

5
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Z A R A G O Z A

Ensayos de propagación en Pinus
greggii Engelm., por enraizamiento
de Estacas Injerto y Acodo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBA ESCRITA DEL
EXAMEN PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

Elena del C. Becerra Ovando

México, D. F.

1992



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.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	lv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos particulares	3
3. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Definición de la propagación vegetativa	4
3.2. Generalidades	4
3.3. Técnicas de propagación vegetativa en especies forestales	8
3.3.1. Enraizamiento de estacas	8
3.3.1.1. Tratamientos aplicados a las estacas para estimular su capacidad de enraizado	10
a) Tratamientos aplicados antes de la separación de las estacas	11
1) Etiolación de ramas	11
2) Fertilización de las plantas madre	11
3) Incremento de horas luz a la planta madre	12
b) Tratamientos y manejo después de la separación y antes de poner a enraizar las estacas	12

1)	Manipulación y transporte	12
2)	Aplicación de frío	13
3)	Aplicación de hormonas	13
c)	Tratamientos de estacas en las camas de enraizamiento	18
d)	Otros factores de interés que deben considerarse	21
1)	Epoca del año para coleccionar las estacas	22
2)	Origen de las estacas en la copa del árbol	24
3.3.2.	Propagación por injerto	26
3.3.2.1.	Clasificación de los tipos de injerto	28
3.3.2.2.	Justificación del uso del injertado	30
3.3.2.3.	Limitantes más serias del injertado	31
a)	Incompatibilidad en el injertado	31
b)	Tipos de incompatibilidad	32
c)	Síntomas de incompatibilidad	33
d)	Posible origen de la incompatibilidad	34
e)	Consideraciones adicionales	34
3.3.2.4.	Trabajos relacionados con el injertado	38
3.3.3.	Propagación por acodo	40
3.4.	Descripción de la especie	42
3.4.1.	Distribución natural	44
3.4.2.	Ecología de la especie	45
3.4.3.	Importancia de la especie	46

4. MATERIALES Y METODOS	48
4.1. Materiales	48
4.2. Metodología seguida	48
4.2.1. Definición de tratamientos	48
4.2.2. Establecimiento y desarrollo del experimento	50
a) Estacado de brotes	50
b) Injertado de pñas	54
1) Preparación de patrones	54
2) Colecta de pñas	55
c) Acodado	58
4.3. Diseño experimental	59
4.4. Análisis estadístico de los datos	60
5. RESULTADOS Y DISCUSION	61
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7. LITERATURA CITADA	77
APENDICE 1. Composición química de las formulaciones comerciales utilizadas	89
APENDICE 2. Lista de las especies de pino en que se ha probado injerto (Tomada de Barbosa <u>et al</u> , 1984; complementada).....	91

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para el porcentaje de estacas enraizadas de <u>Pinus greggii</u> durante el mes de diciembre	61
Cuadro 2. Comparación de medias de tratamientos con la prueba de Dunnett para el enraizado de estacas del <u>Pinus greggii</u> durante el mes de diciembre	62
Cuadro 3. Análisis de varianza para el porcentaje de estacas enraizadas de <u>Pinus greggii</u> durante los meses de marzo y julio	63
Cuadro 4. Comparación de medias de tratamientos con la prueba de Dunnett para el enraizado de estacas de <u>Pinus greggii</u> los meses de marzo y julio	64
Cuadro 5. Análisis de varianza para el enraizamiento de estacas de <u>Pinus greggii</u> durante tres diferentes épocas del año, con la aplicación de la mezcla comercial de enraizadores Raizone plus	65
Cuadro 6. Agrupamiento de medias de enraizado de estacas en <u>Pinus greggii</u> mediante la prueba de Tukey para los meses de diciembre, marzo y julio	65

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Sobrevivencia de las estacas de Pinus greggii para el ensayo colocado en diciembre con relación a los tratamientos69
- Figura 2. Sobrevivencia de las estacas de Pinus greggii para el ensayo colocado en marzo con relación a los tratamientos70
- Figura 3. Sobrevivencia de las estacas de Pinus greggii para el ensayo colocado en julio con relación a los tratamientos71
- Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia para las estacas de Pinus greggii con relación a los tratamientos para las distintas fechas en que se tomó el material vegetativo72

RESUMEN

Con el fin de obtener conocimiento de la respuesta de Pinus greggii Engelm. a las diferentes técnicas de propagación asexual, se establecieron ensayos de estacado en tres distintas épocas del año con cinco mezclas comerciales de promotores de enraizamiento y un testigo, ésto bajo condiciones de invernadero, equipado con una red de riego por aspersión controlada con un termostato; también se establecieron ensayos de acodado en dos fechas diferentes del año con tres mezclas comerciales de promotores de enraizamiento y un testigo. También se realizó un ensayo de injertado por dos diferentes métodos: de fisura terminal y de enchapado lateral, utilizando patrones de la misma especie, dos años de edad de cuatro procedencias diferentes.

Los resultados obtenidos en estacas mostraron que existió una diferencia significativa en la respuesta a las diferentes mezclas promotoras de enraizamiento aplicadas, así como también a las diferentes épocas en que se tomó el material vegetativo, siendo mejor la de marzo. Para el acodado, aunque no se realizó un análisis estadístico de los datos, no parece haber diferencia de respuesta a las distintas mezclas de promotores de enraizamiento, y parece ser mejor su realización antes de la brotación de las yemas, comparada la respuesta con yemas en pleno crecimiento. Para la propagación por injerto no existió diferencia entre los dos métodos empleados, ni en la respuesta de las procedencias, habiéndose obtenido un 100% de prendimiento con un desarrollo normal de las púas.

Del trabajo realizado se concluye que es posible propagar vegetativamente al Pinus greggii por los tres métodos trabajados, pero respondió mejor al injertado, por ambos métodos, comparado con el estacado y acodado, donde es necesario refinar estas técnicas para la especie, además de haberse observado problemas de desarrollo plagiotrópico en ambos casos, los cuales fueron más notables en acodos. El hecho de que la especie haya respondido mejor al injertado fue muy alentador para el trabajo realizado, debido a que es el método más deseable para la propagación vegetativa de árboles forestales, para acelerar floración y crecimiento; así como para superar problemas de desarrollo de raíces en estacas y acodos, siendo más vigorosas las raíces de plantas obtenidas de semilla.

1. INTRODUCCION

Una de las formas de propagar plantas es usando partes vegetativas de las mismas, que posean capacidad de regeneración; ya sea induciendo la formación de raíces o propiciando la formación de un sistema vascular continuo.

Este método de propagación es milenario, utilizándose principalmente en cultivos tradicionales, pero ahora que la demanda de los productos forestales y sus derivados se incrementa, es necesario producir vegetativamente especies que por tradición se propagan por semilla, con el fin de aumentar la producción forestal y maximizar las ganancias genéticas obtenidas en los programas de mejoramiento. Creando bancos clonales y huertos semilleros, lo cual tiene la ventaja de conservar genotipos valiosos, que generen descendencias con potencial de heredar las características por las que fueron seleccionados los progenitores.

Aunque la propagación vegetativa para especies forestales es reciente, se han obtenido grandes avances con pinos del Sur de Estados Unidos y con algunas especies de Picea y Eucaliptus. En México, donde existe un gran número de especies forestales, es muy poco lo que se ha realizado de investigación sobre el potencial de respuesta a las diferentes técnicas de propagación vegetativa, por lo que se realizan acciones en esta materia con especies de gran valor.

Una de esas especies es el Pinus greggii, el cual por sus características, recientemente ha despertado gran interés económico, ecológico y estético, motivando el desarrollo de un programa de mejoramiento genético, que incluye el establecimiento de huertos semilleros sexuales y clonales.

Por lo expuesto con anterioridad el presente trabajo pretende ser una contribución en el conocimiento del potencial de la especie para ser propagada vegetativamente, con la finalidad de facilitar otros trabajos en beneficio del hombre... y talvez de la propia especie.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Propagar al Pinus greggii por estacas, injerto y acodo aéreo.

2.2. Objetivos particulares

Determinar la respuesta de P. greggii a la propagación por estacas, injerto y acodo aéreo.

Determinar si existe diferencia en la respuesta a los diferentes métodos de propagación asexual a ensayar en P. greggii.

Determinar si la fecha de obtención del material vegetativo (fenología) es un factor limitante en la propagación por estacas de P. greggii, o bien en la realización del acodado de ramas.

Evaluar el grado de enraizamiento de estacas con la aplicación de diferentes mezclas de enraizadores comerciales.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. Definición de la propagación vegetativa

La propagación vegetativa consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas que poseen la capacidad de regeneración, o bien de formar una conexión vascular continua entre partes de dos individuos diferentes (Hartman y Kester, 1981).

3.2. Generalidades

La manera más común de propagar una planta es por medio de sus semillas, que son el producto maduro de la fusión de un grano de polen con un núcleo llamado oosfera, las cuales son capaces de regenerar un nuevo individuo con las características fenotípicas y genotípicas de sus progenitores (Hartman y Kester, 1981), aunque no de manera exacta debido a la recombinación.

Desde tiempos muy remotos se cultivan plantas útiles al hombre, las cuales han cambiado su forma natural o se han adaptado de tal modo que conservan sus características valiosas intactas. Cuando las características importantes para el hombre en una especie de interés cambian mucho en forma natural con la reproducción de ésta, se hace necesario intentar otras formas de propagación para reproducir íntegramente las características genotípicas y/o fenotípicas que nos interesan (Hartman y Kester,

1981; Macdonald, 1986), ya que la captura vegetativa de un genotipo puede ser críticamente importante para especies leñosas que frecuentemente tienen una larga generación sexual (Davis y Haising, 1990).

La propagación vegetativa es posible debido a que cada una de las células de la planta contiene todos los genes necesarios para generar a un individuo entero y desarrollarlo normalmente; en consecuencia las características de la nueva planta serán las mismas de aquella de que se originó. A esta propiedad de las células vegetativas vivientes se le denomina totipotencia (Hartman y Kester, 1981). Por lo tanto, uno podría esperar que la formación de raíces adventicias por las estacas sea común, especialmente si la planta es herbácea o si se encuentra en estado juvenil. De manera contraria, es de esperarse que estacas de plantas maduras frecuentemente no experimenten formación de raíces adventicias (Davis y Haising, 1990).

Aunque por lo general la propagación sexual suele ser mucho más sencilla y ocurre en infinidad de especies en forma natural, existen buenas razones para emplear la propagación vegetativa en beneficio del hombre, tales como para mantener y combinar clones con genotipos excepcionales con una completa fidelidad genética; para la captura de varianzas genéticas no aditivas; para propagar plantas sin semilla; para reducir periodos juveniles prolongados; para obtener uniformidad en la cosecha; para superar problemas de dormancia y de baja viabilidad en la semilla, además de ser efectiva para la producción masiva de híbridos, cuando estas no

se pueden o deben producir usando las técnicas convencionales y para perpetuar resistencia a plagas y enfermedades. La propagación asexual también puede preferirse por razones económicas, cuando el costo efectivo en la producción resulta ser menor (Fowler, 1984; Hartman y Kester, 1981; Macdonald, 1986).

