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	5
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	6
2.1. Generalidades de la especie.....	6
2.1.1. Importancia económica.....	7
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	7
2.1.3. Descripción botánica.....	8
Raíz.....	8
Tallo.....	8
Hojas.....	9
Flores.....	9
Fruto.....	10
2.1.4. Requerimientos ambientales.....	10
2.2. Reproducción sexual.....	10
2.3. Multiplicación asexual.....	12
2.3.1. Razones para emplear la multiplicación asexual.....	12
2.3.2. Técnicas de la multiplicación por estacas.....	13
2.3.3. Ventajas y desventajas de la multiplicación por estacas.....	14
2.4. Tipos de estacado ó multiplicación por estacas.....	15
2.4.1. Estacas de tallo.....	16
2.5. Bases genéticas anatómicas y fisiológicas de la planta madre.....	17
2.5.1. Características de la planta madre.....	17
2.5.1.1. Selección inicial.....	17
2.5.1.2. Condición fisiológica.....	18
2.5.1.3. Edad de la planta madre.....	19
2.5.1.4. Posición de la estaca en la planta madre.....	20
2.5.1.5. Edad y tipo de madera utilizada para la estaca.....	21
2.5.1.6. Largo de la estaca.....	22
2.5.1.7. Epoca de corte.....	23
2.6. Bases anatómicas y fisiológicas de la propagación por estacas.....	25
2.6.1. Desarrollo anatómico de las raíces en estaca de tallo.....	25
2.6.2. Primordios de raíz.....	27
2.6.3. Iniciales de raíz preformadas.....	27
2.6.4. Callo.....	28
2.6.5. Efecto de hojas y yemas en la formación de raíz.....	28
2.6.6. Polaridad.....	29

2.7. Condiciones ambientales durante el enraizamiento..	30
2.7.1. Medio de enraizamiento.....	30
2.7.2. Temperatura.....	32
2.7.3. Humedad.....	33
2.7.4. Luminosidad.....	34
2.8. Cuidados de la estaca durante el enraizamiento....	35
2.9. Manejo de la estaca después del enraizamiento.....	36
2.10. Reguladores de crecimiento.....	36
2.10.1. Auxinas.....	37
2.10.2. Giberelinas.....	39
2.10.3. Citoclininas.....	39
2.10.4. Acido abscísico.....	40
2.10.5. Etileno.....	40
2.10.6. Inhibidores endógenos del crecimiento.....	41
2.10.7. Características de los enraizadores comerciales.....	42
2.11. Tratamiento de estacas.....	46
2.11.1. Metodos de aplicación.....	46
2.11.2. lesionado.....	47
2.11.3. Desinfección del material.....	48
III. MATERIALES Y METODOS.....	49
3.1. Localización del área experimental.....	49
3.2. Características del invernadero.....	49
3.3. Diseño experimental.....	49
3.3.1. Unidad experimental.....	50
3.3.2. tratamientos.....	50
3.3.3. Repeticiones.....	50
3.4. Características del material vegetativo utilizado.	50
3.5. Materiales utilizados.....	51
3.6. Cama de enraizamiento.....	51
3.7. Preparación de las estacas.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	54
4.1. Porcentaje de enraizamiento.....	54
4.2. Numero de raices.....	63
4.3. Longitud de raíz.....	72
4.4. Diámetro raíz.....	79
V. CONCLUSIONES.....	85
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFIA.....	87

INDICE DE GRAFICAS

Grafica No.

1	Porcentajes de enraizamiento.....	55
2	Porcentaje de enraizamiento/concentración auxinica.	58
3	Porcentaje enraizamiento / posición en la rama.....	62
4	Numero de raices por tratamiento.....	65
5	No. de raices / concentración auxinica.....	67
6	Promedio de raices / tratamiento.....	68
7	Longitud de raíz / tratamiento.....	74
8	Promedio en la longitud de raíz/tratamiento.....	75
9	Longitud de raíz / concentración de auxinas.....	77
10	Diametro de raíz / tratamiento.....	81
11	Promedio del diametro de raíz / tratamiento.....	82
12	Diametro / concentración auxinica.....	83

INDICE DE CUADROS

No. CUADRO

1	Porcentajes de enraizamiento.....	59
2	Estacas enraizadas.....	61
3	ANOVA número de brotes de raíz.....	64
4	Comparación de medias.....	64
5	Concentrados de datos sobre brotes de raíz.....	71
6	ANOVA longitud de raíz.....	73
7	Comparación de medias.....	73
8	Concentrado de datos sobre longitud de raíz.....	78
9	ANOVA diametro de raíz.....	80
10	Comparación de medias.....	80
11	Concentrado de datos sobre diametro de raíz.....	84

RESUMEN

Se evaluó la eficiencia de los enraizadores comerciales "Raizone plus", "Enraizador QF", "Radix 10,000" y "Radix 1,500" en el enraizamiento de estacas del árbol *Ginkgo biloba* Lin.

El ensayo se realizó durante el periodo del 24 de julio al 30 de noviembre de 1972, en las instalaciones del rancho "San Ramón" localizado en el municipio de Teoloyucan, Estado de Mexico.

Se utilizó un diseño completamente al azar integrado por 5 tratamientos incluyendo al testigo, con 30 repeticiones cada uno de ellos, evaluandose las variables; porcentaje de enraizamiento, numero de brotes de raíz, longitud y diámetro de las mismas.

El producto que promovió mejores resultados fue el enraizador "Raizone plus" alcanzando un 30 % de enraizamiento, en orden decreciente le siguió el producto "Radix 1500" con 10% y el tratamiento testigo con rangos similares. Los tratamientos con los productos "Radix 10,000" y el "Enraizador QF" tuvieron bajos niveles en sus porcentajes.

Los resultados obtenidos con estos enraizadores estuvieron estrechamente relacionados con la concentración de auxinas que aporta cada uno de ellos, esto nos permitió concluir que una concentración de 1,800 ppm de auxinas provoca mejores efectos en el enraizamiento de estacas de esta especie.

I. INTRODUCCION

El árbol de *Ginkgo biloba* lin. es una especie poco conocida en México, pero de gran valor a nivel mundial. su resistencia y adaptación a los grandes centros urbanos lo colocan como una de las plantas más cotizadas para la reforestación de áreas verdes en diversos países del mundo. (Perry et al,1978)

Esta especie arbórea es catalogada como un fósil viviente, que tiene un registro geológico de más de 150 millones de años. (Hocker,1979)

Debido a su gran poder de adaptación hacia los cambios climáticos en los procesos de evolución de la tierra, ha podido sobrevivir hasta nuestros días. (Cronquist,1977)

La importancia de este árbol radica principalmente en la belleza de sus hojas y su resistencia a la contaminación que generan las grandes urbes como por ejemplo la lluvia ácida y los gases emitidos por las fabricas y/o vehiculos automotores. (Greulach,1970)

En algunos países asiáticos el fruto representa gran valor alimenticio, aunque su consumo no esta muy difundido en el mundo. (Edlin et al,1978)

En México esta especie es muy cotizada por su gran valor ornamental, sin embargo, su número de individuos es muy limitado. Los organismos más representativos de esta especie existentes en nuestro territorio se encuentran en el parque de la Bombilla en la Delegación Alvaro Obregón, en la Universidad Autónoma de Chapingo, en los Viveros de Coyoacán, en el jardín botánico exterior de Ciudad Universitaria, en el jardín botánico Francisco Javier Clavijero en Xalapa, Veracruz y en el bosque de Chapultepec primera sección.

Otro número importante de árboles de esta especie son propiedad de particulares, por lo que se conocen pocos datos especificos de su cantidad y sus características.

En el territorio Mexicano existen diferentes tipos de climas que permiten la adaptación y desarrollo del árbol de Ginkgo. (Valdes, 1984) Tomando en cuenta estas características se puede promover su reproducción y plantación en distintas zonas para incrementar el número de organismos, lo que permitiría aprovechar sus cualidades alimenticias, medicinales, artesanales y sobre todo ornamentales.

El presente trabajo tiene la finalidad de conocer la respuesta del enraizamiento de las estacas de *Ginkgo biloba* Lin. tratadas con enraizadores de uso comercial en México, como son "raizone plus", "enraizador DF", "radix 10,000", y "radix 1500", así como un testigo.

La importancia de este trabajo es adecuar y generar información respecto a la multiplicación asexual del árbol de *Ginkgo biloba* Lin. de acuerdo a los insumos existentes en México y con un bajo nivel tecnológico, para así contar con un conocimiento básico de las condiciones necesarias para su propagación.

Objetivos

Multiplicar el árbol de *Ginkgo biloba* Lin. por medio de la técnica de estacado.

Evaluar las respuestas del enraizamiento de estacas de Ginkgo, utilizando radix 10,000, radix 1500, raizone plus, enraizador QF y un testigo sin enraizador.

Meta

Contribuir a la formación de una reserva de árboles de Ginkgo para su utilización en parques y Jardines.

Hipótesis

Las estacas del árbol *Ginkgo biloba* Lin. tendrán la posibilidad de desarrollar raíces, al ser tratadas con los productos químicos que aporten la cantidad de auxinas necesarias para promover su desarrollo.

Las distintas concentraciones de auxinas que contienen los tratamientos provocarán efectos diferentes en las estacas, durante el tiempo de inducción y diferenciación de raíz.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Generalidades de la especie

Ginkgo biloba Lin., es el único representante viviente de un grupo de plantas muy difundido en tiempos prehistóricos. (Perry Frances, 1978) Desde el periodo Carbonífero en la era Paleozoica hasta el periodo Triásico de la era Mesozoica, hace 185 millones de años. (Cronquist,1977) Por tal motivo, es considerado por los paleobotánicos como un fósil viviente que ha logrado sobrevivir hasta nuestros días sin haber experimentado cambios notables en su estructura. (Edlin,1978)

Se han encontrado registros fósiles de este árbol distribuidos en los dos hemisferios. A partir de esa información se deduce que el "Ginkgo" surgió en todo el mundo de forma natural, pero conforme se fueron presentando cambios climáticos sobre la tierra, tales como glaciaciones, inundaciones, etc. su hábitat se fue reduciendo. (Valdez,1984)

La especie se hizo conocida para la civilización occidental a través de los monasterios budistas de China, que lo consideraban como un árbol sagrado y lo siguieron cultivando evitando con esto su extinción. (Cronquist,1977)

Nunca se ha encontrado en forma silvestre, pero se sabe que es una planta endémica del sur de Asia. En la actualidad en la provincia de Chekiang, China. es donde se conservan los representantes más antiguos de esta especie por lo que se considera como su centro de distribución. (Edlin,1978)

En el siglo XVIII, los viajeros lo introdujeron a Europa de ahí se distribuyó a jardines y parques de las principales capitales del mundo. (Godet,1986)

Los nombres comunes que recibe son: Ginkgo en Español, Cabellera de Venus en Estados Unidos y Canada, Ginco en Italia, Yin-Kuo en Japones, Ginkgobaun en Alemán y Árbol de los pies de pato en China, haciendo referencia a la forma de sus hojas. (Edlin,1978)

2.1.1. Importancia económica

La resistencia y adaptación que presenta el árbol de Ginkgo hacia los factores ambientales, elementos del medio, plagas, enfermedades, gases tóxicos emitidos por automóviles y fábricas, y desarrollo en distintos tipos de suelo, entre otros, lo colocan como una especie de gran valor para la reforestación urbana. (Greulach,1970)

La especie se cultiva ampliamente en China y Japón por sus semillas comestibles, denominadas "pai-kwo". (Sporns,1980), sin embargo, su sabor todavía no es muy aceptado en el resto del mundo.

El árbol masculino tiene mayor valor y utilización, debido a que el fruto de las plantas hembras al madurar emiten un olor fétido, desagradable al ser humano. (Perry et al,1978)

Las hojas y los frutos del Ginkgo contienen sustancias químicas que se emplean en la fabricación de medicamentos para tratamientos de enfermedades como la asfixia fetal y la vasodilatación, dichos compuestos son el "bilobade A" H1808 y el "ginkgolide" $C_{40}H_{74}O_9$, también utilizados en la elaboración de anticonceptivos. (Valdez,1984)

En la actualidad diversos países como Japón, Korea, la Comunidad de Estados Independientes e Inglaterra efectúan análisis de riboflamina y estimulantes para la oxigenación de la sangre. (Bonfonte, 1985).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Reino:	Vegetal	
Subreino:	Embriophyta	
División:	Espermatophyta	
Subdivisión:	Gymnospermae	
Clase:	Ginkgoopsida	
Orden:	Ginkgoales	
Familia:	Ginkgoaceae	
Genero:	<i>Ginkgo</i>	
Especie:	<i>biloba</i>	Linneo

(Cronquist,1977)

Este árbol tiene gran afinidad con las coníferas, de ahí que en algunas clasificaciones y bibliografías la enmarcan en este grupo. El científico Florin concluyó en una de sus investigaciones que las Ginkgoales, Cordaitales, Coniferales y Taxales pertenecen al mismo grupo natural, Coniferopsida, pero que constituyen líneas evolutivas paralelas que se separaron desde la época del Devónico Superior ó del Carbonífero. (Sporns,1980)

2.1.3. Descripción botánica

Raíz

El sistema radicular es muy parecido morfológicamente a las coníferas, esta compuesta por una raíz principal de gran tamaño y raíces secundarias, careciendo de pelos radiculares, por lo cual desarrollan relaciones simbióticas con micorrizas, los efectos benéficos de estas asociaciones se reflejan en la nutrición mineral. (Sutton,1969)

La raíz de Ginkgo se diferencia de la de las coníferas por tener cavidades mucilaginosas en lugar de conductos resiníferos. (Cronquist,1977)

Tallo

El tallo generalmente bifurcado puede alcanzar alturas de hasta 40 metros. (Phillips,1985) En su estado juvenil el tallo es columnar, (Dallimore et al,1923) con ramas esparcidas en forma de espiral, poco densas, al madurar se pierde la forma cónica del árbol adquiriendo una gran copa extendida.

La especie presenta dos tipos de ramificaciones, ramas cortas y ramas largas, generalmente no existen diferencias fundamentales entre las dos, ya que los meristemas apicales son esencialmente los mismos. (Sporns,1980)

Las ramas se distribuyen de diferentes formas en el árbol pudiendo ser horizontales y/o colgantes. (Dallimore et al,1923)

Los tallos son profundamente acanalados y su corteza, café-grisáceo, es bastante suberosa, con anchas fisuras irregulares que se dividen en placas desiguales, con frecuencia presentan protuberancias y rebabas. (Edlin,1978)

La madera es amarillenta, ligera. Debido a su gran cantidad de traqueidas y rayos leñosos, es quebradiza y de poco valor, aunque los Chinos y Japoneses la utilizan para trabajos artesanales. (Sporns,1980)

Hojas

Arbol caducifolio con hojas de forma flabelada o abanico con el borde superior irregularmente ondulado con una longitud de 6-10 cm. (Hernie,1985)

El peciolo tiene una longitud de 2 a 9 cm. La base de la lámina es ancha cuneiforme. (Godet,1986) Esta parte recibe dos cordones vasculares. (Sporns,1980)

El haz y el envez son glabros con nervaduras bifurcadas dicotómicamente, claramente visibles. (Edlin,1978)

Las hojas presentan pocos estomas en la epidermis superior, la parte inferior presenta mayor número distribuidos en bandas anchas entre las nervaduras, con cuatro, cinco o seis células de guarda. (Sporns,1980)

Las hojas de las ramas largas son principalmente bilobadas, las de las ramas cortas son enteras. (Sporns,1980) La coloración es verde brillante a verde medio en verano, en otoño adquieren un hermoso color amarillo oro antes de caer. (Edlin,1978)

Se disponen helicoidalmente en tallos nuevos, en tallos viejos forman verticilios o racimos sobre espolones cortos. (Godet,1986)

Flores

Es una planta dioica. Los árboles femeninos presentan óvulos desnudos que nacen en las axilas de las hojas. La punta del pedúnculo se bifurca, portando en cada ramificación un solo óvulo sentado sobre el ovario, sin estilo y con un collar carnoso que rodea su base. Generalmente existen dos óvulos en cada pedúnculo, aunque, pueden existir cuatro o más. (Sporns,1980)

Los órganos masculinos son amentos gruesos y amarillos de 6-8 cm. de longitud. (Chinery et al,1984) Se producen en las axilas o bien en las hojas escamiformes de las ramas cortas de los árboles y consisten en un eje principal con microesporangióforos laterales.