Pero a pesar de todas las ventajas que ofrece la propagación vegetativa en muchas especies de plantas, ésta limita la variación genética de las poblaciones, además de los problemas relacionados con esta forma de propagación, los cuales son muy serios para algunas especies y limitan su uso extensivo. Entre otros problemas se pueden mencionar:

- 1) la transmisión de virus, cuando estos atacan las partes utilizadas como material madre
- 2) baja resistencia a plagas y/o enfermedades, cuando los genotipos son susceptibles, así como debido a la uniformidad por un pequeño grupo de clones
- 3) menor vigor de las plantas comparadas con plantas obtenidas de semilla
- 4) el costo de producción de planta normalmente es mayor que cuando esta proviene de semilla
- 5) baja productividad, ya sea debido a los limitantes de cantidad de material requerido o a un bajo prendimiento (Macdonald, 1986).

Aunque ya se mencionó que la propagación vegetativa presenta algunas dificultades, y estas se multiplican cuando se trata de especies de coníferas, es de vital importancia para el

mejoramiento genético forestal, razón por la cual se le ha utilizado para preservar genotipos de alto valor comercial en bancos clonales y para la producción en huertos semilleros clonales (Zobel y Talbert, 1988).

Hasta ahora los usos que ha tenido la propagación vegetativa en especies forestales se pueden dividir y resumir de la siguiente manera:

a) Para fines de investigación:

- 1) para estimar la interacción genotipo-ambiente
- 2) para estimar magnitud y control de los efectos ambientales que prevalecen en caracteres de interés para algunas especies
- 3) para preservar genotipos y complejos genéticos
- 4) para acortar el ciclo reproductivo y acelerar los procesos de cruzamiento y prueba
- 5) para eliminar la variabilidad genética y capturar efectos no aditivos

b) Con fines de producción:

- 1) para el desarrollo de huertos semilleros y producción de semillas mejoradas
- 2) para uso directo de los propágulos vegetativos en plantaciones comerciales (Zobel y Talbert, 1988).

En términos generales, el uso de la propagación vegetativa permite captar y transferir al nuevo árbol todo el potencial genético del donador. La rapidez con la cual pueden utilizarse

las cualidades genéticas deseadas de los árboles seleccionados por medio de propagación vegetativa, no hace necesario esperar la producción de semilla para reproducir los propágulos destinados a la plantación operativa. Además si los propágulos vegetativos crecen bien, con buena forma y a un costo razonable, las ganancias genéticas y la uniformidad del crecimiento y propiedades de la madera aumentarán considerablemente (Zobel y Talbert, 1988).

3.3. Técnicas de propagación vegetativa en especies forestales

Aunque las técnicas de propagación asexual son muy amplias, en especies forestales se reducen principalmente a cuatro: acodo aéreo, enraizado de estacas, (o de fascículos), injerto, y cultivo de tejidos u órganos, siendo el acodo aéreo, el enraizado de estacas y el injerto las técnicas más utilizadas.

3.3.1. Enraizamiento de estacas

Una estaca, es cualquier parte de la planta que se obtiene a partir de ramas, tallos o raíces y hojas, la cual colocada en condiciones ambientales favorables puede ser capaz de emitir raíz y brotes (Zobel y Talbert, 1988). Actualmente esta técnica se está desarrollando con gran rapidez, para algunas especies forestales del género Picea (Rauter, 1979), así como para Pinus taeda y P. elliottii (Van Buijtenen et al, 1975) las cuales se están propagando con éxito a nivel operacional, teniéndose una

gran confianza en que se logrará propagar a las principales coníferas por este medio (Cameron, 1968). Pero falta un gran desarrollo tecnológico e investigación en las coníferas, principalmente en las coníferas mexicanas.

Cuando la técnica de enraizamiento de estacas se llega a refinar lo suficiente en la propagación vegetativa de alguna especie, este método de obtención de plantas puede ofrecer ventajas como: simplicidad del procedimiento, obtención de un gran número de árboles a partir de una planta madre, ausencia de incompatibilidad, gran rapidez, necesidad de poco espacio y bajo costo de operación (Arredondo, 1987).

Sin embargo, no todo resulta favorable en la propagación por estacas, debido a que también presenta algunos inconvenientes, como son: baja resistencia de la raíz a condiciones desfavorables, el crecimiento de las estacas puede ser anormal, y puede haber reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades. Uno de los mayores problemas, lo marca la edad fisiológica de la parte de la planta usada para obtener la estaca y su localización en el árbol donador.

Desafortunadamente, cuando un árbol ya probó su valor genético, es tarde para probarlo por estacas convenientemente, puesto que el material enraizado de árboles maduros crece más lentamente que aquellas estacas obtenidas de árboles más jóvenes, o simplemente los porcentajes de enraice son tan bajos que se considera casi imposible propagarlos por este método (Zobel y Talbert, 1988).

Por lo expresado anteriormente, la propagación vegetativa por estacas deberá tener siempre un objetivo bien definido, una vez que se conozcan sus pros y contras para su uso en la producción de semilla o bien de propágulos para el establecimiento de plantaciones.

Para obtener resultados favorables en el enraizamiento de estacas, se debe realizar un adecuado manejo del material, desde las prácticas de tratamientos de preseparación del árbol madre, así como los tratamientos que se le proporcionen al material antes de ponerlo en el medio de enraice. También se deben tomar en cuenta las características fenológicas del material para decidir la época adecuada de montar los ensayos de enraizado, así como el tipo de estacas a utilizar (de madera dura o suave) y el origen del material dentro de la copa del árbol, ya que al parecer todos estos son factores importantes de considerar; sin olvidar el control del ambiente, proporcionando a las estacas las condiciones óptimas, que reduzcan la pérdida de agua.

3.3.1.1. Tratamientos aplicados a las estacas para estimular su capacidad de enraizado

Un acontecimiento que contribuyó en la propagación vegetativa por enraizado de estacas, fue el descubrimiento, en el siglo XIX, de la auxina ácido indolacético (AIA), como promotor de la formación de raíces adventicias (FRA) (Davis y Haising, 1990). A este descubrimiento le siguieron otros no menos

importantes y de diferente índole, entre los cuales se mencionan algunos a continuación.

a) Tratamientos aplicados antes de la separación de las estacas

1) Etiolación de ramas

Entre otros autores, Ducci y Tocci, (1978); Schmidt, (1984); Bassuk et al, (1985); recomiendan la etiolación de ramas (o decoloración), práctica que consiste en cubrir de la luz por un tiempo las ramas de donde se tomarán las estacas, y en 8 días dejar sólo cubierta la base, ya sea con una cinta adhesiva, o con tela negra atada; en especies leñosas con mayor dificultad en enraice, la parte a decolorar, se descortezca (anillado) antes y se cubre con cinta adhesiva por 4 semanas, con lo cual se nota un significativo incremento en el porcentaje de enraice.

Al utilizar este tratamiento en Fagus sylvatica, Carpinus betulus y Pinus strobus Maynard y Bassuk (1987), encontraron un incremento en el porcentaje de enraice, de 5 a 68.5%, de 15 a 42.5% y de 53 a 83.5%, respectivamente. En forma adicional, el período de propagación por estacas se extendió, y los autores concluyen que el tratamiento favorece en las tres especies el porcentaje de enraice y la formación de un mayor número de raíces adventicias.

2) Fertilización de las plantas madre

Otro tratamiento que se recomienda utilizar es la fertilización previa de la planta madre. Souza y Pel Ker (1986),

ensayaron con estacas de plantas fertilizadas y no fertilizadas de Prosopis alba, encontrando que el porcentaje de enraizamiento fue superior en estacas tomadas de plantas fertilizadas (58%), comparado contra estacas tomadas de plantas sin fertilización (44%), argumentando que el mayor contenido de nitrógeno fue lo que incrementó el enraizamiento y manteniendo bajas las concentraciones de fósforo y potasio.

3) Incremento de horas luz a la planta madre

Johnsen (1986) desarrolló plantas madre de Picea abies provenientes de semilla, bajo fuerte intensidad luminosa encontró de un regular a un buen enraizamiento en las estacas de estas plantas sin tratamientos hormonales.

b) Tratamientos y manejo después de la separación y antes de poner a enraizar las estacas

1) Manipulación y transporte de estacas

Una parte muy importante que se debe tomar en cuenta según Van Buijtenen et al (1975), para mejorar el porcentaje de enraizamiento de estacas, es el hecho de mantener durante toda la manipulación de las estacas la misma posición en el material. Wise et al (1985 a), recomienda para transportar las estacas, colocarlas en bolsas de polietileno selladas y puestas en un refrigerador portátil con hielo, a una temperatura aproximada de 4 °C, donde se puedan dejar así hasta la mañana siguiente.

2) Aplicación de frío

Carrera (1977), menciona que al poner estacas de Pinus spp. en temperaturas bajas por un periodo de 20 a 50 días antes de plantarlas, mejora la velocidad de enraizado e incrementa el número de raíces que se forman. En un estudio realizado por Wise et al (1985 b), con estacas de madera dura de Abies fraseri refrigeradas durante 0, 4 y 8 semanas antes del tratamiento con hormonas, puestas a enraizar por 135 días con aplicación de calor a la base, en invernadero, con nebulizador y control de patógenos, se evaluó el desarrollo y la mejor respuesta se encontró en las estacas refrigeradas durante 4 semanas, con baja actividad en brotes, aunque más adelante éstos se desarrollaron.

3) Aplicación de hormonas

Las hormonas promotoras de enraizamiento son reguladores del crecimiento, las cuales entre otras funciones fisiológicas en las que intervienen, poseen la propiedad particular de estimular la extensión de la pared celular, acompañada de la entrada de agua a la célula, induciendo alargamiento celular como consecuencia. Entre estas hormonas se encuentran las auxinas como el ácido indol acético (AIA), y la hormona sintética ácido indol butírico (AIB), entre otras, las cuales han dado una evidencia substancial de promover la formación de raíces adventicias en estacas (Davis y Haising, 1990).

El mecanismo de acción de estas sustancias no es conocido para la mayoría de los procesos fisiológicos en que influyen,

aunque se conoce que el AIA se requiere para la formación de células iniciadoras de primordio, así como también se sabe que inhibe la elongación de raíces (Davis y Haising, 1990).

Se han buscado otras auxinas que promuevan más eficientemente la formación de raíces adventicias que el AIA. Auxinas sintéticas como el ácido indol butírico (AIB), ácido naftalenacético (ANA) y en mucho menor extensión el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), que es un potente herbicida, tienden a ser más efectivos que el AIA en promover formación de raíces adventicias, debido a que son químicamente menos transformables ex-situ y metabólicamente más estables in-situ. El AIB ha sido la auxina más utilizada para propagación de especies difíciles de propagar por estacas (normalmente leñosas), y está presente en la mayoría de formulaciones comerciales para promover enraizamiento de estacas (Davis y Haising, 1990).

Por su efecto ya comprobado, las auxinas se mencionan en todos los casos como las responsables en la iniciación de la formación de raíz en las estacas, pero debe existir un equilibrio entre las auxinas, las cinetinas y las giberelinas, para que se produzca el efecto requerido. Además se han probado combinaciones hormonales y con otras sustancias, siendo los resultados, en algunos casos, similares a los obtenidos con hormonas solas y en otros casos contradictorios.

En el género Pinus se han efectuado diversos ensayos aplicando auxinas de tipo comercial y se han obtenido resultados tan variantes que no se consideran concluyentes. La relativa

facilidad para enraizar que presentan los árboles jóvenes de coníferas, se relaciona con las cantidades de hormonas que se han encontrado en algunas especies (Carrera, 1977).

Ducci y Tocci (1978), notaron que el porcentaje de enraizamiento se incrementa al tratar la base de las estacas de Pseudotsuga menziesii con 7500 ppm de AIB en solución alcohol/agua por 10 minutos. En un ensayo realizado por Shoushan et al (1979), con Araucaria excelsa R., las estacas fueron tratadas con AIB a diferentes concentraciones por inmersión de la base durante un minuto; la inmersión en ANA a varias concentraciones por un minuto y rocío con una solución a 0.5% de concentración de nutrientes, mostró un mayor porcentaje de enraice.

Por su parte Driessche (1985), al tomar estacas de Picea sitchensis y tratarlas por inmersión con AIB a diferentes concentraciones (0, 25 50 100 y 3000 mg/l), durante 24 hrs, (con excepción de la concentración de 3000 mg/l), obtuvo los mejores resultados con 25 mg/l, alcanzando un 55% de éxito contra 38% del control (0 mg/l); la concentración mayor no presentó diferencias significativas, siendo el porcentaje de enraice de 49%. En ensayos realizados con estacas de Abies fraseri, Wise et al (1985 a), encontró que el mayor porcentaje de enraice ocurrió cuando las estacas se trataron en su base con 1500 ppm de AIB y que a concentraciones mayores (3000 y 4500 ppm) el enraice decrece y se provoca mortalidad cuando los niveles llegan a ser tóxicos, coincidiendo con Bedford (1980), quien al utilizar estacas de Picea pungens notó que la mortalidad durante el periodo de enrai-

ce se incrementó conforme aumentó la concentración de AIB, llegando a ser de 40% en 90 días. En otro ensayo realizado por Barzdajn en 1986, se encontró que para estacas de Abies alba tratadas con hormonas, se incrementó el porcentaje de enraice en todas, sin importar de que parte de la copa fueron tomadas.

Greenwood et al (1980), probó la mezcla hormonal de Hare's (polvo) y una solución al 1% de AIB en estacas de Pinus taeda y P. echinata, encontrando que fue más efectiva para P. taeda la mezcla de Hare's en polvo y para el P. echinata la solución de 1% de AIB. En estacas de P. sylvestris tratadas con diferentes combinaciones al 1% de AIA, 5% sacarosa, 5% captán, 0.01 % cinetina y 1% de cloromecuat (CCC) en talco, se logró el mayor enraizamiento en 18 semanas. Barzdajn (1981), encontró que el AIA al reducir vigor en brotes e incrementar fuertemente el enraizamiento, junto con captán, que al reducir la presencia de enfermedades estimula vigor, son los compuestos que presentan efectos significativos en la formación de raíces.

Para P. strobus Thielges y Hotink (1972), encontraron que al auxiliar con fungicidas se mejora significativamente el porcentaje de enraice, ya sea aplicándose solos o con hormonas; en estacas tratadas con 3000 ppm de AIB más 2500 ppm de ANA y fungicidas, Suchara (1986), obtuvo un 52% de enraice.

Bonaminio y Blazich (1984), al probar soluciones de AIB de 0.5 a 1.5% y enraizadores comerciales (hermodin3 u hormoroot; AIB en talco de 0.8 y 2.0% respectivamente) en estacas de madera semidura de Murica cerifera, NCupressocyparis leylandii e

Ilex crenata cv. convexa, encontraron que para las tres especies la solución en todas sus concentraciones produjo mayor porcentaje de enraice frente a los talcos. En un ensayo posterior, con estacas de las mismas especies anteriores, Bonaminio (1984), reporta que al utilizar formulaciones similares en dos presentaciones, líquido y sólido, la solución ofrece ventajas en cuanto al porcentaje de enraice, más fácil aplicación y el poder tratar las estacas en mayor grupo y no individualmente.

Existen ciertos estímulos que se encuentran dentro de las estacas para enraizar (estímulo endógeno para formar raíz EER). Haissing (1983), encontró que al remover las acículas terminales se reduce marcadamente el enraice en estacas de Pinus banksiana. Además, descubrió que el EER está compuesto por auxinas y componentes no auxínicos, siendo estos últimos la limitante, por que al retirar las acículas terminales y aplicar AIB el efecto no se repone, debido a que se desarrolla callo con iniciación de primordio; pero el desarrollo subsecuente del primordio necesita de ambos componentes de EER, por lo que al aplicar exceso de auxinas se llega a provocar muerte por toxicidad, puesto que dentro de la misma estaca se encuentran ciertos niveles que estimularán enraice o que al estar presentes incrementarán la concentración y ésta puede llegar a ser tóxica.

Existen otras sustancias que son capaces de promover enraice, en esto se basó Wang et al (1983), al utilizar lignoato de sodio, licor de desperdicio en la elaboración de papel, el cual probó con siete coníferas: Pinus bungeana, P. armandii, Larix kaempferi, Juniperus chinensis, J. chinensis var. kaisuka,

Ilex crenata cv. convexa, encontraron que para las tres especies la solución en todas sus concentraciones produjo mayor porcentaje de enraice frente a los talcos. En un ensayo posterior, con estacas de las mismas especies anteriores, Bonaminio (1984), reporta que al utilizar formulaciones similares en dos presentaciones, líquido y sólido, la solución ofrece ventajas en cuanto al porcentaje de enraice, más fácil aplicación y el poder tratar las estacas en mayor grupo y no individualmente.

Existen ciertos estímulos que se encuentran dentro de las estacas para enraizar (estímulo endógeno para formar raíz EER). Haissing (1983), encontró que al remover las acículas terminales se reduce marcadamente el enraice en estacas de Pinus banksiana. Además, descubrió que el EER está compuesto por auxinas y componentes no auxínicos, siendo estos últimos la limitante, por que al retirar las acículas terminales y aplicar AIB el efecto no se repone, debido a que se desarrolla callo con iniciación de primordio; pero el desarrollo subsecuente del primordio necesita de ambos componentes de EER, por lo que al aplicar exceso de auxinas se llega a provocar muerte por toxicidad, puesto que dentro de la misma estaca se encuentran ciertos niveles que estimularán enraice o que al estar presentes incrementarán la concentración y ésta puede llegar a ser tóxica.

Existen otras sustancias que son capaces de promover enraice, en esto se basó Wang et al (1983), al utilizar lignoato de sodio, licor de desperdicio en la elaboración de papel, el cual probó con siete coníferas: Pinus bunggeana, P. armandii, Larix kaempferi, Juniperus chinensis, J. chinensis var. kaisuka,

Thuja orientalis y Cryptomeria japonica, aplicado a diferentes concentraciones. Como respuesta en todas se notó un incremento en el porcentaje de enraice, que fue igual o superior al 30%, con referencia al control, por lo que el autor concluyó que el lignoato de sodio estimula el enraice de forma similar a AIB y ANA, pero es más barato.

c) Tratamientos de estacas en las camas de enraizamiento

Para lograr buen éxito al poner a enraizar estacas de coníferas, los autores que se incluyen en los siguientes párrafos, recomiendan la utilización de técnicas de control ambiental en las camas de enraizamiento, con las cuales se les proporciona a las estacas los requerimientos mínimos necesarios para que puedan sobrevivir y empezar a diferenciar fases que las lleven a generar raíces para formar una nueva planta.

Van Buijtenen et al (1975), describen un método para propagar operativamente a Pinus taeda y P. elliptica, utilizando una cámara de enraizamiento, consistente de una estructura metálica cubierta de polivinilo, instalada dentro de un invernadero, a la cual se le proporciona humedad por medio de nebulizadores, que operan durante las horas luz del día (8 seg cada 8 min); el mismo fotoperiodo puede alargarse a 16 hr mediante lámparas fluorescentes colocadas por encima de la cámara; la atmósfera durante este período se enriquece a 2000 ppm de CO₂, ya sea con aplicación directa con un tanque o con una lámpara de combustión, la cual durante la noche se suspende.

El medio de enraice es una mezcla en partes iguales de perlita y vermiculita; se proporciona calor al sustrato a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y la temperatura del aire se controla a 27 y 23°C de día y noche. A la base de las estacas se les da un tratamiento y auxilio contra patógenos con el polvo de Mare's y se aplica por rocío semanal la mezcla de nutrientes de Hoglan's. Con esto el porcentaje de enraizamiento alcanza valores de hasta 70% para Pinus taeda y P. elliotii, haciendo posible trabajar el estacado la mayor parte del año.

Por su parte Ducci y Tocci (1978), al propagar por estacas a Pseudotsuga menziesii, de árboles mayores de 60 años obtuvieron el 20% de éxito y de árboles de 15 a 20 años un 50%, utilizando una técnica muy similar a la anterior, variando únicamente el sustrato, que fue musgo:agriperlita:arena (1:1) y el tratamiento hormonal; en cambio Gepta y Chandra (1979), obtuvieron buenos resultados con Pinus roxburghii, P. wallichiana y Picea smithiana, y poco éxito con Pinus gerardiana, Abies pinrow y Cedrus deodara, utilizando arena como sustrato y una temperatura de $30 / 20^\circ\text{C}$ (día/ noche).

Con técnicas desarrolladas para coníferas, Shoushan et al (1979), utilizando estacas de Araucaria excelsa R., incrementó el porcentaje de enraice, mientras que Armson et al (1980), concluyen que con un mini-invernadero y un sencillo equipo de nebulización con relojera, se logra un óptimo enraice para Pseudotsuga menziesii Mirb., Picea mariana Mill., Larix spp y Pinus banksiana, utilizando como sustrato turba y vermiculita en proporción 1:1, y que el tratamiento con auxinas no aumenta el

porcentaje de enraizamiento. Greenwood et al (1980), al variar las condiciones de humedad para P. taeda, anota que un régimen de humedad 0.05 a 0.1 mm/hr, produce 60% de enraice y que humedades mayores de 0.6 mm/hr inhiben la emisión de raíces en las estacas.

Para XSequoiadendron giganteum, Fins (1981), utilizando las técnicas de control ambiental, logró un 70 % de enraice sin fertilizar el medio y fertilizando con rocío semanal de NPK se aumentó a un 80%. La posición en que se colocó el material también fue importante, puesto que el colocado verticalmente no emitió raíces, mientras que la mayor emisión ocurrió en el material colocado en un ángulo de 45 grados. En la misma especie Platt (1981), al variar de sustrato inerte a 100% de corteza de pino granulada, con fertilizante aplicado extendido en la superficie 3 semanas antes de colocar las estacas, logró un 75% de enraizamiento y menciona que no ofrece ventaja aplicar hormonas.