El número cromosómico del Ginkgo es de 12, el sexo se determina por medio de cromosomas, siendo la planta femenina XX y la masculina XY. (Sporns,1980)

La fecundación se realiza en la primavera y el desarrollo del óvulo termina en otoño. (Dallimore et al,1923)

Fruto

Presenta un fruto globular de 2.5 cm. de diámetro, su primera etapa es verde volviéndose amarillo marrón al madurar. (Chinery et al,1984) La capa externa de la semilla produce olores nauseabundos, la capa media es pétrea y acuesa con partes débilmente lignificadas. (Sporns,1980)

Semilla

El embrión posee dos cotiledones, comestibles de aproximadamente 2 cm. de diámetro. (Sporns,1980) Su aspecto es parecido a una nuez de color blanco, de ahí que reciba este nombre. La semilla es muy demandada en reuniones sociales de los países asiáticos. (Valdez,1984)

2.1.4. Requerimientos ambientales

El árbol se ha logrado adaptar a una gran diversidad de climas desde los subtropicales hasta templados, (Valdes, 1984) donde se planta con mayor frecuencia. (Edlin,1978) Es tolerante al frío y al calor extremo.

Se desarrolla sin dificultades en una gran variedad de suelos; preferentemente en suelos profundos y bien drenados. (Maino y Frances,1975)

En general es un árbol muy rústico que tiene un buen desarrollo en diferentes tipos de clima y suelo, es tolerante al smog y la lluvia acida, por lo que se demanda mucho para su plantación en áreas verdes.

2.2. Reproducción sexual

La propagación sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semilla y la creación de individuos con nuevos genotipos. (Hartman et al 1975)

La fecundación de la flor femenina en Ginkgo es similar a la de los helechos, por esta razón los científicos la ubican como un eslabón entre los helechos y las fanerógamas. (Valdez,1984)

Este razonamiento se debe a que el Ginkgo posee espermias móviles, pero Sporns, encontró que la fecundación en esta planta es esencialmente igual a los pinos, con la formación de dos células protálicas, un núcleo del tubo, una célula estéril y una espermatogénica.

El tubo polínico de esta planta es un haustório y sirve para sujetar el grano de polen en la cavidad de la cámara espermática en la cual son liberados los largos espermias móviles, cada uno con una banda espiral de flagelos. En esta fase (otoño) el óvulo ha alcanzado su tamaño total. (Sporns, 1980)

La fecundación se realiza por el viento, el desarrollo de la fruta se completa cuando esta cae al suelo, la capa carnosa se revienta y empieza a podrirse. (Valdez, 1984)

En países donde existen ejemplares femeninos se emplea la propagación por semilla. la técnica consiste en: recolectar los frutos a mediados de otoño, remover la pulpa y guardar las semillas limpias en arena húmeda durante 2 meses a temperaturas de 15 a 21 grados centígrados, para que se complete el desarrollo del embrión. Posteriormente se estratifican por cuatro meses a 4 grados centígrados; para obtener una germinación uniforme. (Hartman et al 1975)

2.3. Multiplicación asexual

Desde tiempos antiguos, la multiplicación vegetativa se ha venido utilizando en la horticultura para conservar y multiplicar variedades de plantas valiosas. (Vastey,1962)

La multiplicación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de plantas, ya que estos órganos tienen la capacidad de regeneración. (Hartman et al 1975)

Este tipo de multiplicación efectuada artificialmente tiene la finalidad de obtener individuos que tengan caracteres iguales a la planta madre. (Arredondo,1987)

En la multiplicación asexual intervienen factores anatómicos, fisiológicos, nutricionales y ambientales determinantes para la emisión de órganos requeridos para el desarrollo y formación de un nuevo organismo.

La multiplicación de plantas, por medio de estacas ha resultado muchas veces ser más barata y menos laboriosa que el injerto y el acodo. (Vastey,1962)

La especie de Ginkgo, se puede propagar por medio de estacas de madera suave tomadas a mitad del verano, haciendolas enraizar en invernadero o con niebla intermitente. (Hartman et al 1975)

Francisco Valdés,(1984), logró enraizar estacas de este árbol, probando diferentes concentraciones de ácido indolbutírico, sin embargo, con el tratamiento utilizado como testigo, se obtuvieron mejores resultados.

2.3.1. Razones para emplear la multiplicación

La multiplicación asexual produce clones, en los cuales existe una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociado con la célula progenitora, para formar dos células hijas conteniendo toda la información genética de la planta progenitora. Por esto, las características de una planta son perpetuadas en este tipo de multiplicación. (Hartman et al 1975)

La multiplicación asexual es indispensable en cultivares que no producen semillas viables, o en la cual se dificulta la reproducción sexual, como es el caso del Ginkgo, por que se carece de plantas femeninas, especialmente en nuestro país.

Existen otras razones como:

- 1) En algunas especies este tipo de multiplicación es más rápida, fácil y económica que por semilla.
- 2) Se evita el periodo de latencia que presentan algunas semillas.
- 3) En algunos casos se presenta un crecimiento más rápido de las especies.
- 4) Se acorta el periodo juvenil, y en ocasiones se evitan características inconvenientes como espinas. (Godet,1986)
- 5) Se perpetúan variedades o individuos valiosos. (Vastey,1962)
- 6) Se multiplican plantas resistentes a plagas y/o enfermedades.
- 7) Se obtienen plantas con el mismo tipo de sexo, que la planta madre.
- 8) Permite la reproducción de plantas sin tener que contar con organismos de los dos sexos.
- 9) Existe homogeneidad en el material propagado.
- 10) No se presentan problemas de incompatibilidad. (Camacho,1989)

2.3.2. Técnicas de multiplicación por estacas

Esta técnica ha sido muy utilizada en la multiplicación de especies de frutales, horticolas y ornamentales, obteniendo resultados satisfactorios. (Vastey,1962)

La multiplicación por estacas consiste en tomar una parte de la planta la cual se hace enraizar después de su separación, transformándose en una planta independiente. (Brum,1970)

En las estacas de tallo y estacas con hojas y/o yemas, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema radicular, pues ya se cuenta con un sistema de tallo potencial. Tanto en plantas jóvenes como en plantas maduras, se tiene la capacidad de retornar a la condición meristemática y de producir nuevos sistemas de raíz, tallo o ambos. (Hartman et al 1975)

Con un manejo adecuado de los factores que intervienen en el enraizamiento la mayoría de las plantas pueden ser enraizadas. (Paniagua,1985)

2.3.3. Ventajas y desventajas de la multiplicación por estacas

Ventajas:

- 1) Es un método importante para conservar las características de un gran número de especies.
- 2) Existe gran simplicidad en su procedimiento.
- 3) Se obtienen resultados rápidamente.
- 4) De una sola planta madre se obtienen gran número de individuos.
- 5) Homogeneidad en las plantas obtenidas.
- 6) No existe incompatibilidad entre dos partes vegetativas.
- 7) Conservación de características de la planta madre.
- 8) Poco espacio.
- 9) Bajo costo de operación.

Desventajas:

- 1) Poca resistencia de la raíz a condiciones desfavorables.
- 2) Imposibilidad de cambiar alguna característica.
- 3) Reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades. (Calderon, 1977)
- 4) Anclaje deficiente
- 5) Se acorta la longevidad (Comentario del Ing. Abel Rodríguez Bueno, 1994).

2.4. Tipos de estacado ó multiplicación por estacas

Las estacas casi siempre se hacen de partes vegetativas de la planta, como tallos, hojas y raíces. Por lo cual su clasificación es referida a la parte de la planta de la cual se obtiene y a si como su consistencia:

Estacas de tallo

Madera dura

Caducifolia

Siempre verdes de hoja angosta

Madera semidura

Madera suave

Herbáceas

Estacas de hoja

Estacas con hoja y yema

Estacas de raíz (Hartman et al 1975)

Existe otro tipo de clasificación de acuerdo a la forma de como están hechas las estacas recibiendo los siguientes nombres:

1. Estaca simple: formada por un fragmento de rama de un año.
2. Estaca de talón: la base de la estaca tiene un talón de madera que facilita el enraizamiento.
3. Estaca de muleta o mazo: tiene en la base una sección entera de la rama más vieja.
4. Estaca de yema: trozo de madera que cuenta con una yema. (Delplace, 1969)

2.4.1. Estacas de tallo

Este es el tipo más importante de estacas y puede dividirse en cuatro grupos, de acuerdo a la naturaleza de la madera empleada:

1) Estacas de madera dura (especies caducifolias): son las estacas de mayor resistencia, inclusive es factible enviarlas a largas distancias y no requieren de equipo especial para ser enraizadas. Estas son preparadas en invierno o al comenzar la primavera, se utiliza madera de un año y en ocasiones hasta dos años.

2) Estacas de madera semidura: se obtienen de especies leñosas siempre verdes de hoja ancha, por lo general se toman durante los meses de verano de ramas nuevas, inmediatamente después de un período de crecimiento y de que la madera ha madurado en parte.

3) Estacas de madera suave: son estacas suaves y succulentas de especies caducifolias o siempreverdes. Generalmente tienen gran capacidad para enraizar, pero requieren más atención y equipo. En este tipo de estacas siempre se dejan las hojas.

4) Estacas herbáceas: es un tipo de estacas con hojas hechas con plantas herbáceas, succulentas. Requieren las mismas condiciones que las estacas de madera suave, necesitando humedad elevada y calor. (Hartman et al 1975)

2.5. Bases genéticas anatómicas y fisiológicas de la planta madre

2.5.1. Características de la planta madre

2.5.1.1. Selección inicial

El factor de mayor influencia es la aptitud natural de enraizar que varía según la especie. Es un factor hereditario muy diferente entre una especie y otra aún entre individuos de la misma especie. (Vastey, 1962)

Para obtener una fuente apropiada de material vegetativo, para su multiplicación, se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

La identificación correcta del material que se pretende propagar.

Catalogar la fuente del material de acuerdo a la sanidad que presente, es necesario contar con planta libre de cualquier patógeno.

Si no se encuentra planta limpia, se elimina el agente patógeno de las partes afectadas y se utiliza la parte más sana. (Arredondo, 1987)

Las estacas deben ser obtenidas de plantas resistentes a enfermedades, rústicas, vigorosas, en pleno desarrollo y producción.

La rama de la que se obtiene la estaca ha de ser recta y bien conformada, con la corteza íntegra, lisa y de crecimiento. (Nico, 1981)

El estado nutricional de la planta madre y del esqueje mismo es importante para la formación de raíces adventicias, generalmente a un mejor nivel nutricional corresponde un mejor enraizamiento. (Hartman et al 1975)

Las plantas se dividen según su actitud para enraizar en: plantas fáciles de enraizar, difíciles de enraizar y plantas refractarias.

Los pinos son conocidos como difíciles de enraizar, pero con la ayuda de métodos y técnicas apropiadas se pueden obtener resultados satisfactorios. La mayoría de las especies, incluso las coníferas se pueden enraizar, utilizando los métodos y condiciones adecuadas. (Vastey, 1962)

2.5.1.2. Condición fisiológica

Hartmann y Kester (1975) citan que Kraus y Kraybill, observaron que las plantas con tallos amarillentos, ricos en carbohidratos pero pobres en nitrógeno, producían muchas raíces pero tallos débiles, mientras que los tallos verdes con amplia provisión de carbohidratos pero más ricos en nitrógeno, producían menos raíces pero tallos más fuertes. Las plantas suculentas pobres en carbohidratos, pero ricas en nitrógeno, no produjeron tallos ni raíces.

Debe existir un equilibrio entre el contenido de carbohidratos con relación al nitrógeno. (Paniagua, 1985)

El enraizamiento de estacas se ve favorecido cuando se tiene un valor bajo de nitrógeno con respecto a los niveles de fósforo y potasio. Esto explica que esquejes provenientes de la misma rama presenten distinta capacidad de enraizamiento, debido a que las partes terminales presentan mayores niveles de nitrógeno que las partes basales. (Negrete et al, 1990)

Muchos niveles de auxina, cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos, influyen en la iniciación de raíces de las estacas. (Hartman et al 1975)

La facultad que tiene un tallo de enraizar o de formar raíces se ha visto que se debe a una interacción de diferentes factores que se presentan en las células del tallo, así como ciertas sustancias desplazables producidas en las hojas y en las yemas. Algunas sustancias como auxinas, glúcidos, sustancias nitrogenadas, vitaminas y otros compuestos aún no identificados. (Arredondo, 1987)

La incapacidad de enraizamiento se debe a múltiples condiciones fisiológicas, siendo las más comunes:

- 1) ausencia o deficiencia en el contenido de auxinas endógenas.
- 2) Ausencia o deficiencia de cofactores.
- 3) Falta de una relación adecuada entre los factores de crecimiento.
- 4) Presencia o alta concentración de inhibidores.
- 5) Deficiencia en el contenido de nutrientes inorgánicos, sustancias de reserva orgánica, y el estado hídrico de las plantas. (Negrete et al, 1990)

2.5.1.3. Edad de la planta madre

Algunos experimentos han demostrado que la capacidad de enraizamiento disminuye con la edad. Esto se debe al incremento de inhibidores de raíz, ocasionados por el envejecimiento de la planta. (Arredondo, 1987)

En un estudio acerca del enraizamiento de estacas conocidas como difíciles de enraizar, se concluyó que el factor individual más importante que afectaba la iniciación de raíces era la edad del árbol del cual se habían tomado las estacas. (Hartman et al 1975)

El porcentaje de enraizamiento, el número de raíces, el peso fresco de raíces por estaca, es más alto en estacas juveniles que en estacas maduras con el mismo número de hojas. (Flores et al, 1991)

Se ha demostrado que existe una asociación directa y cuantitativa entre esa disminución de enraizamiento y la producción de un inhibidor de las raíces en los tejidos que se encontraban en la base de la estaca. (Arredondo, 1987)

La reducción del potencial para enraizamiento a medida que la planta envejece, también es posible que sea resultado de la disminución del contenido de fenoles, que actúan en la iniciación de raíces como cofactores de la auxina o sinergistas. (Hartman et al 1975)

El porcentaje de enraizamiento, el número de raíces y el peso seco de raíces por estaca es más alto en estacas juveniles que en estacas adultas con el mismo número de hojas.

En experimentos realizados sobre *Pinus silvestris* L. tratadas con reguladores de crecimiento, resultó un 70 % de enraizamiento cuando las estacas se extrajeron de árboles de 3 años de edad, y 10 % cuando los árboles padres tenían 20 y 25 años. La dosis óptima resultó ser la más elevada para estos últimos árboles.

Este efecto también se ha observado en árboles de *Tsuga canadensis* L., *Picea glauca* Moench., *Picea abies* L. y *Quercus* sp. (Vastey, 1962)

Existe un decremento en el potencial de enraizamiento por parte de las estacas maduras comparadas con las estacas juveniles, sin embargo en una investigación realizada por Isanova en 1981, en la cual trabajó con *Juniperus sabina* L. encontró que el contenido de auxinas y carbohidratos era mayor en estacas de 5-6 años de edad que en las estacas de un año de edad, por lo cual enraizaban más. (Negrete et al, 1990)

2.5.1.4. Posición de la estaca en la planta madre

Las diferentes partes del árbol no tienen el mismo estado fisiológico en un mismo momento, algunas partes pueden estar en estado vegetativo, mientras otras en florescencia o fructificación. Por esta razón las diferencias del poder de enraizamiento no es muy clara y homogénea, pues la distribución de auxinas y nutrientes es diferente en distintas partes de la planta. (Vastey, 1962)

Se sabe que en la composición química de las ramas existen marcadas diferencias desde la base hasta la punta. (Hartman et al 1975)

En las estacas tomadas de diferentes partes de la rama, con frecuencia se observa la variación en la producción de raíces, cuando son del tipo de madera dura tomadas en la época de descanso, la porción basal presenta más alto porcentaje de enraizamiento que las de la porción apical.

Mercado y Kester en 1966, citados por Paniagua (1985), encontraron que no existían diferencias significativas entre las posiciones de las estacas foliadas de madera semidura del híbrido almendro-durazno, cuando se cortaron durante el crecimiento activo y el reposo.

En estudios sobre el enraizamiento de estacas de ciruelo comparando estacas de madera suave, se encontró que las ramas laterales tenían una marcada superioridad para enraizar, que las ramas terminales. Los mismos resultados se obtuvieron con las especies de pino blanco y de pinabete de noruega. (Hartman et al 1975)

Doran en 1946, encontró que las estacas de *Ginkgo biloba* Lin. extraídas de la mitad superior de un brote de un año tienen buena respuesta al enraizamiento sin tratamiento hormonal. Las estacas preparadas a partir de la parte inferior del mismo brote enraizan mejor cuando han sido tratadas con ácido indolbutírico. (Vastey, 1962).

Sin embargo Valdes (1984) encontró que las partes apicales de la rama, las partes medias y las partes basales, responden de igual manera al enraizamiento en las estacas; por esta razón considera que no es necesario elegir una posición específica de la estaca en la rama, ya que se logra enraizamiento sin que dicho factor influya.

2.5.1.5. Edad y tipo de madera utilizada para la estaca

En un número reducido de especies, las estacas de cualquier edad enraiza con éxito, pero generalmente, los resultados varían según la edad y tipo de madera que se utiliza.