Para Pinus taeda, P. palustris, P. elliotii var. elliottii y P. echinata Marino (1982), logró buen enraizado de estacas utilizando la misma técnica de control del ambiente, incrementándola con tratamientos de pre-separación como la etiolación o cinchado. Lahiri (1983), al variar el sustrato por hoja de monte y arena en proporción 1:1 y temperatura de 9 y 19 °C (noche/día), manteniendo la humedad relativa de 80 a 85%, logró para estacas de Tsuga dumosa, Cupressus torulosa, C. lusitanica, Abies densa y Pinus patula un enraizamiento del 80 a 100%. Suchara (1986), con árboles de P. strobus L. de 15 a 20 años consiguió un 52% de enraice.

En un ensayo realizado por Gepta y Chandra (1979), con estacas de P. roxburghii, P. wallichiana, P. gerardiana, Picea smithiana, Abies pindrow y Cedrus deodara con ambiente controlado, se obtuvieron por especie 63.5%, 35%, 0%, 8.2%, 4% y 6% de enraice.

Como se pudo apreciar, existen diversos factores que es posible controlar en las camas de enraizamiento de las estacas, así como una gran cantidad de variantes y combinaciones de éstos, con un propósito único: alcanzar el éxito deseado en el enraizado de estacas.

d) Otros factores de interés que deben considerarse

Desde hace algunos años, se ha logrado la propagación operativa de diferentes especies de coníferas, pero para la mayoría de ellas es necesario investigar desde la capacidad de enraizar que posea la especie de interés, así como la mejor fecha de tomar las estacas y los tratamientos mínimos hormonales o de otro tipo que se les deben aplicar.

A través de las estaciones del año, las ramillas del árbol se encuentran en diferentes estados fenológicos, lo cual va afectar la formación y desarrollo de las raíces en las estacas. Por esta razón, algunos autores consideran importante el estado fenológico de las estacas al momento de su separación de la planta madre para ponerse a enraizar, éste, entre otros factores, como es el caso de la posición de las ramas en la copa del árbol de donde se obtienen las estacas y el patrón de crecimiento de

éstas, repercutirán en la respuesta del material al enraizado y al patron de crecimiento posterior, cuando se desarrolla una nueva planta.

1) Época del año para coleccionar las estacas

Para la mayoría de las coníferas, los mejores resultados se obtienen si las estacas se coleccionan en un periodo entre finales de otoño y los últimos días del invierno, y se han observado resultados poco satisfactorios con estacas coleccionadas en ramas vigorosas y en crecimiento, lo que posiblemente se deba al agotamiento de su reserva nutritiva (Carrera, 1977).

En un estudio realizado en Checoslovaquia por Zdárská (1984), con estacas de Picea abies, se encontró que la mejor época para tomar el material vegetal fue el invierno, puesto que enraizaron mejor que las que se tomaron en verano. En la India en un estudio para conocer la mejor de dos épocas del año (marzo y junio) para tomar las estacas de Tsuga dumosa, Cupressus torulosa, C. lusitanica, Abies densa y Pinus patula, para marzo se obtuvo un enraizamiento de un 80 a un 100%, mientras que para junio éste fue menos exitoso, especialmente en Tsuga dumosa (menor a 50%) y Abies densa (2%), por lo que Lahiri (1983) concluye que la mejor época para las especies antes mencionadas es el principio de la primavera.

Para Pseudotsuga menziesii la mejor época según Ducci y Tocci (1978), es de febrero a marzo, cuando han pasado los frios de invierno. Bogdanov (1983), menciona que para Picea abies la mejor

época para el estacado es de principios de julio a finales de agosto, puesto que al compararlás con estacas tomadas a finales de febrero y principios de abril, estas últimas presentaron menor porcentaje de enraizamiento y sistemas de raíz debilitados. Este autor recomienda como tiempo mínimo para tomar las estacas cuando el nuevo desarrollo es tierno y no antes de que empiece el desarrollo vigoroso.

En ensayos hechos por Millar (1987), con Pinus muricata, fue notorio que el tiempo en que se toman las estacas, así como en el que se colocan a enraizar, determina la rapidez con la que inicia la fase de formación de raíz; con estacas obtenidas y puestas a mediados de invierno y principios de primavera empezó más rápidamente el enraizamiento, antes de tres meses, ya que para estacas tomadas en verano el tiempo para iniciar el enraice llega a ser hasta de seis meses.

Wise et al (1985 a), trabajó con estacas de Abies fraseri y notó que la diferencia en el porcentaje de enraizamiento varía considerablemente con la fecha de colecta, pero no afecta el número de raíces por estaca. Kennedy y Selby (1984), al probar estacas de Picea sitchensis colectadas en épocas distintas, menciona que las obtenidas en marzo son consistentemente mejores que las de noviembre.

Hasta aquí se aprecia que mientras unos resultados confirman otros, en muchos casos parecen contradictorios. Aunque esto se puede deber a las respuestas tan distintas que existen entre las especies.

Bowes (1965), recomienda que las estacas deben "plantarse" durante los meses fríos, de octubre a marzo, y sólo algunas especies pueden enraizar durante el verano. En varias especies de Pinus se ha relacionado la variación de las hormonas que favorecen la emisión con las estaciones del año, por lo que se puede explicar la razón de la facilidad o dificultad de enraizado estacional. Para estacas de Sequoia sempervirens Festa y Gambi (1978), encontraron que la mejor época para poner estacas a enraizar fue el verano, particularmente en julio, pues con el control medio ambiental el porcentaje de prendimiento llegó a 78%.

2) Origen de las estacas en la copa del árbol

Según la posición de las ramas en la copa del árbol es la capacidad de las estacas para emitir raíces, esto es asegurado por Barzdajn (1986), quien al realizar un ensayo con Abies alba de 5 años de edad en invernadero, encontró que en estacas apicales el enraizamiento fue de 8% y 20% para estacas del primer verticilo (la cuenta de los verticilos es de forma descendente); para las del segundo verticilo de 46 a 56%, para las del tercer verticilo de 50 a 64% y de 48% para las que se tomaron de retoños que crecían entre el primer y segundo verticilo; en las estacas del primer verticilo el sistema de raíces fue más vigoroso.

En un ensayo donde se combinó la posición de las estacas en la copa y fechas de colecta, Wise et al (1985 a), encontró que las estacas colectadas de la parte superior de la copa de ortetos de 14 años de Abies fraseri, para las tres fechas que probó,

fueron las que presentaron menor porcentaje de enraizamiento frente a las estacas colectadas de la parte inferior de la copa; este autor menciona que con altas concentraciones de AIB se reduce aun más la emisión de raíces en las estacas de la parte superior de la copa. Hocevar (1983), encontró en estacas de Abies alba Mill., tomadas de árboles de 5 y de 16 años (con 60% y 16% de enraizamiento respectivamente), que el enraice se activa cuando las estacas se toman de la zona central.

Resultados como los anteriores fueron observados por Girouard (1970), quien estudió la relación que existe entre la posición de las estacas en la copa y su enraizado en un árbol de Picea abies de 18 años de edad, obteniendo un 48% de enraizado en las estacas colectadas en el tercio superior de la copa y 86% en aquellas que procedían del tercio inferior, además la supervivencia fue mayor en las estacas tomadas de la parte más baja del árbol. Los brotes laterales de Araucaria hunsteinii al ser tomados como estacas por Darus (1982), enraizaron bien, pero su comportamiento fue plagiotrópico. Wise et al (1985 a, 1986), con estacas de Abies fraseri, logró encontrar diferencias entre posición de las estacas en la copa del árbol.

Por su parte Kennedy y Selby (1984), no encontraron diferencias significativas entre la posición de los rametos en la copa del árbol en Picea sitchensis Bong., en árboles de diferentes edades.

3.3.2. Propagación por injerto

El método de propagación de plantas por injerto ha sido utilizado durante centurias para propagar árboles frutales y plantas ornamentales; método practicado por los Chinos 2'000 años antes de Cristo y en la Grecia antigua era una técnica de uso corriente (Sánchez y Pérez, 1987).

Se entiende por injerto, la inserción de una púa o yema separada de la planta que se desea propagar, sobre las ramas o tallo de otra planta llamada patrón, el cual la soportará y nutrirá (McDonald, 1986). Este método está basado en la capacidad de ambos, patrón y púa, para desarrollar nuevas células a lo largo de las superficies de contacto y unirse, formando un solo individuo funcional (Hartman y Kester, 1981). La púa perpetúa el genotipo del orteto y usualmente su edad fisiológica (Nienstaedt., 1958). El injerto ocurre de manera natural en tallos o raíces de ciertas plantas cuando las partes entran en contacto y se mantienen así por grandes espacios de tiempo, esto se ha observado en géneros como Hedera, Salix, Fagus y Pinus y en los sistemas de raíz de Arbutus menziesii y Pseudotsuga menziesii (Macdonald, 1986).

La púa o injerto es un pequeño trozo de rama separado de la planta madre que contiene una o varias yemas en reposo, y cuando se une con un patrón forma la porción superior del injerto y de ella crecen el tallo y las ramas. El patrón (pie, masto o portainjerto), es la parte inferior del injerto que se desarrolla para formar el sistema radical de la planta injertada; éste puede

proceder de semilla (plántula), de una estaca enraizada o de una planta acodada (Hartman y Kester, 1981).

Ahlgren (1972), menciona que el injerto en coníferas forestales es reciente, dado que los primeros ensayos se reportan en 1940 por Mirov, aunque a la fecha se lleva un gran avance en este tipo de propagación vegetativa con pinos del sur de los Estados Unidos de Norte America, donde pñas de árboles adultos son injertadas en plántulas de la misma especie (2 años de edad), y se empiezan a ensayar injertos entre especies con los cuales se ha obtenido un éxito relativo.

Las experiencias en otros países indican que el injerto es el método más factible para propagar material vegetativo de árboles maduros del género Pinus, habiéndose establecido por este método diversos huertos semilleros en algunas partes del mundo (Carrera, 1977).

Este método se utiliza para preservar y multiplicar genotipos convenientes. Los huertos semilleros clonales se han constituido en la mayoría de los casos con injertos, puesto que presentan la ventaja de que pueden establecerse en corto tiempo y los injertos tienden a florecer rápidamente. Bogdanov (1979), reporta que con pñas de Pinus strobus injertadas sobre plántulas de la misma especie, se obtienen floraciones al tercer año y el 74% de estas plantas produce numerosos conos.

3.3.2.1. Clasificación de los tipos de injertos

Según la afinidad existente entre púa y patrón se diferencian tres tipos de injertos. Cuando ambas partes proceden de la misma planta y poseen por tanto el mismo genotipo, se denomina autoblástico. En el injerto homoblástico, púa y patrón poseen distinto genotipo, pero pertenecen a la misma especie vegetal; finalmente en los heteroblásticos, las dos porciones se corresponden a especies o incluso géneros o familias diferentes (Sánchez y Pérez, 1987).

Existen pocas clasificaciones generales de tipos de injertos en las que se contemplan algunos ejemplos de interés específico en especies frutícolas y horticolas, como en el caso de las mencionadas por Garner (1958) y Hartman y Kester (1981), donde diferencian los injertos en dos categorías: de aproximación y de propágulo.

En el primer tipo las partes a injertar no son removidas o sólo se remueven parcialmente de la planta madre hasta que la unión se efectúa; en los injertos de propágulo, desde el inicio la parte que se pretende propagar es separada de la planta madre (Hartman y Kester, 1981). En especies forestales se han reportado algunos casos de injertos por aproximación, aunque este tipo de injerto no es tan común, se le da más utilidad en horticultura (Barbosa, 1987).

Los injertos más utilizados para especies forestales son los de propágulos, separados de la planta madre sobre un patrón que conserva todas o algunas de sus partes. De esta categoría,

Barbosa (1987), propone una clasificación basándose en Garner (1958). La clasificación propuesta es la siguiente:

- a). De Yema: la cual agrupa a los injertos de escudete, doble escudete, parche, anillo y escudo en hendidura.
- b). De Púa: los cuales se subdividen en: 1- Laterales, en los que se encuentra el enchapado lateral, lengüeta, lateral de corteza y lateral tipo frasco. 2- Terminales: de empalme, silla y lengüeta, doble silla, enchapado terminal, incrustación, asiento, fisura, inserción oblicua y corona.
- c) De Raíz: estacado y aproximación.
- d) De Estacas: aproximación en cruz y enchapado en estaca.

Los injertos de yema se utilizan en patrones con la corteza considerablemente delgada, para poder llevar a cabo con facilidad la operación, siendo requisito esencial que la corteza se separe de la madera sin dificultad, razón por la cual se deben realizar en la época de crecimiento (Barbosa, 1987).

Los injertos de púa son aquellos en los que el propágulo corresponde a una o varias yemas y una porción de ramilla, sobre la cual se realizan los cortes para su unión con el patrón. De éstos, para las especies de coníferas forestales se utilizan principalmente tres formas de injerto: el terminal o inglés, el lateral o de enchapado y el lateral con frasco. (Hartman y Kester, 1981; Barbosa, 1987; U.S.D.A., 1974).

1.3.2.2. Justificación del uso del injertado

Existen diferentes razones técnicas para practicar el injerto en las plantas. De ellas se enumeran las más importantes a continuación:

- 1) Para obtener formas especiales de plantas en jardines y parques (Macdonald, 1986).
- 2) Para propagar plantas que es difícil o virtualmente imposible por técnicas de propagación vegetativa alternativas, o cuando es difícil enraizar y/o establecer plantas por estacas de manera económica (Hartman y Kester, 1981).
- 3) Para perpetuar material que tiene ventajas sobre las plantas obtenidas a partir de semilla (Macdonald, 1986). Así como cuando se tienen especies en peligro de extinción y con poca producción de semilla para su regeneración natural (Barbosa et al, 1984).
- 4) Para obtener los beneficios de características individuales de portainjertos específicos, tales como el grado de desarrollo y altura eventual; por la estimulación de la producción, abundancia y viabilidad de las semillas; por el efecto enanizante, el cual facilita la colecta de frutos (Ahlgren, 1972); para lograr resistencia a plagas y enfermedades así como para alcanzar tolerancia a diferentes tipos de suelo (Macdonald, 1986).
- 5) Para acelerar el período de floración o conservar el efecto de madurez en plantas que mantienen largos períodos de juvenilidad (Macdonald, 1986; Hartman y Kester, 1981).

- 6) Parece ser el método más fácil para propagar en masa árboles superiores en programas de mejoramiento genético en árboles forestales, multiplicando íntegramente los genotipos seleccionados en huertos semilleros para la producción de semilla mejorada (Barbosa *et al*, 1984; Macdonald, 1986; Nienstaedt, 1990).
- 7) Para reparar daños en árboles valiosos, principalmente frutales (Macdonald, 1986).

Para fines de la investigación forestal, estas ventajas se pueden resumir en poder clonar y mantener un genotipo de alto valor, en aprovechar su madurez fisiológica y en la producción de semilla mejorada para fines de producción.

3.3.2.3. Limitantes más serias del injertado

a) incompatibilidad en el injertado

El principal problema que se puede enfrentar con el injertado es la incompatibilidad de patrones y púas, misma que se vuelve un obstáculo seriamente difícil cuando se presenta en forma tardía. Suelen encontrarse entre otros problemas, como son las dificultades para la realización del injertado, así como el mantener condiciones ambientales favorables para facilitar el éxito de esta actividad y para conocer con mayor precisión la fisiología de las especies y su afinidad evolutiva; pero estas limitantes siempre tendrán mucho menor importancia que los problemas por incompatibilidad (Nienstaedt, 1990).

La incompatibilidad se puede definir como la parcial o completa falla de unión entre la púa y el patrón, debido a un antagonismo o a una asociación discordante entre las partes a unir (Nienstaedt et al., 1958). Es un problema que puede presentarse en algunas especies y resultar en pérdidas considerables en el trabajo, puesto que se llega a detectar años después. Se dice que la causa del problema pueden ser factores químicos y/o anatómicos inherentes a los tejidos utilizados (Macdonald, 1986).

b) Tipos de incompatibilidad

La incompatibilidad ha sido tratada por algunos autores como de tres tipos, los cuales se pueden resumir a continuación:

- 1) Incompatibilidad inmediata. No ocurre la unión y se deteriora rápidamente la púa. Es importante distinguir entre mal injertado, daño mecánico e incompatibilidad inmediata (Macdonald, 1986).
- 2) Incompatibilidad parcial postergada. Esencialmente esta condición ocurre cuando la unión falla después de un período de 4 a 6 meses o hasta 3 ó 5 años después del injertado. Uno de los problemas que algunas veces ocurre es que el hábito de crecimiento para algunas especies no es consistente de un año a otro, y no es posible detectar incompatibilidad (Macdonald 1986).
- 3) Incompatibilidad completamente postergada. Esta ocurre cuando se presenta después de 5 años, incluso a los 15 ó 20 años después de realizado el injerto (Macdonald 1986).

El género Pinus está reportado como representante de varios grados de incompatibilidad.

c) Síntomas de incompatibilidad

Los síntomas de incompatibilidad que se han identificado se resumen a continuación de la siguiente manera:

- 1) Desarrollo de sobre crecimiento de patrones o pías con efectos de orilla y orilla invertida (Macdonald, 1986). Se observa la formación de suberina en la zona de cambium reportada por Copes (1980).
- 2) Bajo grado de éxito en las pías que empiezan a desarrollar.
- 3) Falta de vigor en el árbol; muerte en el envez de los brotes y, algunas veces, color pálido en las hojas.
- 4) Prematuro cambio de color y pérdida de hojas.
- 5) Excesiva producción de chupones en el patrón, combinada con pobre crecimiento o muerte de la pía.
- 6) Debilidad mecánica entre pía y patrón; basta una pequeña presión para que se rompan. Con una revisión se puede ver desarrollo de tejido en diferentes direcciones, o tejido necrótico en diferentes áreas del tejido vascular, como en el floema, formación interna de peridermis, sobreproducción de rayos celulares, baja producción de traqueidas y acumulación de taninos (Hartman y Kester, 1981; Macdonald, 1986).
- 7) Una marcada diferencia en el patrón de cortezas y

estructura de la púa y/o el patrón, puede ser un indicador de incompatibilidad.

d) Posible origen de la incompatibilidad

La incompatibilidad en el injertado se puede deber a problemas nutricionales o de enfermedad que sean causa de crecimiento débil, muerte, caída prematura de las hojas y decoloración de los tejidos, o bien algunas de las razones pueden ser las siguientes: el uso de material vegetal genéticamente diferente entre púa y patrón y el nivel de tolerancia genética, el cual depende mucho de las plantas injertadas; muchas veces en la misma especie la respuesta puede ser clonal; el uso de patrones vigorosos con púas débiles; la formación de acodos en los tejidos extendidos entre la púa y el patrón (injerto de cuello); la falla de fibras de la púa y patrón para enlazarse efectivamente; la muerte de los tejidos del cambium y floema puede causar incompatibilidad tardía; la anormal distribución de almidón en la unión y diferentes compuestos bioquímicos o reacciones entre patrón y púa.

e) Consideraciones adicionales

Cuando se realiza un injerto, en la superficie dañada después del corte se forma el tejido de callo en la pared de células del parénquima, siendo esto lo que conduce a la unión del patrón y la púa. Posteriormente se forman nuevas células cambiales en el tejido calloso entre la púa y el patrón, y ésta es una razón de

por qué es importante que inicialmente queden unidas las regiones cambiales. Esta nueva formación de células cambiales se diferencian para producir nuevo floema hacia fuera y xilema hacia adentro, hasta que una completa y compatible unión es formada. El resultado final es que el patrón y la púa se desarrollan como un solo individuo y se establecen las funciones normales en el tallo.

Según Nienstaedt (1990), existen diferentes factores que contribuyen a una buena unión, los cuales deben ser tomados en cuenta:

1. La práctica y habilidad del injertador, que puede o no tener una formación académica.
2. El uso de equipo correcto y eficiente: las navajas filosas y limpias, los amarres adecuados y la cera de protección para sellar la unión y evitar la pérdida de humedad y la entrada de organismos patógenos.
3. Las condiciones específicas del patrón: si el patrón y las púas tienen condiciones fisiológicas buenas al momento de la injertación, se puede garantizar el éxito; por el contrario, la injertación perfecta no puede impedir el fracaso si los patrones son inferiores o las púas pobres. Se debe poner mucho cuidado al hacer la selección de los patrones, observando crecimiento vigoroso y con edad entre uno y tres años (Carrera, 1977), aunque Sánchez y Pérez (1987), recomiendan entre dos y cinco años. Debe tener un diámetro entre 0.5 y 1.5 cm (depende de la especie) en el

sitio de unión; dependiendo del diámetro de la púa, los dos deben igualarse. La altura, aunque no muy importante, debe de ir de 30 a 60 cm; debe ser una planta bien balanceada, con una buena distribución de ramas, vigorosa y sin plagas.

Para producir buenos patrones se debe usar, de preferencia, semilla de la región donde se seleccionaron los árboles superiores. Es muy recomendable usar la misma especie como patrón. Al injerto se le deben proporcionar condiciones ambientales favorables; tales como: envases grandes, buen sustrato, temperaturas controladas (invernadero), riego adecuado y aplicación de fertilizantes.

4. Las púas deben ser vigorosas, de crecimiento reciente; la longitud varía de 8 a 10 cm, aunque generalmente las púas cortas son mejores. Al momento de colectarse deben ser de mayor tamaño, para hacerles un nuevo corte al momento de injertarlas. Para evitar el efecto de topófitis, las púas se deben colectar de la tercera o cuarta parte superior de la copa; la fecha de colecta depende de las condiciones fenológicas de las púas.

Durante el transporte y almacenamiento de las púas se debe evitar la deshidratación, colocándolas en bolsas de plástico con hielo en un refrigerador portátil; de ser posible es conveniente evitar el almacenamiento.

5. El contacto cambial tan necesario para que se forme un sistema vascular común, es lo más importante del injertado.
6. La época correcta de realizar el injertado es importante; una regla común, con especies de clima frío-templado, es la

de injertar p^{as} dormantes a patrones que inician el crecimiento; como un indicador, el crecimiento activo de las raices (puntas blancas en la raiz) indican una condición activa en el patrón. En el momento del injertado el patrón debe encontrarse en crecimiento activo, lo que ocurre varias semanas después de haberse iniciado el alargamiento del brote; de esta manera, el patrón contribuye eficazmente a la formación de callo para soldar ambas partes del injerto (Sánchez y Pérez, 1987).