Vastey, (1962) cita que Kirkpatrick, observó que los brotes de un año o dos, constituyen mejor material para reproducir las especies de coníferas.

En algunos géneros de las especies de plantas *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus* y *Magnolia*, las estacas semiherbáceas han mostrado buena capacidad de enraizamiento, mientras que en otros géneros las ramas más lignificadas dan mejores resultados. (Vastey, 1962)

Es imposible definir el material ideal para el enraice de estacas. Lo que puede ser un éxito para algunas especies puede constituir un fracaso para las otras, debido a la variabilidad del tipo de material.

En estacas de tallo de ciruelo de madera suave tomadas en primavera se encontró que las ramas laterales tenían una superioridad marcada para enraizar. En estacas de pino blanco y pinabete noruego, tuvieron mayor porcentaje de enraizamiento en el mismo tipo de ramas.

Cada especie puede tener una reacción distinta al tipo de madera y edad del material utilizado. En especies de enraice fácil no hay gran diferencia del tipo de madera que se utilice, pero en especies de enraice difícil, éste puede ser un factor de importancia.

Otro factor importante es la diferenciación de la estaca. La madera dura con yemas florales no enraiza tan bien como la que solo presenta yemas foliares.

Al parecer existe un antagonismo entre la regeneración vegetativa y la floración, ocasionado por los diferentes niveles de auxinas propiciando la formación de raíz, o la emisión de brotes florales. (Hartman et al 1975)

2.5.1.6. Largo de la estaca

La longitud de la estaca varía en relación a la frescura y naturaleza física del terreno, al régimen de lluvias y a la posibilidad de irrigación; por lo general son más cortas de 30 a 40 cm, en terrenos profundos y frescos. (Nico,1981)

En abeto noruego *Picea abies* Lin. el usar varetas de 17 a 21 cm. de largo fue más ventajoso que usar varetas cortas. (Krieger,1979)

Las estacas más largas con diámetros más grandes dan mejores resultados, pero desde el punto de vista económico, son menos convenientes en la especie de *Tamarix aphylla*. (Arredondo,1987)

En las estacas largas se esperan mayores reservas nutritivas, yemas más grandes y vigorosas, superiores a las cortas, pero las varetas de mayores longitudes que la recomendadas enraizan pobremente. (Paniagua,1985)

La longitud de la estaca depende de la especie del árbol. Para las formas enanas de *Picea abies*, se recomienda utilizar varetas de 3 a 6 cm de largo.

En la mayoría de las especies las varas deben tener una longitud de 15 a 20 cm, el corte inferior debe ser abajo de un brote o una yema para propiciar el desarrollo de raíz. (Brum,1970)

Las estacas de madera dura varían en su longitud de 10 a 75 cm. . Las estacas largas son adecuadas cuando se van a utilizar como patrones de árboles frutales, una vez que han enraizado.

En las estacas de madera suave, por lo general se hacen de 7 a 15 cm de largo.

En una estaca se deben incluir cuando menos dos nudos. El corte basal, se debe hacer justo abajo de un nudo y el corte superior de 1.5 a 3 cm. arriba del otro, en estacas de tallo con entrenudos cortos, es de poca importancia la posición del corte de la estaca. (Hartman et al 1975)

2.5.1.7. Época de corte

La época del año en que se hagan las estacas puede, en algunos casos, ejercer una influencia extraordinaria para el enraizamiento de las mismas y puede proporcionar la clave de un enraizamiento exitoso. (Hartman et al 1975)

La época del año en que se toman las estacas es de suma importancia para el enraizamiento de algunas especies, principalmente en especies caducifolias.

Las estacas de madera dura es conveniente tomarlas durante el periodo de dormancia, a finales de otoño o en invierno.

Las estacas de madera semidura pueden tomarse en junio o septiembre. En las plantas de herbáceas de muchas especies se toman en verano o en primavera. (Flores et al, 1991)

Esta época de colecta variara año con año dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes, como la temperatura y la humedad.

Existen especies que se pueden propagar en cualquier época del año siempre y cuando existan las condiciones favorables para el enraizamiento. (Arredondo, 1987)

Nico Pidi (1981), cita que las estacas se deben sacar durante el periodo de reposo de la planta y en el caso de árboles perennes, cuando la actividad vegetativa es menos intensa.

Por consiguiente la mejor época es en invierno antes de que inicie el despertar vegetativo.

La reproducción por estacas en las coníferas es muy similar a las frondosas de hoja perenne. Esta se efectúa a mediados de septiembre, extendiéndose a octubre. En los árboles en los cuales empiezan a salir brotes en enero, deben cortarse antes de que descansen en su totalidad. (Brum, 1970)

Para cada especie la probabilidad de enraizamiento está más relacionada con la condición fisiológica de la madera que con una determinada fecha del calendario. (Hartman et al 1975)

En estacas de olivo se observó un mejor enraizamiento en verano que en invierno, debido a que en esta época se producen metabolitos necesarios para la iniciación y desarrollo de las raíces, además de que las concentraciones de auxinas endógenas son altas.

Las estacas de *Rhododendron maximum* enraizaron mejor en septiembre que en octubre y noviembre. (Flores et al,1991)

En el híbrido almendro-durazno, la mejor época de estacado fue el mes de agosto con un alto porcentaje de enraizado, la sobrevivencia disminuyó con las fechas de plantación de noviembre a enero.

El porcentaje de enraizamiento de abeto noruego fue de 18 % cuando el estacado se realizó en octubre y de 64 % cuando se realizó en diciembre. (Paniagua,1985)

En el noroeste de Estados Unidos se observó que las estacas de *Pseudotsuga taxifolia* Lamb. recolectadas desde diciembre hasta marzo dieron mejor respuesta al tratamiento óptimo de hormonas que aquellas tomadas en los meses anteriores al periodo indicado.

Las últimas semanas del invierno constituyeron el mejor periodo para recolectar estacas de *Pinus strobus* L.. Las estacas preparadas a mediados del verano tomaron más tiempo para enraizar.

En la estación experimental de Massachusetts las ramas de Ginkgo enraizan muy bien cuando son recolectadas a mediados de junio. En cambio, el mismo material tomado en julio enraiza con más dificultad. (Arredondo,1987)

En México, las estacas tomadas a finales de verano (primera quincena de septiembre) tuvieron altos porcentajes de enraizamiento en las estacas que no fueron tratadas con promotores de enraizamiento. (Valdez,1984)

2.6. Bases anatómicas y fisiológicas de la propagación por estacas

2.6.1. Desarrollo anatómico de las raíces en estacas de tallo

El proceso de desarrollo de las raíces adventicias en las estacas de tallo se pueden dividir en tres etapas:

1) Desdiferenciación celular seguida por la iniciación de grupos de células meristemáticas (iniciales de raíz).

2) Diferenciación de esos grupos de células en primordios de raíz.

3) Crecimiento y emergencia de raíces nuevas y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductivos de la estaca. (Hartman et al 1975)

La formación de raíces adventicias comienza después de obtener la estaca. Las iniciales de raíz son grupos de células meristemáticas que siguen dividiéndose y formando primordios nuevos de raíces reconocibles. La división celular continúa y muy pronto cada grupo de células comienza a formar una estructura que da origen a las raíces. (Nico, 1981)

El origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca y afuera del cilindro central del tejido vascular, apareciendo con más frecuencia en la zona de nudos. Al salir del tallo las raíces adventicias ya han desarrollado una cofia y los tejidos usuales de la raíz, así como una conexión completa con el tallo en que se originan. (Arredondo, 1987)

El origen y desarrollo de las raíces adventicias en ciertas especies suele ser en diferente su lugar de procedencia. En

Pseudotsuga menziensis Mirb. se origina la raíz en el cambium vascular, observándose una continua división celular.

En *Hedera helix* se inicia la formación de raíz en los radios del floema y en *Carya illinoensis* del floema y el cortex. (Paniagua, 1985)

Aunque la facilidad o dificultad que tiene una estaca para desarrollar raíces adventicias, se debe a factores bioquímicos, no se debe descartar las relaciones de la estructura anatómica del tallo. Por ejemplo, los anillos continuos de esclerenquima situados entre el xilema y el floema exteriores al punto de origen de raíces adventicias, pueden constituir una barrera anatómica para el enraizamiento.

En varios estudios se ha asociado el anillo de esclerenquima, con estacas de enraice difícil, mientras que los tipos de enraice fácil se caracterizan por la discontinuidad en ese anillo.

La envoltura del tejido lignificado puede en algunos casos actuar como una barrera mecánica a la emergencia de las raíces, pero se presentan tantas excepciones que esto no puede ser la causa primaria de la dificultad para enraizar. (Hartman et al 1975)

En esquejes de *Dianthus caryophyllus* L. se observó la presencia de una banda de esclerenquima poco lignificada que no muestra resistencia a la emergencia de primordios radicales.

En estacas de durazno *Persea americana* Mill la presencia de fibras de esclereidas actúa como una barrera anatómica a la emergencia de raíces.

En las estacas de *Castanea sativa* Mill. tomadas de árboles jóvenes y vigorosos se presenta una banda de esclerenquima discontinua que circunda la región vascular, pero esta no presenta dificultad a la emergencia de primordios de raíz. (Flores et al, 1971)

La propagación bajo niebla y el tratamiento con auxinas ocasiona una expansión y proliferación en las células de la corteza, el floema y el cambium, que dan como resultado la ruptura en los anillos continuos de esclerenquima.

La formación de raíces puede estar limitada por ciertos factores inherentes no traslocables en los tejidos. Sin embargo, es probable que para establecer condiciones que favorezcan el enraizamiento, se efectúen interacciones entre ciertos factores fijos no móviles situados dentro de las células, como ciertas enzimas, nutrientes de fácil conducción y factores endógenos de la producción de raíz. (Hartman et al 1975)

2.6.2. Primordios de raíz

En la mayoría de las especies, la iniciación de las raíces adventicias se inicia después que se ha hecho la estaca. A esas raíces se les llama inducidas o de herida, ya que se presentan después de cierto tipo de lesión como el corte de una porción del tallo o el anillado del mismo. El origen de las raíces adventicias en las estacas se encuentran en ciertos grupos de células que se vuelven meristemáticas. (Hartman et al 1975)

Las células que son capaces de volverse meristemáticas proceden de grupos de células parenquimatosas de paredes delgadas. (Flores et al, 1991)

En plantas herbáceas el lugar de origen de las raíces se encuentra justamente afuera y entre los haces vasculares. (Hartman et al 1975)

En esquejes de *Ficus pumila* L. el proceso de enraizamiento comienza con la diferenciación de las células parenquimáticas del floema. En *Camelia sinensis* el origen de las raíces se efectúa cerca del cambium vascular, en *Chamaecyparis* spp. en los radios vasculares y en *Hedera helix* en los radios del floema. (Flores et al, 1991)

En plantas leñosas perennes, donde existen una o más capas de xilema y floema secundarios, generalmente se originan del floema secundario joven, aunque también se pueden originar de otros tejidos, como los radios vasculares, el cambium ó la médula. (Hartman et al 1975)

Las raíces adventicias de *Castanea sativa* Mill. las iniciales de raíz aparecen en las regiones meristemáticas del cambium y células adyacentes. En *Carya illinoensis* se originan del floema, cambium y cortex. (Flores et al, 1991)

2.6.3. Iniciales de raíz preformadas

En algunas especies las iniciales de las raíces adventicias se forman durante los primeros periodos del tallo intacto y ya están presentes cuando se hacen las estacas. Las estructuras de ese tipo se llaman iniciales de raíz preformadas o latentes, permaneciendo durmientes hasta que se hacen las estacas y se colocan en condiciones ambientales favorables para su desarrollo posterior.

Las especies con iniciales de raíz preformadas por lo general enraizan con rapidez, aquellas que no presentan iniciales de raíz preformadas, presentan las mismas facilidades para enraizar. Esas raíces latentes producen abultamientos llamados nudos. (Hartman et al 1975)

2.6.4. Callo

El callo es una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación. Este crecimiento del tallo se origina en células jóvenes de la región del cambium vascular, aunque diversas células de la corteza y la médula también pueden influir en la formación del callo. Por lo general las primeras raíces aparecen a través del callo conduciendo a esto la suposición de que la formación de callo y raíces actúa de manera simultánea. (Hartman et al 1975)

La formación del callo en las estacas no es esencial para que se realice el enraizado, ya que estas formaciones ocurren de manera independiente. (Camacho, 1989)

El hecho de que la formación del callo y la formación de raíces se efectúe de manera simultánea se debe a su dependencia análoga de las condiciones internas y ambientales. (Hartman et al 1975)

2.6.5. Efecto de las yemas y las hojas en la formación de raíz

La presencia de hojas en las estacas ejerce una fuerte acción estimulante sobre la iniciación de raíces. (Arredondo, 1987)

Esto se debe a que la traslocación de carbohidratos de las hojas contribuyen a la formación de raíces, por que constituyen una fuente de energía para la división y alargamiento celular implicado en la formación y desarrollo de raíces. Por otro lado, las yemas y las hojas son importantes productores de auxinas y de cierto número de cofactores importantes para un buen enraizamiento. (Flores et al, 1991)

En las hojas se realiza la actividad fotosintética que elabora carbohidratos necesarios para el desarrollo de la planta incluyendo la formación de raíces. (Hartman et al 1975)

Smith (1980) cita que el follaje en las estacas es necesario para que ocurra el enraizado, debido a la síntesis de auxinas efectuado en las hojas. (Paniagua, 1985)

Una estaca sin yemas no forma raíces aún cuando se le trate con una preparación rica en auxinas, lo que hace suponer que además de la auxina existe otro factor distinto que promueve el enraizado de las estacas. (Arredondo, 1987)

Las yemas y las hojas son importantes productoras de auxinas y sus efectos se observan directamente debajo de ellas, debido a su transporte polar del ápice hacia la base. (Hartman et al 1975)

Raviv (1980) menciona que la contribución de las hojas para incrementar el porcentaje y velocidad de enraizamiento en estacas de aguacate, se debe a que son una fuente de carbohidratos, los cuales se acumulan en la base de la estaca, siendo importantes factores de enraizamiento, también contienen sustancias nutritivas que son una fuente de cofactores necesarios para el enraizamiento. Por lo cual las estacas de aguacate, cuando se les quito la hoja, no hubo enraizamiento, y en el material que se conservó con hojas existió un buen porcentaje de enraizamiento, lo que confirmo la correlación entre el enraizamiento y la presencia de hojas en esta especie.

En *Castanea* spp. se reportó que debido a la presencia de hojas se incrementó el porcentaje de enraizamiento. Por lo anterior se coincide que la pérdida de hojas reduce considerablemente la capacidad para enraizamiento de las estacas. (Paniagua, 1985)

La remoción de yemas detiene la formación de raíces, principalmente en especies que no cuentan con iniciales de raíz preformadas.

Se ha demostrado que si se toman estacas de madera dura con yemas en época de reposo, no se ejerce ningún efecto estimulante en el enraizamiento. (Hartman et al 1975)

Las yemas y las hojas son importantes elementos para la formación de raíces, ya que provee de auxinas y cofactores de enraizamiento a la estaca, provocando un enraizado más rápido y vigoroso en la mayoría de las especies.

2.6.6. Polaridad

Las estacas de tallo forman ramas en el extremo apical de la rama y aun cambiando su posición con respecto a la gravedad, esta condición no se altera. (Hartman et al 1975)

Este efecto es referido hacia la regeneración de órganos de la planta, atribuyéndose principalmente a los componentes celulares individuales. Este efecto fue observado por Votching (1978) al cortar pequeñas partes del tejido vegetal encontrando una regeneración de órganos consistentemente polar. (Vastey, 1962)

El efecto varía marcadamente en los diferentes órganos vegetales, presentándose en los tallos una fuerte polaridad disminuyendo paulatinamente en las raíces y hojas. (Hartman et al 1975)

2.7. Condiciones ambientales durante el enraizamiento

Las condiciones necesarias para la propagación de plantas comprende dos unidades básicas: Las características internas del material vegetativo y el control de los factores externos, en los que se agrupan la temperatura, la humedad, la luminosidad y el medio de enraizamiento.

2.7.1. Medio de enraizamiento

No existe un medio de enraizamiento ideal para todas las plantas. Cada especie vegetal responde de diferente forma a los materiales utilizados en las camas de enraizamiento. (Vastey, 1962)

Los diversos medios y mezclas que se utilizan para tal fin deben reunir las siguientes características para obtener buenos resultados:

- 1) El medio debe ser lo suficientemente firme y denso para mantener las estacas en su sitio; su volumen no debe variar mucho, ya sea seco o mojado.
- 2) Debe retener suficiente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia.
- 3) Debe estar libre de malezas, nemátodos y otros patógenos nocivos.
- 4) No debe tener un nivel excesivo de alcalinidad o acidez, preferentemente debe ser neutro.
- 5) Debe poderse esterilizar sin que cambien sus características físicas y/o químicas.
- 6) Debe tener una suficiente provisión de nutrientes.
- 7) Debe permitir un adecuado intercambio gaseoso.