7. El cuidado posterior al injertado es un factor importante e incluye: control de los factores ambientales, como son temperatura, humedad del suelo, humedad relativa, sombreado y ventilación, así como prevenir el desecado en la superficie de unión y la prevención de enfermedades e infecciones. El tiempo entre el injertado y la remoción del amarre también es digno de consideración, éste deberá hacerse ni antes ni después, ya que la unión puede desprenderse o estrangularse; el tiempo adecuado es cuando las yemas han empezado nuevamente el desarrollo.

La poda a los porta-injertos es una práctica simultánea a la liberación de amarres y no se puede llevar a cabo en un solo paso, se debe mantener el balance en la copa y procurar la dominancia apical de la p^a. Puede requerir de 6 a 18 meses; una poda lenta es mejor que una poda rápida.

3.3.2.3. Trabajos relacionados con el injerto

Reportes de ensayos realizados para comparar eficacia de las diferentes técnicas de injertado para distintas especies se mencionan a continuación; aunque la opinión de Nienstaedt (1990), es de que el método a utilizar es de menor importancia; que el éxito depende de las buenas condiciones del material a utilizar. Sin embargo, se han desarrollado métodos especiales para las difíciles condiciones del injertado en campo, donde el ambiente no puede controlarse (Zobel y Talbert, 1988).

De existir interés en los detalles acerca de las técnicas utilizadas en especies forestales, se remite al lector a las obras de: Mirov, 1940; Dorman, 1976; Barbosa et al, 1984; Barbosa, 1987 y Hartman y Kester, 1981.

Al injertar en forma lateral y terminal Pinus patula sobre patrones de P. patula, P. douglasiana y P. pseudostrobus, Villaseñor y Carrera (1980), encontraron mejores resultados con el método terminal, puesto que la sobrevivencia y desarrollo en los tres patrones fue superior al método de injerto lateral. Carrera y Villaseñor (1982), concluyeron que el mejor método de injerto para P. pseudostrobus Lindl. es el terminal, por que se obtiene una mayor sobrevivencia tanto en invernadero como en vivero.

El éxito de la unión entre el patrón y la púa esta grandemente determinado por el grado de afinidad botánica entre ellos. La línea divisoria para éxitos o fallas entre dos géneros de una

familia o dos especies dentro de un género es pequeña, aun dentro de la misma especie, y el uso incorrecto de patrones lleva a la incompatibilidad. Copes (1980), para Pinus monticola, P. resinosa y P. radiata encontró síntomas comunes de incompatibilidad después de la tercera estación de crecimiento. Hoff (1977), observó este tipo de incompatibilidad en P. monticola después de 11 años de injertado; este problema no lo reporta Baccari et al. (1968) al injertar P. pinea en P. pinea.

El conocimiento de las correctas relaciones entre púas y patrones es vital para la producción de muchas cosechas en el invernadero, en particular, árboles y arbustos de coníferas.

Púas de Pinus elliotti fueron injertadas en plántulas de P. taeda, P. rigida, P. ponderosa, P. strobus, Pseudotsuga menziesii, Picea glauca y P. abies; todos tuvieron una buena respuesta en el primer año de desarrollo, pero no florecieron en los primeros años siguientes al injertado (Dorman, 1976). Mirov (1951), indujo la producción de flores masculinas en dos años, injertando sobre Pinus ponderosa las siguientes especies P. torreyana, P. contorta var. latifolia, P. sabiniana, P. ponderosa y el híbrido P. jeffreyi x coulteri; el P. caribaea, no produjo amentos masculinos en el mismo periodo; pero ninguna de las seis especies produjo flores femeninas durante ese tiempo, probablemente debido al hecho de que los injertos fueron realizados con púas de la parte baja de la copa, cuando las flores femeninas ocurren naturalmente en las partes altas de la misma en los árboles. En general los injertos interespecíficos no son altamente alentadores (Dorman, 1976).

En la India Kapoor et al (1977), probó diferentes épocas de injertado en fisura terminal para Pinus patula y encontró que la óptima era entre los meses de noviembre a marzo, ya que observó un 100% de sobrevivencia y para los meses de mayo a julio encontró un nulo resultado.

3.3.3. Propagación por acodo

La propagación vegetativa por acodo induce la formación de raíces en la rama, aún adherida a la planta. En la naturaleza, el acodo ocurre en un gran número de gimnospermas cuando las ramas llegan a ser cubiertas por suelo mineral, mezclas de desechos o musgo (Dorman, 1976). El acodo natural en ramas de Pinus greggii aparentemente no se ha observado, pero existen reportes de esta ocurrencia en otros pinos como en P. montezumae (com. per. Bonilla A., V. 1991).

El acodo aéreo es el único tipo de acodo que se utiliza en especies de coníferas forestales, se practica sobre todo en aquellas plantas que difícilmente emiten raíces cuando se propagan por estaca o que no responden bien al injertado. Es una modificación del método para enraizar estacas. La multiplicación por acodo aéreo se realiza en la posición original de la rama.

Las raíces nacen de una rama a la cual se le practica un cinchado, el cual consiste en retirar un anillo de corteza; la herida es tratada con un químico enraizante o se deja sin tratamiento (Kadambi y Dabral, 1954; Dorman, 1976). Se cubre el

punto en que se desea aparezcan las raíces, con tierra, turba o cualquier otro sustrato que sea capaz de retener humedad, contenido en una envoltura de plástico, normalmente, y por lo general la rama emite raíces; en tanto se da la formación, la rama es alimentada por el árbol y ésta se corta hasta que la emisión de raíces es suficiente para su soporte (Mergen, 1955; Hoekstra, 1957).

Las plantas en las que mejor se puede realizar el acodo son las de ramas largas y flexibles. Las ramas acodadas presentan la ventaja de que pueden producir un gran número de raíces, mayor al número que emiten las estacas (Dorman, 1976).

Existen trabajos donde se reporta que el Pinus elliottii se ha propagado por acodo aéreo, y ha respondido con éxito (Mergen, 1955; Slee, 1967 y Hoekstra, 1957).

También en otras especies en que se ha probado este método se han reportado buenos resultados, tales como Pinus taeda (Texas Forest Service, 1955; Reines y Greene, 1956-57; Zak, 1956; Mc Alpine y Jackson, 1959; Jackson y Zak, 1949), P. echinata (Zack, 1956), P. palustris (Johansen y Kraus, 1958).

Al parecer existen diferencias entre especies en la respuesta al acodado, así como en la época del año en que esta técnica se practica. La época más oportuna para la realización del acodo aéreo es la fase vegetativa (octubre-noviembre y a finales de marzo o principios de abril) (Nico-Pidi, 1981). Esta técnica es bastante satisfactoria para algunas especies en las que las

necesidades de propágulos enraizados son pequeñas, así como para establecer huertos semilleros y salvar los problemas de incompatibilidad cuando ésta se presenta en el injerto; se practica en Pinus caribaea en Venezuela; se acoda y se desprende después de iniciado el callo, y enraizándose en camas convencionales con buen éxito (Zobel y Talbert, 1988)

Ballenger y Huang (1984), tomaron retoños terminales de árboles de Pinus sylvestris de 12 años de edad en el mes de agosto y realizaron el acodo aéreo; describen que la distancia del ápice a la base debe ser de 6 pulgadas, descortezando una pulgada y la rama debe tener aproximadamente un cuarto de pulgada de grosor, puesto que de ser más gruesos los retoños serán más pequeños; aplicaron una mezcla enraizante que contenía AIB, pirazolone, B-Nine (daminozide) y captán; cubrion con papel aluminio separando después de 9 semanas y transfiriendolos a invernadero con nebulizador intermitente. El porcentaje final de enraice al mes de marzo fue de 7%.

3.4. Descripción de la especie

El Pinus greggii Engelm., fue descrito desde el año 1909 por Shaw como una nueva especie para México; ha tenido otras descripciones posteriores como son las de Martínez, 1948; Loock, 1950; Critchfield y Little, 1966; Mirov, 1967.

Arbol de regular tamaño, de 15 a 30 m de altura, con diámetros de 40 hasta 80 cm; copa cónica de forma irregular, como

domo en árboles viejos; ramas ascendentes, delgadas y colocadas irregularmente en el tallo; corteza lisa y grisásea cuando joven, oscura y áspera, dividida por fisuras verticales en edad madura; ramillas erectas, flexibles de color rojizo, con tinte grisáceo, normalmente cubiertas por el follaje, con la base de las bracteadas no decurrentes (Martínez, 1948; Loock, 1950; Critchfield y Little, 1966; Mirov, 1967; Plancarte, 1988).

Hojas en grupos de 3, rara vez 2 y 4, de 7 a 14 cm de largo, ásperas, anchamente triangulares y derechas (de 0.6 a 1.6 mm), de color verde claro brillante, bordes aserrados con diente de sierra muy cortos, canales resiníferos medios en números de 0 a 6 (Shaw, 1909; Martínez, 1948; Beristain, 1992).

Conos fuertes y tenazmente persistentes, duros sésiles, oblongo cónicos, oblicuos, algo encorvados, de color ocre lustrosos y agrupados por pares o de 5 a 8, rara vez más. Miden de 6 a 14.5 cm. de largo y su aspecto es parecido al de P. patula, escamas duras y fuertes, de 4 a 4.5 cm de largo por 1.5 cm. de ancho; umbo ensanchado y quilla transversal bien marcada, apófisis desigualmente elevadas, con la cúspide deprimida (Shaw, 1909; Martínez, 1948; Equiluz, 1978; Plancarte, 1988; 1990).

Las semillas de forma oval y de color café oscuro, de 6 a 7 mm de largo, con ala de unos 20 mm de largo por 7 de ancho, engrosada en la base en una faja oblicua. Normalmente florece de febrero a marzo (Equiluz, 1978), pero otras observaciones indican que florece durante distintos meses del año (Plancarte, comunicación personal), los conos abren de forma gradual en diferentes

épocas, por lo general de enero a febrero (Eguiluz, 1978). De acuerdo a Plancarte (comunicación personal) abren principalmente durante marzo y abril, aunque pueden permanecer cerrados por algún tiempo (Patiño, 1973). Eguiluz (1978), reporta un promedio de 77,738 semillas por kilogramo y Plancarte (1990), encontró valores de 69,616; 68,917 y 75,636 para tres diferentes procedencias. Con un 82% de germinación reportado por Patiño (1983), y porcentajes de germinación superiores al 95% reportados por Plancarte (1990).

3.4.1. Distribución natural

El Pinus greggii tiene una distribución natural limitada, a la sierra Madre Oriental, entre las coordenadas 20° 00' - 25° 40' y 97° 40' - 101° 20' W; se ha reportado desde la parte norte del estado de Puebla, y a través de los estados de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí hasta Coahuila y Nuevo León. (Martínez, 1948; Eguiluz, 1978; Donahue, 1990; Perry, 1991).

3.4.2. Ecología de la especie

De acuerdo con los siguientes autores Eguiluz, 1978; Rushfort, 1987; Plancarte, 1988; Perry, 1991; el Pinus greggii tiene una distribución altitudinal de 1280 a 3000 msnm. La precipitación en su área de distribución va de los 400 a 2800 mm anuales, distribuidos entre mayo y octubre, con la mayor frecuencia pluvial en julio y agosto y marzo como el mes más seco; la temperatura varía de 9 a 45°C, con una media de 17°C.

Los meses más calidos son marzo y julio; diciembre y enero los más frios, presentándose heladas en las mayores altitudes (Eguiluz, 1978; Donahue, 1990; Perry, 1991).

La especie se encuentra cubriendo desde condiciones subtropicales hasta templado frías (Plancarte, 1988).

El Pinus greggii llega a formar masas que se consideran puras, pero con frecuencia se asocia con especies como son: P. patula, P. teocote, P. leiophylla, P. teocote, P. montezumae, P. cembroides, P. arizonica var. stormiae, Pseudotsuga sp., y Juniperus sp.; ocasionalmente lo hace con Pinus pseudostrobus var. apulcencis, P. ayacahuite var. brachyptera, P. rudis, Abies vejari, Liquidambar styraciflua, Platanus sp., Cupressus sp. y Quercus sp. (Eguiluz, 1978; Perry, 1991). También se le ha encontrado además con Acacia sp., Arbutus sp., Crataegus mexicana, Alnus sp., Juglans sp. y matorrales epinosos subtropicales (Plancarte, 1988).

Se desarrolla en suelos delgados, pobres en materia orgánica, pedregosos, de textura migajón arcillosos y con pH casi neutro (Eguiluz, 1978), aunque los datos más confiables, por ir acompañados de análisis, son los de Donahue (1990), quien reporta a las poblaciones del norte sobre suelos poco alcalinos y a las del centro del país sobre suelos ácidos.

3.4.3. Importancia de la especie

El Pinus greggii es una especie de importancia maderera. La madera no es muy resinosa, de color amarilloso; la utilidad de ésta se da localmente y es variable, utilizándola desde leña para combustible, pilotes para mina y construcción, hasta para fabricación de muebles (Eguiluz, 1978). La base genética de P. greggii se ha visto considerablemente reducida por el impacto social que los bosques naturales soportan desde hace bastante tiempo en nuestro país. En varios de los sitios donde se reporta la presencia de P. greggii, solo algunos pocos individuos permanecen por hectarea (Donahue, 1990).

Se le ha observado buena adaptación en suelos degradados en el valle de México, donde se ha utilizado en reforestaciones con fines de recuperación de suelos erosionados (Eguiluz, 1978). Ha mostrado resistencia a plagas en plantaciones realizadas en Michoacán (González, 1978); Vargas (1985), la señala como tolerante a sequía.

El Pinus greggii presenta un rápido crecimiento en sus primeros años (Saldivar, 1982). Es una especie precoz, ya que llega a producir estróbilos femeninos a los 21 meses de edad (en promedio) (Lopez, 1986) y masculinos a los 31 meses (Vázquez, 1988), por lo que se considera una especie susceptible de ser mejorada genéticamente con relativa rapidez.

Se han realizado plantaciones de P. greggii en Venezuela (Quijada et al., 1978), India (Ghosh et al., 1981; Pande, 1983), Italia y Sudáfrica, donde ha demostrado potencial para su uso en

plantaciones comerciales, alcanzando dimensiones bastante mayores a las logradas en México (Darrow y Cotzee, 1983; citados por Donahue, 1990).

Aunque el conocimiento sobre esta especie aún es escaso, por lo que recientemente en el Centro de Genética Forestal, A. C., en el Colegio de Postgraduados y otras instituciones se han estado implementando un considerable número de trabajos tendientes a conocer todo lo posible sobre esta especie, a corto, mediano y largo plazo. En estos trabajos se busca discernir desde la variación natural que presenta, hasta poder elucubrar sobre la plasticidad de sus requerimientos ecológicos y el control de sus caracteres de importancia económica y de otro tipo.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales utilizados

El material vegetal utilizado fue: patrones de Pinus greggii de cuatro poblaciones distintas, bien identificados, y pías de la misma especie de una plantación de origen desconocido, de aproximadamente 15 años de edad, localizada al oriente de San Miguel Coatlinchán, México.

Supuesto: Debido al desconocimiento de la fenología del crecimiento de las especies mexicanas, se partió del supuesto de que el material vegetativo utilizado, obtenido en diferentes periodos del año, correspondía a estados fenológicos diferentes entre sí.

4.2. Metodología seguida en el estudio

4.2.1. Definición de tratamientos

Considerando las dificultades que presentan las coníferas en la propagación vegetativa, reportadas por algunos autores, se planteó trabajar el estacado en distintas condiciones fenológicas del arbolado (en base a las diferentes fechas en que se seleccionó trabajar) de donde se obtuvieron las estacas, así como la aplicación de hormonas, la cual de acuerdo a la revisión de literatura realizada, estimula la formación de raíces. En el caso de la realización de los acodos también se pensó en la aplicación de estimuladores de enraizamiento. Por estas razones, los tratamientos diseñados se presentan a continuación.

Estacado

Para el enraizado de estacas se definieron cinco tratamientos y un testigo o control, los cuales se diseñaron de acuerdo con algunas marcas y mezclas comerciales de estos productos.

Tratamiento testigo: Sin aplicación de enraizadores

Tratamiento uno: Enraizador líquido Rooter de Química Foliar (QF1); diluido (1:3)

Tratamiento dos: Enraizador en polvo de Química Foliar (QFs)

Tratamiento tres: Enraizador líquido Rooter de Química Foliar (QF1); concentrado

Tratamiento cuatro: Enraizador en polvo Radix 10,000

Tratamiento cinco: Enraizador en polvo Raizone plus (Apéndice, 1).

Injertado

En este caso se definieron únicamente dos tratamientos, consistentes en los dos tipos de injerto más comúnmente utilizados para especies de pino, realizados en una sola fecha.

Tratamiento uno: Injerto de enchapado lateral (EL)

Tratamiento dos: Injerto de fisura terminal (FT)

Acodado

Los acodos se realizaron en dos fechas diferentes (febrero y marzo), aplicándose cuatro tratamientos, tratando de estimular la emisión de raíces en las ramas acodadas. Los tratamientos se

enlistan a continuación:

Tratamiento testigo: Sin aplicación de enraizadores

Tratamiento uno: Enraizador líquido Rooter de Química Foliar (QF1)

Tratamiento dos: Enraizador en polvo Radix 10,000

Tratamiento tres: Enraizador en polvo de Química Foliar (QFs)

4.2.2 Establecimiento y desarrollo del experimento

a) Estacado de brotes

El experimento planteado para el enraizamiento de estacas se realizó durante diciembre de 1990, marzo de 1991 y julio de 1991. Para las tres fechas las estacas se manejaron de la misma forma, tratando de probar el efecto tanto de los tratamientos aplicados, como del estado fenológico del material utilizado sobre el enraizamiento de las estacas.

Se preparó la cama de enraizamiento a 20 cm sobre el nivel del suelo, utilizando agrolita como sustrato, dentro de un pequeño invernadero, equipado con una red de riego por aspersión activada por un termostato, el cual se enciende cuando la temperatura llega a 25 C; con este mecanismo se mantuvo una humedad relativa alta y se controlaba la temperatura, evitando la desecación de las estacas y del sustrato. Aunque se presentaron problemas por falta de suministro de agua.

La obtención, preparación y colocación de las estacas tomó tres días: Durante el primer día se realizó la colecta de brotes en árboles seleccionados por su mejor forma y apariencia sana, escogiendo brotes de crecimiento vigoroso de la mitad superior de la copa, buscando las ramas exteriores con mayor incidencia de la luz solar directa; no se mantuvo la identidad de los árboles donadores.

Los brotes se cortaron, con una longitud de 25 cm, para realizar un corte más en ellos hasta una longitud de 12 a 15 cm inmediatamente antes de aplicarles el tratamiento y colocarlas en la cama de enraizamiento. Se empacaron en bolsas de polietileno en grupos de 20 y se colocaron en un refrigerador portátil de unicel con hielo; las hieleras se sellaron con cinta de empacar para mantener durante su transporte baja la pérdida de humedad y evitar el sobrecalentamiento. Al llegar al lugar donde se realizó el experimento, los brotes se mantuvieron en refrigeración, hasta el día siguiente que se prepararon.

En el segundo día, antes de aplicar los tratamientos a las estacas, éstas se despojaron del follaje de su parte basal, cuidando de no dañar el cambium ni la corteza. Este trabajo se realizó bajo condiciones de sombra, manteniendo en frío las estacas para reducir la pérdida de humedad.

El sustrato se humedeció antes de colocar las estacas, para que al ser colocadas éstas no sufrieran estrés hídrico y no se tuviera que regar justo después, pues esto lavaría la mezcla promotora de formación de raíces.

Para el día siguiente se recortó el follaje de la parte terminal de las estacas, para reducir la superficie de transpiración y la pérdida de agua de los tejidos. En seguida, se hizo un nuevo corte perpendicular en la base de las estacas, quedando con 15 cm de longitud, aplicando inmediatamente después el tratamiento correspondiente.

Las sustancias que se utilizaron fueron 3 enraizadores comerciales en talco: nombrados por su nombre para facilidad del manejo QFs, Radix 10,000 y Raizone Plus; así como una mezcla hormonal líquida denominada QF1, concentrada y diluida en proporción 1:3 en agua (apéndice 1); como testigo se colocaron estacas sin la aplicación de ningún tratamiento hormonal. Durante el desarrollo del experimento se aplicó un fungicida según las necesidades de control de patógenos (apéndice 1).

El tiempo durante el cual se trataron las estacas con mezclas de hormonas que promueven el desarrollo de raíces, varió de acuerdo con el producto utilizado para cada tratamiento. En las sustancias en polvo las estacas se pusieron en contacto directo con la mezcla hormonal, inmediatamente después de cortadas, colocándose en seguida en la cama de enraizamiento; evitando el contacto con las superficies del sustrato, abriendo éste con un punzón de metal de forma similar a la base de las estacas.

Para el caso de la aplicación de las hormonas en solución líquida, el tiempo que pasaron las estacas en la solución varió de cinco segundos para la solución concentrada (3000 ppm de AIB), y 2 horas para la solución diluida (750 ppm de AIB). La

aplicación de la mezcla concentrada se hizo de forma individual, mientras que para la mezcla diluida se hizo en conjunto, colocando todas las estacas recién recortadas en un recipiente con el enraizador.

De manera adicional al experimento, se colocaron dos estacas de cada tratamiento, por repetición, con el fin de revizar periódicamente la evolución del experimento, sin tener que alterar las condiciones del material experimental.

Las estacas se colocaron en una posición inclinada, de aproximadamente 45 grados, lo cual de acuerdo con Van Buijtenen (1975), favorece el enraizamiento.