Un medio de enraizamiento ideal proporciona suficiente porosidad para permitir una buena aireación, alta capacidad de retención de agua y buen drenaje. (Hartman et al 1975)

El medio de enraizamiento puede afectar el tipo de sistema radicular de las estacas. Las estacas de ciertas especies cuando se les hace enraizar en arena producen raíces largas, no ramificadas y quebradizas, pero cuando se colocaron en una mezcla de arena y musgo turboso u otro material más denso se desarrollan raíces bien ramificadas, delgadas y flexibles, de un tipo más apropiado y resistente para el trasplante. (Arredondo, 1987)

Para lograr estas características se hacen mezclas de suelo y diferentes materiales. (Baltazar, 1984)

El suelo debe estar formado por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso, para que las plantas tengan un desarrollo satisfactorio, tales materiales deben estar en el suelo en proporciones adecuadas. (Hartman et al 1975)

Siempre se debe buscar una textura liviana que facilite el drenaje, aireación y sea el medio donde la planta desarrolle un buen sistema radical que le permita prosperar en un lugar definitivo (Fernandez, 1986)

El sustrato debe tener una excelente aireación, ya que el oxígeno es requerido para la oxidación de ácidos grasos, formando suberina, la cual cicatriza las heridas para la actividad meristemática y para el desarrollo del nuevo sistema radical.

Entre las mezclas más usuales tenemos: suelo común y perlita, arcilla y arena no caliza, arena y estiércol, tierra de monte, tierra común, tierra de monte y arena de río, tierra común y arena de río, turba, vermiculita, bagazo de caña, cáscara de arroz, etc.

Cuando se utilizaron mezclas de sustrato para determinar el crecimiento de *Picea jezoensis*, las estacas se desarrollaron en musgo, turba, turba con arena, hojarasca con humus y suelo café podzólico. En todos los casos existió una amplia sobrevivencia de plantas, sin embargo, el sistema radicular más grande se obtuvo en suelo café. Las mayores alturas se registraron en la mezcla de humus y hojarasca.

En la producción de *Juniperus taxus* y *Pyracanthus*, se recomienda la utilización de compostas de turba, ya que se obtienen buenos resultados y mayor economía.

En 38 viveros de la región central de México, el sustrato más popular es la tierra de monte.

En una investigación en Filipinas se determinó la sobrevivencia y el crecimiento en altura de *Pinus insularis* obteniéndose mejores resultados con un sustrato a base de musgo. (Fernández, 1986)

El pH del medio de enraizamiento es un factor de importancia en la producción de raíces adventicias. (Arredondo, 1987)

El pH más cercano del suelo nativo de la especie es el más adecuado para el desarrollo de las raíces. (Flores et al, 1991)

2.7.2. Temperatura

La temperatura ambiental es un factor de suma importancia en la propagación de estacas y esquejes con hojas.

La temperatura óptima para la formación de raíces varía según la especie, pero con algunas excepciones, la temperatura ambiental debe estar entre los 20 y 30 grados centígrados, durante el día y los 15 y 21 grados centígrados durante la noche. (Flores et al, 1991)

El calor es el más excesivo estimulante para el desarrollo y actividad de las plantas, siempre que las raíces de estas puedan encontrar en el suelo la humedad y sustancias nutritivas convenientes para satisfacer sus necesidades.

Las temperaturas del aire excesivas, tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces y aumentar la pérdida de agua por las hojas, por esto es importante que se logre un desarrollo de las raíces antes que el tallo, por tal motivo es conveniente mantener la base de las estacas con una temperatura más elevada que las yemas. (Hartman et al 1975)

Cuando la temperatura ambiental es mayor a la de la cama de enraizamiento se eleva la tasa de transpiración favoreciendo el desarrollo de yemas anticipándose al de las raíces, produciendo una situación de competencia. (Negrete et al, 1990)

En algunos casos basta con proteger las estacas de los rayos directos del sol. Sin embargo en otros casos el enraizamiento implica el control de la temperatura ambiental y el uso de camas calientes, lo que se puede conseguir únicamente bajo condiciones de invernadero. (Vastey, 1962)

La temperatura del sustrato debe ser mayor por lo menos 5 grados centígrados más que la temperatura ambiental, para estimular mayor actividad en la base de la estaca.

El fondo caliente en el área radical acelera la rápida formación de suberina, que cicatriza las heridas y ayuda al desarrollo del sistema radical.

Flores et al (1991) cita que Zelleke y Klievar (1980) encontraron que la temperatura de 25 grados centígrados en el sustrato favoreció el incremento en el peso seco del sistema radical por estaca, en comparación con 12 grados centígrados, concluyendo que el balance entre la fotosíntesis y la respiración fue más favorable para la acumulación de materia seca a mayor temperatura.

De la temperatura dependen la fotosíntesis, la respiración, la actividad enzimática en las células, su división y crecimiento, la capacidad de absorción de las raíces y otros procesos.

En estacas de plantas de durazno, la temperatura de 20 grados centígrados incrementó el tamaño de raíz, el peso seco además del contenido de nitrógeno de las raíces. (Paniagua, 1985)

Antes del trasplante la temperatura del sustrato debe disminuirse entre los 15 y 18 grados centígrados para fortalecer el desarrollo de raíces. (Flores et al, 1991)

2.7.3. Humedad

Una parte importante en el enraizamiento de estacas es la humedad que estas reciben, la cual permite que las hojas permanezcan turgentes y sigan fotosintetizando.

Es indispensable rociar las plantas con frecuencia, así como las paredes y el piso, con el fin de mantener la humedad relativa elevada, antes de que se formen las raíces. Estas aspersiones se realizan con el fin de mantener una película de agua sobre las hojas reduciendo la temperatura del aire y de las hojas, pudiendo inclusive colocar la cama de propagación a pleno sol y con esto incrementar la actividad fotosintética de las hojas. (Flores et al, 1991)

La humedad relativa se refiere al tanto por ciento de saturación de agua en la atmósfera. Esta relacionada con la velocidad de evaporación del agua, en una superficie. Para la propagación de plantas por estaca, la humedad relativa constituye un factor de suma importancia. (Vastey, 1962)

Aunque la presencia de hojas en las estacas es muy importante para el estímulo en la inducción de raíz, la pérdida de agua a través de ellas puede ser muy alta, pudiendo ocasionar fuertes daños a la estaca por deshidratación, por esta razón es necesario tener mucho cuidado para reducir al mínimo la transpiración de las hojas de las estacas.

Para reducir al mínimo la transpiración de las hojas, la presión de vapor de agua en la atmósfera se debe mantener tan semejante como sea posible a la presión de agua que exista en los espacios intercelulares de la hoja. (Arredondo, 1987)

Los riegos frecuentes y las aspersiones nebulizadas intermitentes son favorables para tal propósito. (Negrete et al, 1990)

Se le ha dado el término "nebulización" al proceso que mantiene un alto grado de humedad ambiental provocado por la aspersión muy fina de agua.

Diversos experimentos han demostrado que cuando las estacas han recibido intervalos de humedad durante sus primeras etapas se evita la marchitez de sus brotes presentando mayor velocidad, porcentaje de enraizamiento y buenos sistemas radiculares, propiciando mayores probabilidades de sobrevivencia en campo. (Paniagua, 1985)

Sin embargo, la humedad excesiva provoca la incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas. (Flores et al, 1991)

2.7.4. Luminosidad

El crecimiento en la oscuridad de los tejidos del tallo en las regiones donde se espera que se formen las raíces induce la iniciación de primordios radicuales; pero para el resto de la estaca, especialmente en tallos herbáceos con hojas de pocas reservas de auxina y carbohidratos, es necesaria la luz para la formación de estos complejos y para la producción de raíces.

La luz en todos los tipos de crecimiento vegetal, es de suma importancia por ser la fuente de energía para la fotosíntesis. La intensidad de luz y la duración de esta exposición debe ser lo suficientemente grandes para acumular carbohidratos empleados para la respiración. (Hartman et al 1975)

Con estacas de durazno se encontró que la alta intensidad luminica aumentó el enraizado, mientras que en la intemperie nublada se redujo notablemente.

Se han efectuado diversas pruebas para determinar el efecto de la luz en el enraizado de estacas, pero sus resultados han sido contradictorios en varias especies por lo que resulta difícil hacer una generalización de este factor. (Paniagua, 1985)

En experimentos realizados en *Ulmus americana* L. se observaron las siguientes características: el olmo puede enraizar a bajas intensidades de luz, las intensidades más bajas dieron mejores resultados que las intensidades altas, En algunos casos las altas intensidades de luz dan buenos resultados pero no superiores, La reducción de luz disminuye el uso de humedad ayudando a mantener la turgencia. (Vastey, 1962)

El factor luz en ocasiones puede ser muy complejo, ya que puede influir tanto en el desarrollo del tallo como en la iniciación de raíces. (Arredondo, 1987)

Las condiciones de luz en las que se desarrollan las plantas madre, determinan el número de raíces por estaca. Las plantas con alta luminosidad provocan que la auxina se metabolice más rápidamente, que las que crecen en oscuridad.

Las estacas de plantas caducifolias de madera dura forman mejores raíces en oscuridad, quizás por que tienen suficientes nutrientes y también debido a que la etiolación favorece a las auxinas y otras sustancias que son inestables ante la luz. Además, la radiación solar induce el desarrollo de cutícula, lo que puede inhibir la penetración de auxinas aplicadas exógenamente. (Flores et al,1991)

Un tratamiento previo de oscuridad a los brotes durante una semana antes de ser transferidos al medio de enraizamiento, favorece la formación de raíces. Dependiendo de la especie y el medio del cultivo.

Welander (1983) menciona que las plantas crecidas en oscuridad, son más fáciles de enraizar, aunque al ser transferidas al suelo, son débiles y de difícil enraizamiento. (Rodríguez,1986)

En algunos casos la luz promueve el enraizamiento y en otros lo inhibe. Pero el efecto de la oscuridad origina que los tejidos estén menos diferenciados y que se encuentre una mayor concentración de auxinas y cofactores de enraizamiento, lo que promueve un mayor y mejor enraizamiento de estacas, en la mayoría de las especies. (Flores et al,1991)

2.B. Cuidados de la estaca durante el enraizamiento

Las estacas de madera dura únicamente requieren de los cuidados que se les da a la mayoría de las plantas cultivadas, tales como humedad adecuada en el suelo, eliminación de malezas y control de insectos y enfermedades.

Las estacas de madera suave o semisuave y las estacas de hoja con yema que se hacen enraizar bajo condiciones de humedad elevada, exigen una atención más estrecha durante el periodo de enraizamiento. No debe permitirse el marchitamiento de las estacas en ningún momento.

En el enraizamiento de las estacas con hojas es de gran importancia mantener la humedad tan elevada como sea posible para reducir al mínimo la pérdida de agua por las hojas. Si se carece de equipo de nebulización se hace importante rociar las hojas con algún equipo de aspersion.

Se debe proporcionar un drenaje adecuado, de tal manera que el agua excedente pueda escapar y no hacer que el medio se encuentre empapado y remojado. (Hartman et al 1975)

Los problemas de alta humedad ocasionan pudrición prematura de las raíces adventicias debido a que el agua ocupa los espacios porosos del suelo y no permiten la oxigenación del suelo. Por otro lado, la falta de humedad trae consigo la deshidratación de las estacas, evitando la formación de raíces u ocasionando la muerte de las ya formadas. (Arredondo,1987)

Las estacas se deben mantener con una temperatura, humedad y aireación constante para evitar descompensaciones en las diferentes partes de la planta.

2.9. Manejo de la estaca después del enraizamiento

Las estacas de madera dura enraizadas, generalmente se sacan durante la estación de reposo una vez que se hayan caído las hojas y en especies de crecimiento rápido después de la estación de crecimiento.

La extracción de las plantas se debe realizar en días frescos y nublados, cuando no exista mucho viento. De ser posible no deben sacarse cuando la tierra esté mojada, especialmente si es muy arcillosa. La mayor parte de la tierra se debe caer con facilidad al sacar las plantas.

La poda de raíces en varias ocasiones , es necesaria para tener un sistema radical fibroso y compacto y debe iniciarse cuando las plantas se pasan por vez primera al campo. Las raíces largas y retorcidas deben cortarse.

Una vez pasadas a la macetas o al lugar definitivo deben ser regadas con abundante agua. (Hartman et al 1975)

2.10. Reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento (fitohormonas) son compuestos orgánicos diferentes a los nutrientes, producidos por la planta en bajas concentraciones (Menores de 1 Mmol) que estimulan, inhiben o modifican de algún modo cualquier proceso fisiológico en las plantas (Grajales y Martínez, 1987)

Los fitorreguladores son compuestos orgánicos sintéticos que modifican los procesos fisiológicos de la planta mimetizando a las fitohormonas, influyendo en su síntesis, destrucción traslocación y posiblemente modificando sus sitios de acción de las mismas. (Hartman et al 1975)

Estas sustancias son sintetizadas por los vegetales formándose en ciertas partes de la planta para ser utilizada en los tejidos donde se producen para ser traslocadas hacia diversos sitios de la planta. (Camacho,1989)

Las sustancias reguladoras han sido utilizados para controlar cuantitativamente y cualitativamente el crecimiento y desarrollo de los vegetales, regidos por un control hormonal. (Arredondo,1987)

En la actualidad los reguladores de crecimiento se utilizan ampliamente en el control de malas hierbas, en el desarrollo de frutos, en la conservación de flores y frutos, en la propagación de plantas y en la defoliación de árboles, principalmente. (Ricardi,1986)

Los reguladores de crecimiento actuan de forma diferente en cada una de las especies pero su modo de acción generalmente es en dosis bajas, ya que en dosis altas puede provocar síntomas de toxicidad. Además de que los reguladores de crecimiento solo interactuan con otros reguladores y su funcionamiento esta determinado por el equilibrio entre ellos. (Vidale,1984)

Las principales fitohormonas o reguladores de crecimiento conocidos son: ácido abscísico, giberelinas, citocininas, auxinas y etileno. (Flores et al,1991)

En la propagación por estacas el objetivo de emplear reguladores de crecimiento es aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar la formación de las mismas, aumentar el número y calidad de raíces formadas en la estaca y aumentar la uniformidad del enraizado. (Hartman et al 1975)

2.10.1. Auxinas

El término de auxina se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad de inducir la elongación de la pared celular, la entrada de agua y el alargamiento celular. (Camacho,1989)

Su nombre se debe a su acción de alargamiento celular "auxesia" (Vidale,1984)

Participando también en la multiplicación celular, los fenómenos de dominancia apical, de cuajado de frutos, partenocarpia, en la caída natural de las hojas, en el crecimiento del tallo, inhibición de yemas, activación de células del cambium y en la formación de raíces. (Hartman et al 1975)

Los efectos de las auxinas facilitan la formación de raíces en esquejes, acodos y cualquier tipo de estacas, tanto de madera dura como suave, fáciles y difíciles de enraizar. En ocasiones las auxinas actúan en forma sinérgica con los compuestos fenólicos para promover el enraizamiento, dependiendo de la especie de planta y de la concentración de auxinas utilizada. (Rodríguez,1986)

El transporte de auxinas es basipétalo del ápice morfológico a la base morfológica. Estas sustancias se sintetizan en las puntas de los tallos y raíces, en las hojas jóvenes, flores frutos y semillas y se ha detectado que las enzimas para la conversión de triptofano hacia el AIA aparecen en toda la planta, pero son activos en las regiones de mayor actividad metabólica como los meristemas y en las hojas en expansión.

Las auxinas incrementan la flexibilidad de las paredes, disminuye la presión de ésta alrededor de la célula y la presión de turgencia causada por las fuerzas osmóticas, hace que el agua entre en las células y provoca su expansión.

El aumento ocurre en dos etapas; aflojamiento y expansión de las paredes celulares. Las auxinas pueden actuar mediante la activación del RNA provocando la síntesis de enzimas específicas, que introducen nuevos materiales a las paredes celulares, provocando su expansión.

La auxina se requiere específicamente para el aflojamiento de la pared celular y no para su alargamiento. Al aplicar enzimas ocurren cambios a nivel de proteínas. (Camacho, 1989)

La auxina es derivada de un compuesto del núcleo indol cuya fórmula condensada es:



Las auxinas más comúnmente usadas son: ácido indol-3-acético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y el ácido indolbutírico (AIB) (Rodríguez, 1986)

Ácido indolacético (AIA) es muy activo pero su molécula se destruye fácilmente por oxidación y es poco estable, es relativamente soluble, destruyéndose rápidamente en los tejidos de la planta.

Ácido indolbutírico (AIB) es más estable pero menos soluble, su molécula pasa más rápido en los tejidos de la planta quedándose por más tiempo en los puntos de aplicación, su acción es más localizada.

Ácido naftalenacético (ANA) es estable su margen de actividad es reducido, además de ser poco soluble. (Arredondo, 1987)

El uso de auxinas rara vez resulta tóxico para las plantas, a pesar de utilizar concentraciones elevadas, pero puede inhibir muchos procesos y provocar síntomas de toxicidad durante algún tiempo, pero pueden desaparecer al degradarse su exceso por un complejo enzimático llamado AIA oxidasa. (Maino et al, 1975)

2.10.2. Giberelinas

Las giberelinas son ácidos orgánicos relacionados químicamente con el ácido giberélico, producido en hojas jóvenes, embriones, frutos y raíces de plantas superiores y en los procesos metabólicos del hongo *Giberella fujikuri*.

Entre los procesos metabólicos que promueve el ácido giberélico se encuentran: la germinación de semillas, elongación celular, rompe el estado de reposo de órganos vegetativos, actúa en la división celular, retrasa la maduración de frutos, induce partenocarpia, interviene en la coloración de frutos, acelera la floración, rompe la dominancia apical y reemplaza requerimientos de horas frío.

El ácido giberélico es un agente correpresor del ARN para la producción de milasa, acelerando el desarrollo vegetativo y determinando la producción de plántula de mayor tamaño.

Las giberelinas promueven la síntesis de la enzima alfa-amilasa la cual incrementa la hidrólisis del almidón, estimulando la germinación de las semillas, además de mediar con la síntesis de el triptafano, un precursor de la auxina. (Balderas, 1985)

El efecto de las giberelinas es contrario a la promoción de raíces adventicias. Estas fitohormonas impiden la división celular en tejidos maduros. (Negrete et al, 1990)

Este efecto de las giberelinas puede ser nutricional debido a que estimula el crecimiento de los brotes, compitiendo por los productos asimilados que requieren la iniciación de raíces. (Hartman et al 1975)

2.10.3. Citocininas

La acción de las citocininas es activar la división celular y retardar la senescencia de los órganos. Producen una mayor actividad en el ritmo de la mitosis celular, inducen el crecimiento en tallos y yemas, rompen el letargo de las yemas y las semillas y tienen un efecto sobre la dominancia apical. (Arredondo, 1987)

El tipo de diferenciación que se produce en un meristemo depende de la proporción de auxinas y citocininas. Por ejemplo: cuando la proporción de citocininas es mayor que la proporción de auxinas se forman brotes de primordios de hojas, cuando la proporción de auxinas es mayor se forman primordios de raíz y cuando existe un equilibrio se forma un callo sin diferenciación, hasta que varíe la cantidad de alguna de esta. (Negrete et al, 1990)

Químicamente las citocininas son bases nitrogenadas particularmente adeninas modificadas, por lo que se encuentran en esta forma o como ribonucleosidos o ribonucleotidos en los que son más abundantes.

Se localizan en zonas de crecimiento, principalmente en las raíces y son transportadas acropetalamente, siendo su transporte inverso a la auxina, por lo que estas dos hormonas presentan efectos antagónicos. (Grajales y Martínez, 1987)

2.10.4. Ácido abscísico

El ácido abscísico se sintetiza a partir del melevato, (también precursor de las giberelinas) pero tiene el efecto de inhibir, en lugar de estimular el crecimiento.

El ácido abscísico se encuentra comunmente almacenado en organelos citoplasmáticos, lo que permite detectar ciertas señales ambientales de condiciones adversas, incrementando los niveles de esta fitohormona.

Se localiza principalmente en los cloroplastos de las células fotosintéticas, así como en los leucoplastos de las células radiculares y su traslocación es por vía floema.

Sus efectos se asocian con el control estomático, por lo tanto con la permeabilidad de las membranas celulares y con la latencia actuando como un represor genético de acuerdo al ciclo biológico de las plantas. (Grajales y Martínez, 1987)

El ácido abscísico puede bloquear el estímulo de la giberelina para la germinación, interfiriendo directamente en la producción de la enzima alfa-amilasa mediante la inhibición de la síntesis de RNA. (Hartman et al 1975)

2.10.5. Etileno

Es un producto del metabolismo vegetal, siendo la hormona vegetal más simple, estimulando la germinación y el crecimiento de los brotes. Su acción es favorable para la iniciación de raíces, por funcionar como un cofactor interaccionando con la acción de las auxinas. (Negrete et al, 1970)

Se ha demostrado el efecto del etileno en la maduración de frutos, abscisión de hojas, inducción floral, inducción de raíces y el transporte de auxinas.

Su precursor final es el ACC-sintetasa (Ac. 1-carboxilico-anocicloprano) identificándose como una enzima soluble y que puede ser producida por las auxinas, bajo daños mecánicos o como consecuencia del stress de la planta.

El etileno incrementa los niveles de RNA y proteínas, también promueve el enraizamiento al estimular el desarrollo de primordios de raíz. Al combinarse las auxinas con el etileno, proporcionan altos porcentajes de enraizamiento, por su efecto aditivo. (Flores et al,1991)

2.10.6. inhibidores endógenos del crecimiento

Con la aplicación de auxinas se incrementa el ritmo de algunos efectos fisiológicos necesarios para la inducción de raíces, pero no basta únicamente con la aplicación de sustancias para activar estos fenómenos, sino que estos deben de interactuar con los complejos enzimáticos naturales para estimular su desarrollo. (Arredondo,1987)

La falta de iniciación de raíces en respuesta a las auxinas se puede deber a factores como:

- 1) La carencia de enzimas necesarias para sintetizar los conjugados auxinofenol inductores de raíz.
- 2) Falta de activadores de auxinas.
- 3) Presencia de inhibidores de auxinas.
- 4) Carencia de sustratos fenólicos.
- 5) Separación física de las enzimas reaccionantes debido a la compartimentación celular. (Hartman et al 1975)

2.10.7. Características de los enraizadores comerciales

Producto correspondiente al tratamiento 1.

Nombre: Raizone plus.

Ingredientes activos:

-- Alfa-naftilacetamida	0.12 %
-- Acido indol-3-butirico	0.06 %
-- Thiram	5.00 %
-- Captam	3.00 %
-- Diluyentes y compuestos	71.82 %

100.00 %

Concentración de Auxinas:

-- 1200 ppm en base naftilacetamida derivado del ácido naftalenacético.

-- 600 ppm en base al ácido indol-3-butirico

--1800 ppm es el total de auxinas contenidas en el compuesto

Ingredientes complementarios:

-- Thiram : 50 grs/kg

-- Captam : 30 grs/kg

Usos: Se recomienda su uso para el enraizamiento de estacas forestales, frutales y ornamentales.

Producto correspondiente al tratamiento numero "2"

Nombre: Enraizador QF

Ingredientes activos:

--Acido indolbutirico	0.30 %
--Acido alfa-naftalenacetico	0.60 %
--Clorhidrato de tiamina	0.15 %
--Nicotiamina	0.10 %
--Fosforo	24.00 %
--Diluyentes y compuestos	74.85 %

	100.00 %

Concentración de Auxinas:

- 3000 ppm en base al acido indol-3-butirico
- 6000 ppm en base al acido alfa-naftalenacetico
- 9000 ppm es el total de auxinas contenidas en el compuesto.

Ingredientes complementarios:

- Clorhidrato de tiamina 1.5 grs/kg
- Nicotinamida 1.0 grs/kg
- Fósforo 240 grs/kg

Usos: Se recomienda su uso en la reproducción de estacas y esquejes de plantas sanas.

Elaborado por: Quimica Foliar S.A. de C.V.

Producto correspondiente al tratamiento numero 3.

Nombre: Radix 10,000

Ingredientes activos:

-- Acido indol-3-butírico	1.00 %
-- Vehiculo	99.00 %

	100.00 %

Concentración de Auxinas:

--- 10,000 ppm en base al ácido indol-3-butírico.

Ingredientes complementarios

--- Vehiculo cbp material inerte.

Usos: se recomienda su aplicación en estacas de leñosas.

Elaborado por: Diseño y Control Electroquímico S.A.

Producto correspondiente al tratamiento 4.

Nombre: Radix 1,500

Ingredientes activos:

-- Acido indol-3-butirico	0.7 %
-- Vehiculo	99.3 %
	<hr/>
	100.0 %

Concentración de Auxinas:

-- 1,500 ppm en base al ácido indol-3-butirico

Ingredientes complementarios:

-- Vehiculo cpb materia inerte.

Usos: Recomendado para Aphelandras, Agranomas, Aralias, Begonias, Claveles, Crisantemos, Dracenas, Geranios, Nochebuenas, Magnolias, Ficus, Violetas, Bugambillas, Galacteas, Estolones de pasto y estacas de hortalizas como Tomate y Papa.

Elaborado por: Diseño y Control Electroquimico. S.A.

2.11. Tratamiento de estacas

Existen diversidad de técnicas y materiales utilizados para estimular el enraizamiento de las estacas, entre los materiales químicos sintéticos más efectivos se encuentran los ácidos naftalenacético e indolbutírico, además de que se encuentran tanto en preparaciones comerciales, dispersadas en talco o en formas líquidas para ser diluidas en agua, facilitando su aplicación. (Hartman et al 1975)

Algunas otras de las técnicas utilizadas para estimular el enraizamiento se encuentran:

a) Tratamientos con agua, que consiste en remojar por algún periodo de tiempo el material vegetativo a utilizar, sin embargo, esta práctica no tiene los mismos resultados en todas las especies de plantas.

b) Calor y humo, además del agua, el calor ha sido utilizado como un catalizador de reacciones enzimáticas que inducen al enraizamiento.

c) Radiación utilizando rayos gamma y/o rayos X se estimula la formación de raíces, pero su exposición debe ser exacta para evitar la muerte de las células de los tallos, En torno a los efectos de las radiaciones en la formación y características de las raíces se ha estudiado muy poco.

d) Enfriamiento con el fin de reducir los efectos de las concentraciones del ácido abscísico que en algunas especies vegetales inhiben el desarrollo de raíces. (Vastey,1962)

2.11.1. Métodos de aplicación

Las especies leñosas se deben tratar con preparaciones más concentradas, en tanto las más suculentas y de enraice fácil se deben tratar con materiales de menor concentración de auxinas. Es importante que en las estacas se efectúen cortes frescos antes de sumergirlas en el polvo.

El polvo se adhiere a las estacas, después de haber sacudido el material ligeramente, eliminando el exceso, con esta operación se impregna la suficiente cantidad de auxinas y provocar el efecto deseado.

Las estacas se deben insertar en el medio de enraizamiento lo más pronto posible después de haber realizado el tratamiento, para evitar la caída del polvo. (Hartman et al 1975)

El método de inmersión se emplea frecuentemente con soluciones muy diluidas, haciendo una inmersión de larga duración de 24-48 horas según el estado fisiológico de la planta y la solución empleada.

Con soluciones de mayor concentración la inmersión se debe realizar rápidamente de 5 a 10 segundos.

El método de espolvoreo es la técnica más simple y conocida. Se utiliza una mezcla de hormonas y un polvo inerte, que normalmente es talco, la proporción puede variar de 1 a 50 mg/gr del polvo inerte.

Esta técnica consiste en impregnar la base humedecida de la estaca en el polvo con las características antes expuestas. (Arredondo,1987)

2.11.2. Lesionado

En cierto número de especies, la producción de raíces en las estacas de tallo pueden ser estimuladas realizando lesiones en sus bases. (Hartman et al 1975).

El lesionado puede ser químico o mecánico, efectuándolo con la finalidad de incrementar el porcentaje de enraizamiento, especialmente en aquellas especies que presentan en el tallo un anillo de esclerenquima, en células fibrosas duras con pared celular secundaria engrosada localizadas en la parte externa al punto de origen de raíces adventicias, que en algunas especies como en el olivo constituyen una barrera a la emergencia de raíces. (Flores et al,1991)

El lesionado se puede realizar eliminando las ramas laterales de la parte inferior de la estaca. Otra forma de realizar esta herida es hacer en cada lado de las estacas, con la punta de una navaja afilada, cortes que deben de penetrar en la corteza hasta la madera y que tengan de 2.5 cm de largo. (Hartman et al 1975)

Es probable que las estacas lesionadas absorban más cantidad del medio de enraizamiento que las no lesionadas y que el lesionado permita que los tejidos que se encuentran en la base de la estaca efectuen mayor absorción de reguladores de crecimiento aplicados. (Arredondo,1987)

2.11.3. Desinfección del material

Como precaución contra la infección de hongos, es aconsejable dar al material vegetativo una inmersión en una preparación fungicida, antes o después de haber hecho las estacas.

La inmersión de las bases de la estaca con la mezcla de fungicidas y promotores de crecimiento, da mejores resultados en ocasiones que los tratamientos hechos únicamente con promotores de crecimiento. (Hartman et al 1975)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área experimental

El experimento se realizó bajo una cubierta de polietileno en el "Rancho San Ramón" ubicado en la calle del Polvorin (sin número), Barrio de San Bartolo, Teoloyucan, Estado de México. A 7 kilómetros al noreste de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Geográficamente se ubica entre los 19 33' y 19 35' de latitud norte y 99 02' y 99 05' de longitud oeste, con una altura de 2440 m.s.n.m.

El trabajo experimental se realizó en el periodo comprendido entre el 24 de julio y el 30 de noviembre de 1972..

3.2. Características del invernadero

Se contó con una cubierta de polietileno de forma rectangular con dimensiones de 4.0 X 3.0 m. de condiciones semicontroladas de forma rectangular, en el cual se construyó una cama de enraizamiento de 0.50 X 2.10 m. Esta se cubrió con una malla sombra al 25 % a una altura de 1.50 m. para reducir la incidencia de los rayos solares. El invernadero está cubierto con plástico térmico calibre 602 transparente. El plástico se puede subir para ventilarse durante el día y bajarlo durante la noche para evitar la pérdida de energía acumulada.

Para evitar la deshidratación del material se utilizó un humidificador comercial marca samsumg, el cual tiene un gasto de 1.6 litros por hora. Este se encendía durante el día (8:00 AM) y se apagaba por la tarde (16:00 PM) cuando disminuía la incidencia de los rayos solares.

3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 30 repeticiones de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$Y_i = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_i = Observación tomada del i -ésimo tratamiento

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto del error aleatorio

3.3.1. Unidad experimental

La unidad experimental constó de una cama de enraizamiento con un volúmen de 0.32 m^3 . utilizando como sustrato tierra de hoja, tierra de monte y estiércol de vaca perfectamente podrido, en una proporción de 1:1:1. La densidad de plantas fue de 30 plantas por 0.21 m^3 .

3.3.2. Tratamientos

Los tratamientos se integraron de la siguiente manera:

T1= Raizone plus

T2= Enraizador QF

T3= Radix 10,000.

T4= Radix 1,500

T5= Testigo

3.3.3. Repeticiones

Se utilizaron 30 estacas de cada tratamiento, es decir 30 repeticiones por cada tratamiento, sumando 150 estacas totales, tanto estacas basales, estacas medias y estacas apicales.

A todas las estacas se les efectua 3 lesionados de 2.0 cm. en sus partes basales.

3.4. Características del material vegetativo utilizado

Las estacas fueron tomadas de los arboles ubicados en en parque de la "Bombilla" en la Delegación Alvaro Obregón. Estos ejemplares son los más antiguos de México, con una edad mayor de 30 años, fueron donados por el gobierno de China.

De estos arboles se tomaron 17 ramas de la parte media, los brotes no eran mayores de 2 años de edad, todas estas ramas conservaban hojas y yemas foliares.

El manejo previo del material madre no se conoce con exactitud, inclusive se puede argumentar que no existe un manejo eficiente, se carece de podas y fertilización, lo anterior fue comentado por los jardineros del parque en una entrevista informal, para conocer las labores culturales realizadas.

Debido a la escasez del material vegetativo existente en México, se optó por tomar material de estos arboles debido a que son los que cuentan con mayor número de ramas, de las dimensiones requeridas, sin causar problemas a los ejemplares.

El corte de las ramas se realizó el día 23 de julio de 1993, un día antes de elaborar el estacado y comenzar con la etapa experimental, la época del año en que fue elaborado este corte fue en verano.

3.5. Materiales utilizados

Para la realización de este experimento se utilizaron 150 estacas con hojas de *Ginkgo biloba* Lin. de 10 a 15 cm. de longitud y diferentes grosores desde 0.5 cm. hasta 3.0 cm. de diámetro, 1 bote de 100 grs de radix 10,000, un bote de 100 grs de radix 1,500, un bote de 100 grs de enraizador QF, un bote de 100 grs de raizone plus un frasco de 100 grs de benlate y una bolsa de captan. Además de unas tijeras para poda, una navaja, regla, vernier, etiquetas y bolsas de plástico negras para el trasplante.

3.6. Cama de enraizamiento

Esta se preparó utilizando el sustrato desinfectado con bromuro de metilo con 15 días de anticipación, posteriormente se construyó un cajón con madera y ladrillos de las dimensiones 0.5 X 2.10 x 0.20 m al raz del suelo.

Al momento de hacer la plantación de las estacas, el sustrato se humedeció a su capacidad de campo.

3.7. Preparación de las estacas

Se cortaron las ramas del árbol en secciones pequeñas de 10 a 15 cm de largo, tanto las partes basales, medias y apicales de las mismas, con la finalidad de aprovechar la mayor parte del material vegetativo.

Posteriormente se hicieron 5 lotes de estacas combinando las tres partes de la rama, para que los tratamientos fueran lo más homogéneos posibles, esta separación se realizó al azar y fue la forma en que se conformaron los tratamientos.

Las estacas se sumergieron en una solución compuesta por los fungicidas benlate y captan, con un tiempo de inmersión de 5 minutos. Esta labor se efectuó con cada tratamiento por separado.

Las estacas se iban sacando una por una y se les realizaba el lesionado, posteriormente se volvían a sumergir en la solución por aproximadamente 3 segundos. Una vez remojadas se impregnaban con el polvo del producto correspondiente a los diversos tratamientos.

Este paso se hizo con cada estaca por separado y por cada tratamiento, renovando la solución fungicida cada que se preparaba un tratamiento.

La navaja era desinfectada con formol al 40% cada que se efectuaba el lesionado a cada una de las estacas.

Al completar las repeticiones correspondientes a cada tratamiento se efectuaba la siembra del material, lo más pronto posible, posteriormente se continuaba con otro tratamiento.

El lapso entre la siembra de estacas de cada tratamiento no fue mayor a 10 minutos, siendo aproximadamente 60 minutos la diferencia de tiempo entre el primer y último tratamiento.

Al tratamiento testigo únicamente se le trató con la solución fungicida y se le hizo el lesionado en las partes basales de las estacas.

La plantación de las estacas se realizó durante las primeras horas de la mañana para evitar al máximo la deshidratación del material. Además que se evitó el contacto con la luz directa del sol hasta el momento en que fueron instaladas las estacas en la cama de enraizamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Porcentaje de enraizamiento

En la grafica 1 se muestran los resultados obtenidos sobre el enraizamiento de estacas del árbol *Ginkgo biloba* Lin. sometidas a 5 tratamientos integrados por un testigo y 4 diferentes enraizadores quimicos de uso comercial que promueven el enraizamiento en base a su contenido de auxinas.

De acuerdo a estos tratamientos y sus respectivas repeticiones se encontró que el enraizador "Raizone plus", fue el que estimuló el enraizado en un mayor numero de estacas alcanzando un 30 % de individuos con resultados positivos.

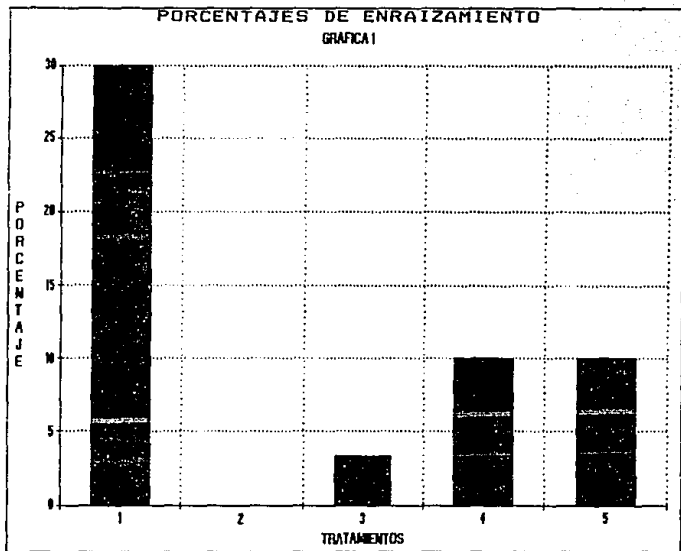
El tratamiento numero 2 (QF), no logró promover el enraizado en ninguna de las estacas sometidas a este tratamiento.

De el tratamiento 3 se obtuvieron resultados satisfactorios unicamente en un 3.3 % de las estacas tratadas con "Radix 10,000".

El tratamiento 4 y el tratamiento 5 obtuvieron resultados positivos en 10 % de las estacas y aún cuando el último tratamiento no contó con aporte externo de auxinas.

Los resultados sobre el porcentaje de enraizamiento demuestra que en aplicaciones de 1,800 ppm de auxinas se incrementan las probabilidades del enraizamiento en las estacas de esta especie, aunque no unicamente depende de estas aplicaciones, sino que se deben conjuntar con las concentraciones endógenas de promotores de enraizamiento presentes en el material vegetativo.

En base a los tratamientos 4 y 5 que obtuvieron resultados similares se puede explicar que existiendo buenas condiciones internas de reguladores de crecimiento se obtiene un determinado porcentaje de enraizamiento, sin mucha variación en sus proporciones, entre los rangos de 0 a 1,500 ppm, al aumentar 300 ppm, es decir a 1,800 ppm de auxinas se incrementa el porcentaje de enraizamiento a un 30 %.



TRATAMIENTO 1: RAZONE, TRATAMIENTO 2: QF, TRATAMIENTO 3: RADY 1000, TRATAMIENTO 4: RADY 500, TRATAMIENTO 5: TESTEO.

Estos parametros coinciden con la información que expresa H. Vidale en su libro "Cultivo in vitro" citando que los reguladores de crecimiento actúan en cada una de las especies de forma independiente, pero generalmente su modo de acción debe ser en dosis bajas, ya que en dosis altas provoca efectos aparentemente toxicos en el material, ademas de que los reguladores de crecimiento solo interactuan con otros reguladores y la afinidad con sus receptores para tornase reactivos; este funcionamiento esta determinado por el equilibrio establecido entre los mismos a nivel celular.

La toxicidad de que nos habla este autor se demostró con los tratamientos 2 y 3, que debido a sus altas concentraciones de auxinas se presentó este efecto.

El material vegetativo utilizado tuvo diferentes variantes entre sus condiciones internas y externas, aún cuando fueron tomadas del mismo árbol y de las mismas ramas presentandose diferentes capacidades de enraizamiento debido a sus variaciones en sus condiciones fisiológicas, esto coincidio con la información del autor Nico Pidi (1981), y la biologa Elva Martinez Holquin, (1987).

La heterogeneidad del material utilizado fue uno de los principales factores para que no se obtuvieran resultados más claros en el enraizamiento, en esta parte se destaca que se desconocen diferentes aspectos sobre el manejo previo de la planta madre, como su edad, nutrición y estado fisiológico de las ramas.

En la grafica 2 se puede observar la relación entre el porcentaje de enraizamiento y el aumento en 1,800 ppm de auxinas, posteriormente se observa el decremento de estos porcentajes cuando las dosis se elevaron.

El ingeniero Valdes Valades (1984), en su tesis sobre el enraizamiento de estacas probando concentraciones de 200 ppm y 4,000 ppm de auxinas encontró porcentajes de 8.3 % en la concentración "diluida" y de 33.3 % con la concentración "alta", estos rangos fueron similares a los obtenidos en la presente investigación, aunque en el tratamiento testigo él obtuvo resultados de 91.66 % siendo estos totalmente diferentes a los obtenidos con nuestro tratamiento testigo. (Cuadro numero 1).

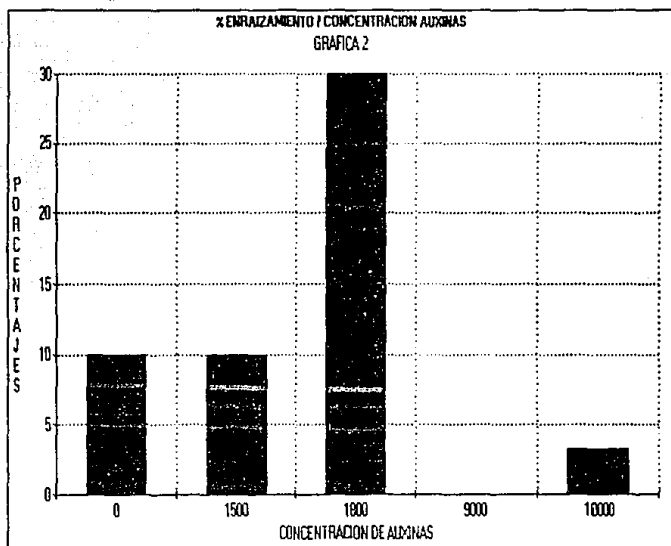
Enfocándose a los datos de estas dos investigaciones los resultados se expresan de la siguiente forma: de 0 a 1,500 ppm los resultados son similares conservandose dentro de un rango de 10 % al aumentar a 1,800 ppm hasta 4,000 ppm los resultados tienen un rango aproximado del 30 %, pero cuando los tratamientos aportan concentraciones más elevadas su efecto es el de inhibir el enraizamiento.

Estos datos y los tomados de la investigación del ingeniero Valdes Valades en 1984, nos demuestran que las fuentes de auxinas utilizadas no presentan variación para lograr el enraizamiento, sino lo que es más determinante es el contenido de auxinas que aporta el producto y los reguladores de crecimiento que tenga el material.

En la gráfica número 3 y el cuadro 2, se conjuntan los resultados de estacas con raíz; en estas se observan los rangos comparativos de acuerdo a el porcentaje de enraizamiento y su relación con la posición de la estaca. De estos resultados se observa que las estacas apicales fueron las que presentaron menores porcentajes de enraizamiento con un 12.5 % del total de estacas con raíz, (sin tomar en cuenta el tratamiento al que pertenecen) esto se explica que debido al movimiento basipétalo que presentan estos reguladores la concentración de auxinas es superior en las partes basales y medias presentando poca variación en su contenido endógeno, por tal motivo se tienen mayores probabilidades para lograr el enraizamiento de este tipo de estacas.

Otro aspecto interesante que nos indica el cuadro 2 es, que al aumentar las concentraciones a 1,500 y 1800 ppm se puede habilitar a las estacas tomadas de partes apicales para producir raíz.

En los tratamientos con altas concentraciones de auxinas como lo fueron el 2 y 3, no se logro enraizar estacas de ninguna parte de la rama, la excepción que se muestra en el tratamiento 3, se pudo deber a algún error en el manejo de esa estaca, la cual de alguna forma no se impregno el enraizador, ya que el resultado se encontró en una estaca de parte basal, esto se estima al poco sentido que tiene la alta concentración de auxinas aplicadas externamente y las que contiene esta parte de la rama, hacen infuncional a la estaca, esto se demuestra por los datos obtenidos a lo largo del experimento.



TESTIGO (0), RADIX 1500 (1500), RAIZONE (1800), OF (9000), RADIX 10000 (10000)

porcentaje de enraizamiento

Concentrado de datos

TIPO	Test. V		Testigo		200 ppm		1500 ppm		1800 ppm		4000 ppm		9000 ppm		10000 ppm	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Apical	4	100	0	0	0	0	1	3.3	1	3	2	50	0	0	0	0
Media	3	75	1	3.3	1	25	1	3.3	5	17	2	50	0	0	0	0
Basal	4	100	2	6.6	0	0	1	3.3	3	10	0	0	0	0	1	30
Total	11	91.3	3	10	3	8.3	3	10	9	30	4	33.3	0	0	1	3.3

V = Tesis del ingeniero Valdes Valades

En esta tesis los porcentajes fueron obtenidos en base a 12 estacas

n = Numero de estacas enraizadas

% = Porcentaje de estacas con raiz

CUADRO 1

Las estacas de esta especie contienen altos contenidos de auxinas en sus estructuras internas y con dosis menores aplicadas externamente se obtienen resultados satisfactorios. Las concentraciones propuestas por las empresas que realizan los productos químico, para estacas de tipo leñoso, no resultan ser las convenientes para esta especie.

Existen otros factores de importancia, como es el manejo y la edad de la planta madre, ya que no son los ideales para poder considerarlas como una planta madre de excelente calidad, por lo tanto sus características fisiológicas debieron influir en los bajos índices de enraizamiento obtenidos, por tal motivo se hace más interesante renovar este material, además de crear individuos destinados específicamente para este fin.

ESTACAS ENRAIZADAS

Tratamiento	Apicales	Medias	Basales	Total
1	1	5	3	9
2	0	0	0	0
3	0	0	1	1
4	1	1	1	3
5	0	1	2	3
Total	2	7	7	16

CUADRO 2

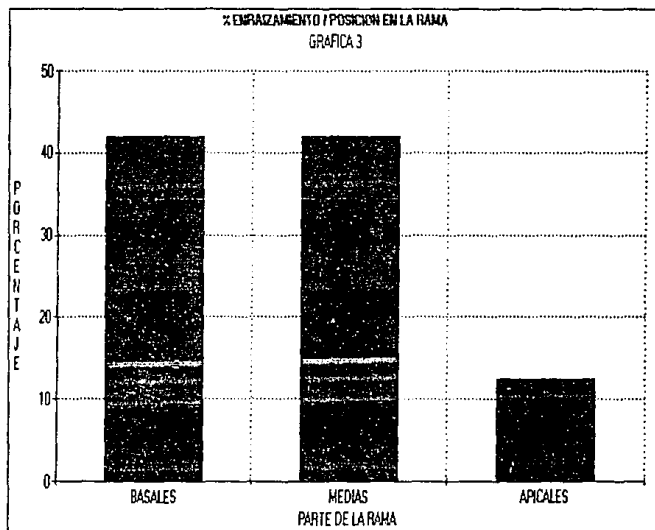
Tratamiento 1 = Raizone plus

Tratamiento 2 = Enraizador QF

Tratamiento 3 = Radix 10,000

Tratamiento 4 = Radix 1,500

Tratamiento 5 = Testigo



PARTE DE LA ESTACA CON RELACION A LA POSICION EN LA RAMA

4.2. Número de raices

Para conocer el efecto de los diferentes tratamientos en el número de brotes de raíz, se realizó la evaluación de sus características, encontrándose que sí existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos como se muestra en el cuadro número 3.

Por medio de la comparación de medias de acuerdo al método de Tukey, se encontró que las diferencias significativas existen en los tratamientos 2 y 3, los tratamientos 1, 4 y 5 se comportaron de manera estadísticamente similar.

Estas diferencias encontradas en los tratamientos 2 y 3 se deben a los resultados tan bajos en la emisión de raíz, pero los tratamientos 1, 4 y 5 que se reportan como estadísticamente similares, únicamente reflejan las diferencias estadísticas, pero existen diferencias en sus datos que se pueden apreciar cuando no se sigue un modelo estadístico, por esa razón nos apoyamos en la grafica 4, en la que se compara el número de brotes por tratamiento.

En la gráfica se observa que el tratamiento número 1, tuvo el mayor número de brotes de raíz que cualquier otro tratamiento, el tratamiento que le siguió fue el número 4 y posteriormente el número 5.

Los resultados obtenidos de esta variable se vuelven a relacionar con las concentraciones de auxinas, por esta razón se realizó la grafica 5, en la que se marca esta relación de acuerdo a las concentraciones de auxinas con el número de raices..

En el esquema se muestra la tendencia para aumentar el número total de brotes por cada tratamiento, sin embargo, al aumentar las proporciones de esta los efectos se ven reducidos.

Los resultados según el tratamiento se ordenan de la siguiente forma: tratamiento 1, 40 raices totales su promedio es de 1.33 raices por estaca, el tratamiento 2 no obtuvo brotes de raíz, el tratamiento 3 únicamente produjo una raíz, el promedio de este tratamiento fue de 0.03 raices, el tratamiento 4, obtuvo 22 raices y su promedio fue de 0.73, el tratamiento 5, 12 brotes con un promedio de 0.40 brotes por estaca. Estos promedios fueron tomados en base a las 30 estacas que integra cada tratamiento. Apoyo en la grafica 6.

En base a estos resultados se puede verificar que el aporte de 1,800 ppm de auxinas volvió a ser la más adecuada para producir un mayor número de brotes de raíz.

Fuente de variación	G.L.	S.C	C.M.E.	Fc	Ft
					0.05 0.01
Trat.	4	7.02	1.75	4.229	1.64 2.33
Error	145	60.2	0.415		* **

Total 149

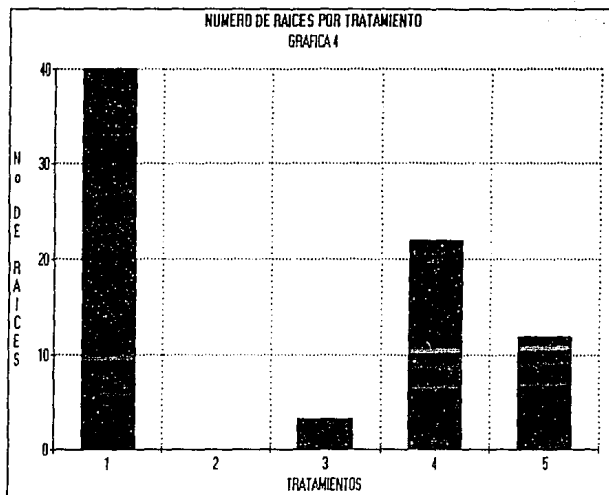
C.V. = 53.24

CUADRO 4: Comparación de medias según Tukey

Tratamientos	Diferencias
1-2	a
1-3	a
1-4	b
1-5	b
2-3	b
2-4	b
2-5	b
3-4	b
3-5	b
4-5	b

a *Existen diferencias estadísticas significativas

b =No existen diferencias estadísticas significativas

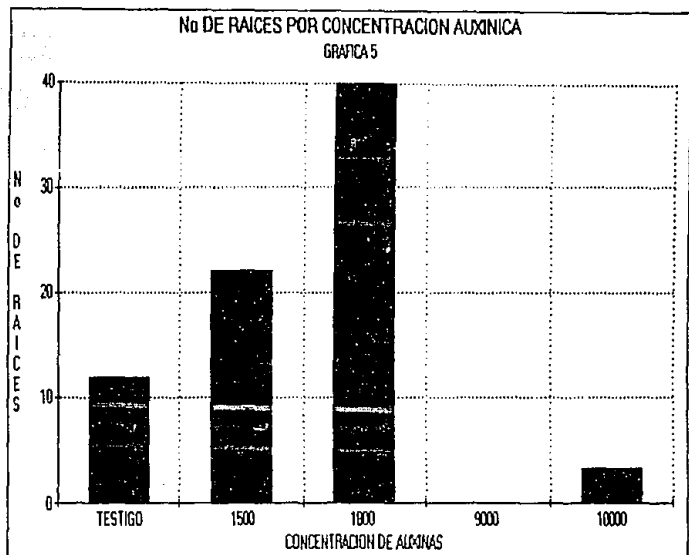


TRATAMIENTO 1 = RAIZONE, TRATAMIENTO 2 = QF, TRATAMIENTO 3 = PADx 10000, TRATAMIENTO 4 = PADx 1500, TRATAMIENT

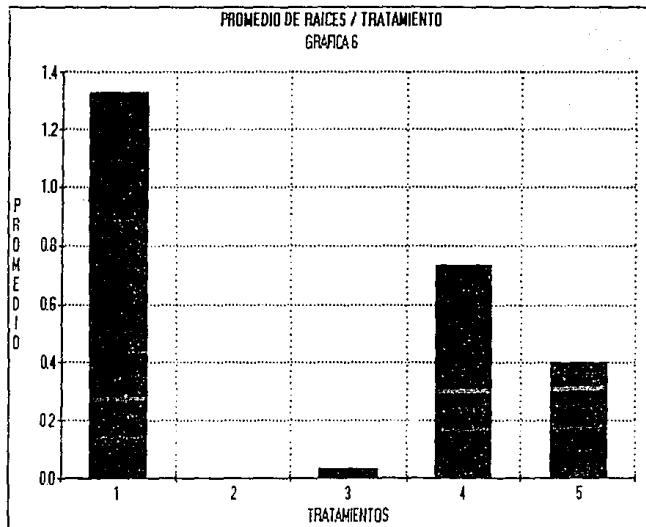
Estos efectos se atribuyen a que la aplicación de auxinas provoca respuestas positivas en el enraizado de estacas; alterando las concentraciones de auxinas en relación al de las citocininas se presenta una diferenciación de tipo rizógena en las áreas de demanda de la estaca, cuando estas áreas tienen el estímulo ambiental que permite esta diferenciación, coincidiendo con la información de H. Vidale (1984).

Explica que la diferenciación de un meristemo depende de la proporción de auxinas y citocininas; cuando la proporción de auxinas es mayor que el de las citocininas se forman primordios de raíz, cuando la proporción de citocininas supera al de auxinas se forman primordios de hoja, cuando existe un equilibrio entre ambos se forman células sin diferenciarse hasta que se altere la concentración de alguno de ellos.

El efecto del equilibrio de estos reguladores se le puede atribuir a la defoliación de las estacas y a la emisión de nuevos brotes vegetativos, estos efectos tuvieron variaciones claras entre los diferentes tratamientos.



TESTIGO (0), RADIX 1500 (1500), RAIZONE (1800), QF (9000), RADIX 10000 (10000) () = CONCENTRACION DE AUXINAS



TRATAMIENTO 1 = RAZONER, TRATAMIENTO 2 = QF, TRATAMIENTO 3 = RADx1000, TRATAMIENTO 4 = RADx1500, TRATAMIE

Los efectos se describen brevemente a continuación:

El tratamiento numero 1 tardó mayor tiempo en defoliarse y tuvo un número bajo en la emisión de brotes vegetativos, es importante recordar que fue el tratamiento que tuvo mejores resultados en su brotación de raíz, por lo que se le atribuye a la defoliación paulatina una mayor traslocación de nutrientes y compuestos de síntesis hacia las partes basales de la estaca. (Flores et al 1991)

El tratamiento 2, tuvo una defoliación completa y rápida, además de que careció de brotación vegetativa, siendo sus índices de enraizamiento nulos.

El tratamiento 3 tuvo una defoliación tardada en comparación con el tratamiento anterior, la emisión de brotes vegetativos se presentó en tres varetas y sus índices de brotación de raíz fueron bajos. En estas estacas podemos explicar que hubo traslocación de auxinas debido a su movimiento basipétalo y aunado a la aplicación alta de auxinas su efecto se inhibió en la base, en la parte superior de la estaca la concentración de citocininas fue mayor y se promovió la emisión de brotes vegetativos, debido también a que se contaba con las condiciones ambientales necesarias para lograr tal emisión. (Arredondo 1987)

El tratamiento 4 tuvo una mayor emisión de brotes vegetativos en la mayoría de sus varetas creando situaciones de competencia a lo largo de la estaca, sin embargo, debido a que su defoliación no fue tan rápida permitió la traslocación de asimilados a las partes basales y conjuntándose con la aplicación externa de auxinas se tuvo un número considerable de brotes de raíz.

El tratamiento 5 tuvo defoliaciones paulatinas y una emisión de brotes vegetativos también alta, las relaciones de competencia a lo largo de la estaca se presentaron y solo se logro emitir un número reducido de brotes de raíz.

La comparación de estos dos últimos tratamientos nos indica que al existir una relación de antagonismo entre las auxinas y las citocininas sus relaciones se ven influenciadas en gran medida por las condiciones ambientales y por la aplicación externa de reguladores de crecimiento, aún cuando esta aplicación es de 1,500 ppm su relación todavía tiende al equilibrio pudiéndose inclinar hacia cualquier tipo de brotación según la información ambiental que reciban. (Grajales y Martínez, 1987) éste efecto se inclina hacia la brotación de raíces cuando se incrementa a 1,800 ppm el contenido de auxinas.

Existe un parámetro que se debe considerar ya que al aplicar 1,500 ppm de auxinas las estacas formaron varios sitios receptivos que pudieron diferenciarse en primordios de raíz, sobre todo si se hace la comparación con el tratamiento testigo, por lo que estos dos tratamientos presentan emisiones similares de brotes vegetativos, pero la traslocación de asimilados del tratamiento 4 y la concentración de auxinas aportadas, permitieron tener un mayor número de células diferenciadas hacia un comportamiento rizógeno por lo tanto se obtuvo mayor número de brotes de raíz.

Este efecto de brotación se presentó en menores proporciones en el tratamiento testigo, lo que nos indica que las aportaciones externas de auxinas favorecen a la estaca no solo en su capacidad para enraizar, sino que también estimulan al material a producir mayor número de brotes.

Los resultados concentrados en el cuadro 5, nos muestra los efectos descritos en el párrafo anterior, demostrando que los productos "Raizone plus" y "Radix 1,500" resultan ser beneficios para estimular la brotación de raíz en estacas de esta especie. Sin embargo, el primer producto supera al "Radix 1,500" casi por un 50 % de diferencia.

CUADRO 5 : Concentrado de datos del número de brotes de raíz

Trat	Tot. est.	Tot. est. con raíz	Num. tot. raíces	Promedio raíces	Dif. sign
1	30	9	40	1.33	b
2	30	0	0	0	a
3	30	1	1	0.03	a
4	30	3	22	0.73	b
5	30	3	12	0.40	b

a= Existen diferencias estadísticamente significativas

b= No existen diferencias estadísticamente significativas

Tratamiento 1 = raizone plus

Tratamiento 2 = Enraizador QF

Tratamiento 3 = Radix 10,000

Tratamiento 4 = Radix 1,500

Tratamiento 5 = Testigo

4.3. Longitud de raíz

Para conocer el efecto de estos productos en la longitud de raíz se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos, encontrándose que si, existen diferencias significativas entre los tratamientos. Cuadro número 6.

La comparación de medias realizada por medio del método de Tukey, nos indica que las diferencias significativas radican en los tratamientos 2 y 3. los tratamientos 1, 4 y 5 son estadísticamente similares. Cuadro número 7.

Los métodos estadísticos empleados no muestran claramente las diferencias entre los tratamientos por lo que nos apoyamos en las gráficas 7 y 8, para conocer el efecto de los tratamientos.

En estas gráficas también se puede observar que el tratamiento 1, otra vez fue el que tuvo mejores resultados, aunque estos no fueron marcadamente diferentes, sobre todo en comparación con el tratamiento 4.

En las gráficas también se observa que la aplicación externa de auxinas provoca resultados mayores en la longitud de raíz, sobre todo cuando los tratamientos conservan 1,500 a 1,800 ppm de auxinas. Cuando la concentración y aplicación de auxinas es excedida los comportamientos tienden a reducirse. (Gráfica 9)

Los tratamientos 1 y 4 fueron similares en sus promedios. Pero el comportamiento individual de las estacas no fue igual, ya que uno alcanza el promedio con 10 estacas y el otro únicamente con 3. (Cuadro 8)

De estas dos diferencias podemos decir, que el tratamiento 4 tuvo estacas con raíces más largas que el tratamiento 1 y aunque la división y alargamiento celular traducido en una raíz más elongada, esto no está directamente relacionada con el contenido de auxinas, sino más bien con las giberelinas y citocininas, si podemos explicar que la fuente de auxinas aplicadas externamente puede en determinado momento influir en la velocidad de enraizamiento. (Balderas 1985)

CUADRO 6: ANOVA de longitud de raíz

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.E.	Fc	Ft
					0.05 0.01
Trat.	4	3.194	0.798	2.83	1.64 2.33
Error	145	40.86	0.282		* **

Total 149

C.V. = 49.09

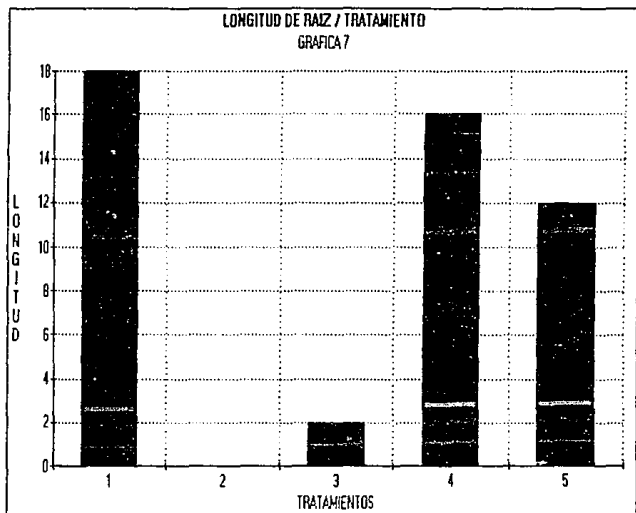
CUADRO 7: Comparación de medias según Tukey

Tratamientos	Diferencias
--------------	-------------

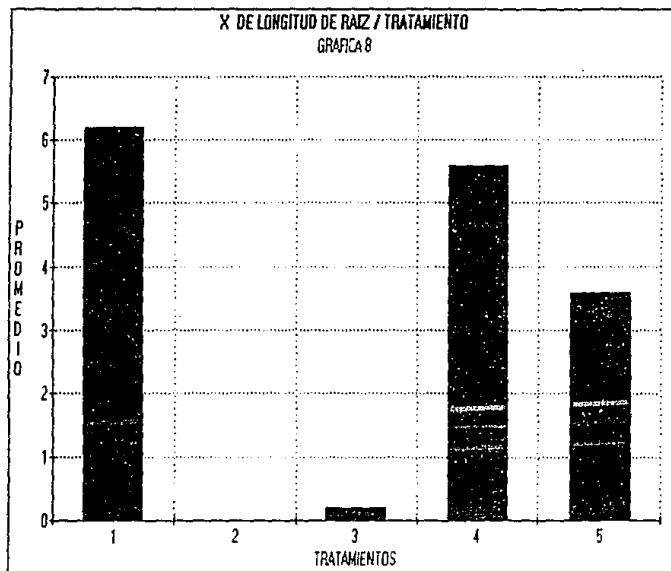
1-2	a
1-3	b
1-4	b
1-5	b
2-3	b
2-4	b
2-5	b
3-4	b
3-5	b
4-5	b

a= Existen diferencias estadísticas significativas

b= No existen diferencias estadísticas significativas



TRATAMIENTO 1 = RAZONHE, TRATAMIENTO 2 = QF, TRATAMIENTOS 3 = RADIX 10000, TRATAMIENTO 4 = RADIX 1500, TRATAMIENTOS 5 = RADIX 1000



REFERIDO A LA LONGITUD DE RAIZ. TRATAMIENTO 1 = RAIZONE, TRATAMIENTO 2 = OF, TRATAMIENTO 3 = RADIX 10000, TRATAM

Lo anterior se toma del principio de que la raíz con mayor longitud es la que más rápido obtuvo diferenciación y crecimiento en tamaño, además, se debe tomar en cuenta de que no se aplicó ningún promotor de crecimiento aparte de las auxinas, trabajando únicamente con el contenido endógeno de citocininas y giberelinas que presentaban las estacas.

Las auxinas empleadas en el tratamiento 1, fueron en base al ácido naftalenacético, siendo un ácido menos soluble que el ácido indol-3-butírico empleado en el tratamiento 4. (Arredondo, 1987)

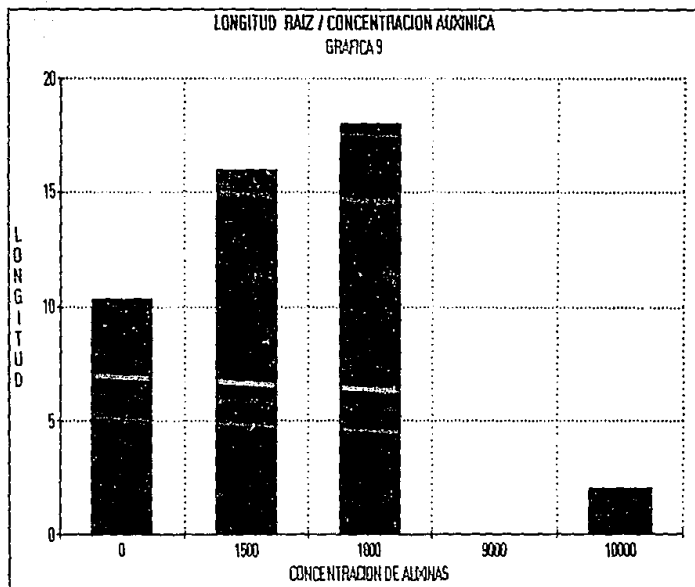
El hecho de que el ácido naftalenacético sea menos soluble nos indica que sus moléculas tardan más en penetrar a los tejidos de la planta. El ácido indol-3-butírico es más soluble y por consiguiente pasa con mayor rapidez a los tejidos de la misma acelerando los procesos de inducción y formación de raíz.

Por lo anterior podemos asegurar que el tratamiento 4, tuvo enraizamiento más rápido que el tratamiento 1, por esa razón los promedios que alcanza el tratamiento 4 fueron altos.

Los tratamientos 2 y 3 como ya sabemos tuvieron efectos poco satisfactorios debido a la alta concentración de auxinas.

El tratamiento testigo, tuvo largos de raíz considerables lo que nos indica que la traslocación de auxinas en la estaca se efectúa con velocidad, además nos expresa que existen adecuadas concentraciones de citocininas y giberelinas en el material. (Balderas, 1985)

La concentración de auxinas y su relación con los tratamientos provocan una estimulación rápida en la diferenciación celular, pero estas concentraciones no promueven un efecto directo con el crecimiento, ya que depende de otros reguladores de crecimiento, sin embargo, la utilización de ácido indol-3-butírico puede acelerar los procesos de enraizamiento comparado con el ácido naftalenacético, que tiene menos solubilidad. (Arredondo, 1987)



TESTIGO = (0) P.A.D.X 1500 = (1500) (F = (3000) P.A.D.X 10000 = (10000)

CUADRO 8 = Concentrado de datos sobre longitud de raíz

Trat.	Total est.	Tot. est. con raíz	Long. de raíz	Prom. long.	Dif. sig.
1	30	9	18.5 cm	0.62 cm	b
2	30	0	0	0	a
3	30	1	2.3 cm	0.08 cm	b
4	30	3	17.8 cm	0.58 cm	b
5	30	3	10.3 cm	0.36 cm	b

a = existen diferencias estadísticas significativas

b = No existen diferencias estadísticas significativas

Tratamiento 1 = Raizone plus

Tratamiento 2 = Enraizador QF

Tratamiento 3 = Radix 10,000

Tratamiento 4 = Radix 1,500

Tratamiento 5 = Testigo

4.4. Diametro de raiz

El diametro de raiz presentado por los brotes de sus estacas fueron sometidos de acuerdo a los resultados al analisis de varianza, expresando la existencia de diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. (Cuadro 9)

Para conocer estas diferencias se sometieron los resultados al analisis de comparación de medias propuesto por Tukey, de acuerdo a este analisis se determinó que las diferencias significativas se debian a los tratamientos 2 y 3, los demas tratamientos 1, 4 y 5 se comportan de manera estadisticamente similar. (Cuadro 10)

Para definir de forma más clara estas diferencias se realizarón las gráficas 10 y 11, en estas se observa que el tratamiento 1, volvio a tener los resultados más altos comparados con los demas, la influencia de esta concentración superó casi en un 50 % al tratamiento 4, que fue el que le siguió en su indice de diametro de raiz, la diferencia de este último tratamiento comparado con el testigó no tuvieron una marcada variación, aunque si existe un ligero incremento en su diametro.

Para ejemplificar la relación entre las diferentes concentraciones de auxinas con el diametro de raiz se procedio al acomodo de los datos en base a su concentración, como lo muestra la grafica 12, en esta se observa que las concentraciones endógenas del material y hasta una concentración de 1,500 ppm el diametro de raiz se comporta de forma similar, esto indica que el conjunto de celulas que se logra inducir se mantienen dentro del mismo rango.

Al aumentar la concentración de auxinas a 1,800 ppm el numero de celulas estimuladas se incrementa, en este aspecto se identifica claramente que el funcionamiento de las auxinas en las estacas de esta especie.

El efecto fue el de reblandecer las paredes celulares en un mayor grupo de células, con esto se logra estimular los procesos de imbibición de agua, provocando su expansión. (Hartman y Kester, 1975)

Los tratamientos con altas dosis de auxinas tienen un efecto poco satisfactorio en este proceso, esto se puede observar en el cuadro 11.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 9: ANOVA de diametro de raíz

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.E.	Fc	Ft
					0.05 0.01
Trat.	4	0.92	0.2303	4.34	1.64 2.33
Error	145	7.64	0.0530		* **
Total	149				

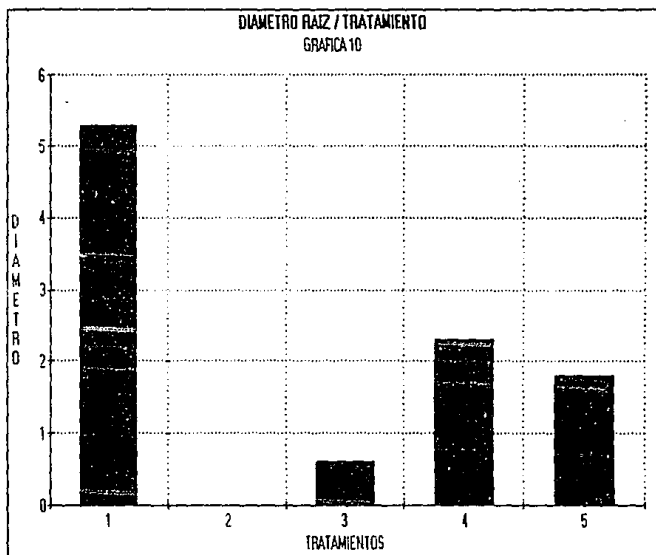
C.V. = 21.29 %

CUADRO 10: Comparación de medias según Tukey

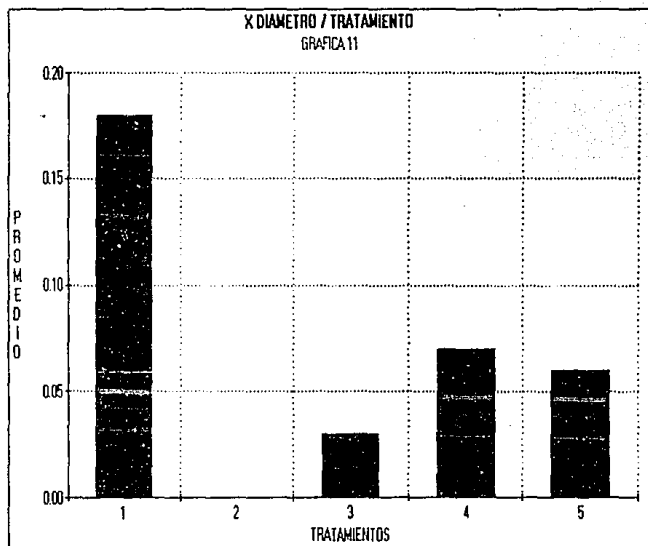
Tratamientos	Diferencias
1-2	a
1-3	a
1-4	b
1-5	b
2-3	b
2-4	b
2-5	b
3-4	b
3-5	b
4-5	b

a= Existen diferencias estadísticas significativas

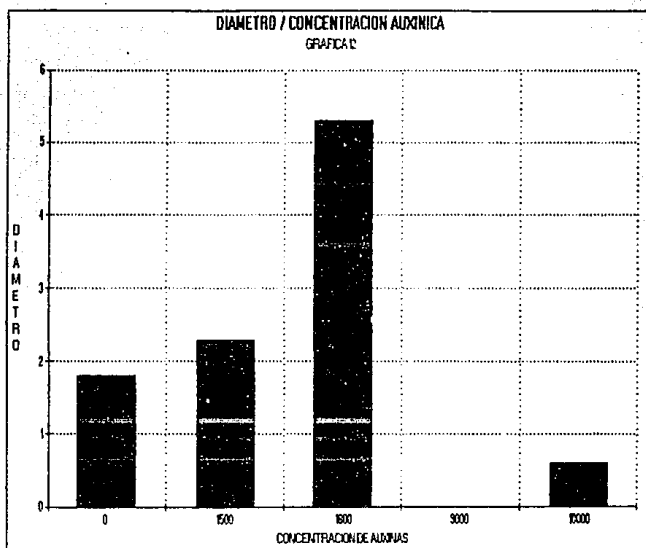
b= No existen diferencias estadísticas significativas



TRATAMIENTO 1=RAIZONE, TRATAMIENTO 2=QF, TRATAMIENTO 3=PADX 10000, TRATAMIENTO 4=PADX 1500, TRATAMIENT



TRATAMIENTO 1 = RAIZONE, TRATAMIENTO 2 = QF, TRATAMIENTO 3 = RADx 10000, TRATAMIENTO 4 = RADx 1500, TRATAMIENT



TESTIGO : (0) , RAZON : (100) , (1500) , RAZON : (150) , (1800) , (9000) , RAZON : (1000) , (10000)

CUADRO 11: Concentrado de datos sobre el diametro de raíz

Trat.	Total estacas	tot. est. con raíz	Dia. Tot. por trat.	Promedio diametro	Dif. est. sig.
1	30	9	5.30	0.18	b
2	30	0	0	0	a
3	30	1	0.5	0.02	a
4	30	3	2.20	0.07	b
5	30	3	1.70	0.06	b

a = Existen diferencias estadísticas significativas

b = No existen diferencias estadísticas significativas

Tratamiento 1 = Raizone plus

Tratamiento 2 = Enraizador QF

Tratamiento 3 = Radix 10,000

Tratamiento 4 = Radix 1,500

Tratamiento 5 = Testigo

V. CONCLUSIONES

El aporte externo de auxinas en las estacas del árbol *Ginkgo biloba* Lin. tiene efectos positivos en el material vegetativo estimulando los eventos de enraizamiento, provocando mayores índices de enraizamiento e incrementando las variables morfológicas como son el número de brotes de raíz, el diámetro y la longitud.

El producto que demostró resultados más satisfactorios en los niveles de enraizamiento y con mejores características morfológicas fué "Raizone plus" que aporta 1,800 ppm de auxinas. El producto que le siguió en importancia fué "Radix 1,500" que aporta 1,500 ppm de auxinas y por último el tratamiento testigo.

Los productos que aportan altas concentraciones de auxinas como son los enraizadores comerciales "QF" y "Radix 10,000" que aportan 9,000 y 10,000 ppm de auxinas respectivamente, resultan ser poco satisfactorios para tratar estacas de esta especie.

Desde una concentración endógena de auxinas hasta 1,500 ppm las características de enraizamiento en las estacas son similares, al incrementarse la concentración a 1,800 ppm las características se ven favorecidas.

La presencia de yemas y hojas en las estacas representan un factor importante para tener mejor éxito en el enraizado.

Esta especie no es de fácil enraizamiento utilizando métodos rústicos como los empleados en este trabajo, sobre todo si los objetivos de reproducción son comerciales, ya que el índice más alto de enraizamiento obtenido por este método fue de 30 %, aunado a la escasez del material vegetativo, hacen poco redituable esta técnica de multiplicación.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo se desarrollo con el apoyo de la empresa "EL MERAL" S.A. de C.V. los objetivos perseguidos fue la de conocer los aspectos basicos sobre la propagación del árbol *Ginkgo biloba* Lin. por medio de la técnica de estacado, esta investigación demostró que la aplicación externa de auxinas tiene influencias benéficas en el material utilizado, pero no es el único factor determinante para lograr el éxito en el enraizado.

Entre los factores más importantes que se deben controlar son la humedad ambiental, para que se permita conservar la hoja en las estacas, ya que estas juegan un papel de suma importancia en la traslocación de fotoasimilados hacia las zonas de demanda.

El material vegetativo de este árbol es escaso en México y existen diversos obstáculos para conseguirlos, por lo que es conveniente recurrir a técnicas que puedan aprovechar eficientemente el material.

Este trabajo como ya lo hemos expresado, unicamente cuenta con algunos elementos sobre la propagación de esta especie, ademas da información importante para lograr éxito en el enraizado, sin embargo, existe una serie de factores que justifican nuevos trabajos, como ejemplo podemos citar: el incremento en la concentración de auxinas en rangos superiores a 1,800 ppm, la comparación de las diferentes fuentes de auxinas utilizadas, época del año en el que se toma el material, efecto directo de las yemas y de las hojas en las estacas, tamaño de las estacas y época de corte, entre otros.

Por lo tanto existe la necesidad de propagarlo a partir de meristemas justificando la formación de un banco de germoplasma.

Debe existir mayor información y experimentos practicos para elevar el numero de individuos de esta especie, puesto que es una especie con rangos evolutivos muy particulares, ademas de ser considerado como un fosil viviente y unico representante vivo de la familia de los Ginkgoales, representando un valor botánico incalculable.

Bibliografía

1. Avila P. N. y Escamilla B. G. (1989) *Diseño y construcción de una desinfectadora de suelo por microondas para uso de invernadero*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 7-20.
2. Arredondo R. M. (1987) *Efecto del ácido indolbutírico y rootone como inductores al enraizado y desarrollo vegetativo en estacas de anacua *Ethretia elliptica* L. en Marin N.L. bajo condiciones de invernadero*. Tesis Universidad Autónoma de Nuevo León. México, pp. 1-60.
3. Balderas C. Ma. L. (1985) *Efecto del ácido giberélico sobre plantulas del nogal de castilla *Juglans regia**. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 4-17.
4. Baltazar T. (1984) *Diagnostico del vivero municipal para areas verdes en el municipio de Naucalpan Edo. de México*. Tesis. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 70-76.
5. Bonfonte P. B. and F. A. (1985) *VAM Fungi in Ginkgo biloba roots: Their interactions at cellular level*. Balaban publishers, Philadelphia/behovot. Simbiosis 1*1985. pp. 53-67.
6. Brum F. B. (1970) *Multiplicación de las frondosas y las coníferas*. Ed. Blume. Barcelona, España. pp. 28-105.
7. Calderon A. E. (1970) *Fruticultura General*. Ed. Fuentes impresoras, S.A. México. pp. 541, 546-550.
8. Camacho T. A. (1989) *Obtención de arboles de olivo *Olea europea*, mediante el enraizamiento de estacas leñosas, dos pruebas de posición en el sustrato y tratamiento hormonal en condiciones de vivero*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M.. México. pp. 30-38.
9. Chinery M. et al. (1984) *Las plantas*. ed. Blume. Barcelona España. pp. 103-104.

10. Cronquist A. (1977) *Introducción a la botánica*. ed. Continental. Estados Unidos. pp. 491-494.
11. Dallimore I.S.D. and Bruce J. (1923) *Handbook conifae and ginkgoaceae*. ed. Edward Arnold. Londres, Inglaterra. Cuarta Edición 1966. pp. 229-234.
12. Delplace E. (1969) *Manual de arboricultura frutal*. ed. Gustavo Gill, S.A. 3ra edición, Barcelona España. pp.5-9.
13. Edlin H. and Nimmo M. (1978) *Enciclopedia Blume de Los árboles y maderas del mundo*. Ed. Blume. Barcelona, España. pp. 28-29,86.
14. Esau K. (1976) *Anatomía vegetal*. ed. Omega. Barcelona, España. pp. 114,120,154,277,395,456,681.
15. Fernandez R. A. (1986) *Caracterización del vivero volante forestal localizado en la comunidad de Santiago Tula, Oaxaca con fines forestales*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 8-59.
16. Florez V. M. y Negrete D. O. (1991) *Efecto del lesionado, concentración ácido indol-3-butírico y tiempo de inmersión sobre el enraizamiento de esquejes de Gypsophyla paniculata*. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 90-93.
17. Godet J. D. (1986) *Arboles y arbustos*. ed. Plaza y Anes. Barcelona, España. pp. 19,93,166-167.
18. Grajales M. O. y Martínez H. E. (1987) *Fisiología vegetal*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México pp. 176-178.
19. Greulach A. V. (1970) *Las Plantas, Introducción a la botánica*. ed. Limusa. México. pp. 90-93.
20. Hartman T. H. y Kester E. D. (1975) *Propagación de plantas principios y practicas*. ed. C.E.C.S.A. México. pp.
21. Hernie R. (1985) *350 plantas de jardín*. ed. Blume. Barcelona España.
22. Hocker W. H. (1979) *Introducción a la biología forestal* ed. AGT. Editor. México. pp. 39-89.
23. Krieger S. et al. (1979) *Fruticultura*. ed. C.E.C.S.A. México. pp. 48-74.

24. Maino E. and Howart F. (1975) *Ornamental trees*. Universidad de California Prees Berkeley. Los Angeles California. Estados Unidos de America. pp. 176.
25. Negrete S. F. y Vazquez R. E. (1990) *Enraizamiento de esquejes de Gypsophyla paniculata*. Tesis. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 12-20.
26. Nico P. (1981) *La multiplicación de las plantas*. ed. De Vecchi. Barcelona, España. pp. 84-97.
27. Paniagua C. C. (1985) *Enraizado de estacas del híbrido natural almendro-durazno Prunus amygdalus. Prunus persicae. con ácido indolbutírico y rutin*. Tesis. Facultad De Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 3-38.
28. Perry F. and Elsey (1978) *El Jardín*. ed. Blume tomo II. Barcelona, España. pp. 196-199.
29. Phillips R. (1985) *Los arboles*. ed. Blume. Barcelona España. pp. 43,120,217.
30. Ricardí C. O. (1986) *Escarificación y dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de anonáceas*. Tesis Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 25-54
31. Rodríguez G. A. (1986) *Efecto de diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en el enraizado de frambuesa roja*. Tesis Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. México. pp. 8-20.
32. Sheat G. W. (1963) *Propagation of trees, shrubs and coníferas*. Ed. Mac Millan. Londres, Inglaterra. pp. 431-433.
33. Sivori M.E. (1980) *Fisiología Vegetal*. Ed. Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires Argentina. pp. 535-538.

34. Sporns K.R. (1980) *Morfología de las gimnospermas*. Universidad Autónoma De Chapingo. Departamento de Bosques. Boletín técnico. México. pp.105-109
35. Sutton R.F. (1969) *Form and development conifer root systems*. ed. Commonwealth Agricultural Bureau. Department Fisheries and Forestry. Londres Inglaterra. pp. 30-51.
36. Swinton A. (1982) *Manual de Bonsai*. ed. Omega. Barcelona, España. pp. 133-146, 161-162, 181.
37. Valdez V. F. J. (1984) *Efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas de la especie arborea "Ginkgo biloba" Lin.* Tesis. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. U.N.A.M. pp. 1-82.
38. Vastey D. J. (1962) *Estudios sobre propagación de especies forestales por estacas*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA Centro tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados. Turrialba, Costa Rica. pp. 1-15.