Durante el desarrollo del experimento se hicieron revisiones semanales para detectar patógenos que pudieran haber dañado a las estacas, así como de la apariencia de éstas; con menor frecuencia, de acuerdo al estado físico de las mismas, se hicieron revisiones de la base de las estacas colocadas con esa finalidad para detectar la formación de raíces (cada mes aproximadamente). A los seis meses se había dado la formación de raíces, y la mayoría de las estacas había muerto, por lo que se procedió a revisar a todas las que persistían con el fin de determinar el porcentaje de éxito para cada tratamiento, tomándose en cuenta únicamente las raíces visibles. Las estacas que emitieron raíces se transplantaron a un sustrato nutritivo, siguiendo su desarrollo durante dos meses más, para determinar su respuesta.

Tratando de mantener vivas a las estacas el mayor tiempo posible, un mes después de colocadas se aplicó fertilizante foliar (QF COMPATIBLE, de Química Foliar), a todo el experimento, y se siguió aplicando cada quince días durante tres meses más. La cantidad aplicada fue de 5 gr/lt de agua (apéndice 1).

b) Injertado de púas

Los injertos se realizaron durante los días 31 de agosto, 2 y 3 de septiembre de 1991, habiéndose colectado las púas el 30 de agosto.

1) Preparación de patrones (porta-injerto)

Los patrones se obtuvieron de semilla colectada durante 1989 en cuatro distintas poblaciones naturales de Pinus greggii Engelm., localizadas en El piñón, Jacala, Hidalgo; El madroño, Jalpan, Querétaro; Molango, Hidalgo y Los Lirios, Arteaga, Coahuila. La semilla se sembró en septiembre de 1989, en conos de plástico de 5 cm de diámetro por 16 cm de longitud; las plantas se transplantaron en octubre de 1990 a bolsas de polietileno de mayor tamaño (18 X 20 cm), con sustrato formado por tierra de hoja, arena de río, tierra negra y tierra agrícola en partes iguales; manteniéndose en esas condiciones hasta el momento de injertarse (24 meses de edad), seleccionando un lote de 240 plantas, para finalmente reseleccionar 80 (en base a vigor).

2) Colecta de pñas

La colecta de pñas se realizó en la plantación donde se colectaron las estacas. Estas fueron tomadas de las copas de árboles sanos y de buena apariencia, de ramillas de 1 a 1.5 cm de diámetro, conteniendo al menos una yema vegetativa en estado de elongación, bien formada y de apariencia sana, provenientes de la parte superior de la copa. Para su transporte se colocaron dentro de bolsas de polietileno dentro de un refrigerador portátil de unicel con hielo, para mantenerlas frescas; antes de realizar el injertado, las pñas se metieron dentro de un refrigerador de escarcha, para ocuparlas al día siguiente. Se utilizaron 10 fuentes parentales, sin mantener la identidad del donador.

Cuarenta de los injertos se realizaron en enchapado lateral, y los 40 restantes en fisura terminal; el trabajo operativo fue realizado por un solo injertador, quien previamente había realizado algunos otros ensayos de injerto en pino.

Los patrones reembolsados se mantuvieron bajo condiciones de invernadero, con la finalidad de mantener un crecimiento activo al momento del injertado. De los 80 injertos fueron 20 para cada procedencia, 10 laterales y 10 terminales, con el interés adicional de probar tanto el tipo de injerto como la posible afinidad de la plantación con alguna de las poblaciones utilizadas como porta-injerto.

Para la realización de los injertos se utilizaron navajas para injertar con mangos de madera y tijeras para podar, las

cuales se limpiaban con algodón empapado en alcohol cada vez que era necesario, para eliminar resina y restos vegetales.

El material de amarre que se utilizó fueron tiras de plástico cristal transparente del número 10, de un cm de ancho y de 30 cm de longitud, siendo seleccionado por tener buena elasticidad. La mezcla protectora utilizada fue hecha a base de cera de campeche (60%), vaselina (39.75%) y captán (0.25%), siguiendo las recomendaciones de Carrera y Villaseñor (1982).

Para los injertos en fisura terminal, se eligieron púa de diámetros muy semejantes a los del patrón (entre 0.5 y 1 cm). Al patrón se le retiraron las acículas y la punta de la copa con un corte transversal; una o varias ramas fueron dejadas debajo del corte, y se le hizo una fisura longitudinal en la parte media del tallo con una profundidad similar a la de la longitud de los cortes en la púa; a la púa elegida se le podaron las hojas para reducir la transpiración y facilitar el manejo; la poda se realizó hasta 2.5cm abajo de la yema, sin retirar la corteza, practicándosele dos cortes laterales en forma de cuña, tan largos como su longitud lo permitía, avanzando en profundidad a medida que ganaban longitud.

Una vez listos patrón y púa, ésta se insertó en el patrón y se ajustó de tal forma que cuando menos en un lado extremo los tejidos cambiales coincidieran; se procedió al amarre con la cinta de plástico, de abajo hacia arriba, envolviendo en espiral, con una presión uniforme en toda la superficie de unión,

cubriendo con la mezcla protectora.

Después que la unión se formó, el amarre se retiró cortando por el lado opuesto al injerto después de 4 meses del injertado, para evitar la estrangulación.

En cualquier tipo de injerto lateral la púa se une en un lado del tallo, sin remover la copa del patrón al momento de realizar la operación.

Al igual que en el caso anterior, se eligieron púas y patrones propios para conseguir un mayor contacto en el cambium al momento de la realización del injerto. La púa se colocó lateral al tallo del patrón; el injerto se realizó haciendo un corte largo hacia abajo en la púa, para después hacer en la base un pequeño corte en forma de cuña; en el patrón se seleccionó la región para el injerto y se liberó de las acículas, haciendo posteriormente un corte superficial hacia abajo, penetrando solo hasta la región del cambium; al final se dejó una pequeña muesca donde descansaría la base de la púa, la cual se acomodó en la cara expuesta del patrón de tal forma que penetrara hasta el fondo de la muesca. Haciendo coincidir las áreas cambiales entre patrón y púa, se procedió al amarre, de la misma manera que en el tipo anterior.

Cuando inició el desarrollo de la yema, se podaron las copas buscando un buen desarrollo de la yema. El amarre se retiró 4 meses después de hecha la operación y la poda fue parcial y en forma gradual.

Se realizaron riegos periódicos para evitar estrés hídrico en púas y patrones, los injertos se colocaron dentro de un pequeño invernadero equipado con un sistema de aspersión operado por un termostato, de esta manera se lograba disminuir temperatura y proporcionar la humedad necesaria para evitar desecación de púas y patrones.

c) Acodado

El tipo de acodo que se utilizó fue el aéreo, el único adecuado a una especie arborea de gran tamaño, donde las ramas no tocan el suelo.

Se seleccionaron ramas largas y flexibles de la parte más accesible de la copa del árbol y se realizó un cinchado de éstas, que consistió en retirar la corteza del punto donde se desea obtener raíces; se aplicaron promotores de la formación de raíces en polvo, aplicado con una brocha: QFs y Radix 10,000, en la parte superior de la herida, y enraizador líquido QF1 (apéndice 1), aplicándolo también sobre la superficie herida con un gotero, y como control no se aplicó ningún tratamiento hormonal; se cubrió con musgo húmedo como medio de enraice, contenido en plástico negro, cerrado con banda adhesiva para evitar la pérdida de humedad; después se cubrió con papel aluminio para evitar sobrecalentamiento del interior.

Durante el desarrollo del experimento se hicieron observaciones con cierta periodicidad, con el fin de vigilar el contenido de humedad del sustrato utilizado en los acodos, para

facilitar el enraizado; cuando fue necesario se les aplicó agua por medio de una jeringa hipodérmica de 25ml. Cuando emitieron raíces, se transplantaron a un sustrato nutritivo bajo condiciones de invernadero. La respuesta se evaluó hasta los 7 meses posteriores al acodado, con dos meses posteriores para aquellas ramas que emitieron raíces y fueron cortadas y puestas en sustrato nutritivo en bolsas de plástico.

4.3. Diseño experimental

Tanto en las estacas como en los injertos y acodos se utilizó un diseño experimental completamente al azar. En el estacado se utilizaron 8 estacas como unidad experimental, repetidas cuatro veces en cada tratamiento en cada fecha de estacado.

El modelo estadístico para el análisis de los datos fue el siguiente:

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

Donde:

y_{ij} = variable respuesta evaluada

τ_i = efecto del i-esimo tratamiento sobre la variable respuesta

μ = efecto de la media general sobre la variable respuesta

ϵ_{ij} = error experimental

Para el caso del injertado se utilizó también el modelo antes descrito, aunque únicamente se aplicaron dos tratamientos. La unidad experimental fue de 10 injertos, repetidos cuatro veces en cada tratamiento.

En los acodos se aplicaron cuatro tratamientos, incluyendo al testigo, con unidades experimentales de 10 acodos, pero sin repeticiones. Como puede apreciarse, no podrá ser sujeto a análisis estadístico esta parte, sin embargo, dará una idea de la respuesta de la especie a este método de propagación, así como una estimación del cambio, si existe, entre estados fenológicos del arbolado utilizado para este propósito.

4.4. Análisis estadístico de los datos

Con los datos obtenidos del ensayo de enraizado de estacas, los cuales se obtuvieron en porcentaje de estacas enraizadas, se procedió a realizar la transformación a la función arco-seno de la raíz cuadrada de cada observación, de acuerdo a Steel y Torrie (1985) y Jeffers (1960), así como también se realizó la transformación sugerida por Bartlett (1949; citado por Steel y Torrie, 1985), de substituir por $0.25/n$ los valores de cero. La finalidad de esta transformación fue para reunir los supuestos del análisis de varianza, el cual se aplicó a los datos. Con el paquete estadístico SAS.

Los datos de los injertos se plantearon analizar de igual manera que los de las estacas, sin embargo, no fue necesario dicho análisis dados, los resultados obtenidos.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza aplicado a los datos obtenidos del estacado que se realizó en diciembre de 1990, se presenta en el Cuadro 1, donde se aprecian diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con 95% de confiabilidad.

Cuadro 1. Análisis de varianza para porcentaje de estacas enraizadas de Pinus greggii durante el mes de diciembre.

FUENTE DE VARIACION	gl	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	r
Tratamientos	5	347.6846	69.5369	6.36 **	0.7992
Error	18	196.6718	10.9262		

F= valor calculado; r= coeficiente de correlación; **=altamente significativo al 0.05 de probabilidad.

El análisis de varianza indica que al menos un tratamiento tuvo un efecto distinto al resto de tratamientos para estimular la formación de raíces en las estacas. Para este fin y existiendo un tratamiento como testigo, se aplicó la prueba de comparaciones de Dunnett, misma que diferenció al tratamiento cinco del testigo, como se aprecia en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de medias de tratamientos con la prueba de Dunnett para el enraizado de estacas del Pinus greggii durante el mes de diciembre.

COMPARACION DE TRATAMIENTOS	LIMITE INFERIOR DE CONFIANZA	DIFERENCIA ENTRE MEDIAS	LIMITE SUPERIOR DE CONFIANZA
5 - 0	3.759	10.213	16.667 **
2 - 0	-6.454	0.000	6.454
3 - 0	-6.454	0.000	6.454
4 - 0	-6.454	0.000	6.454
1 - 0	-6.454	0.000	6.454

Valor crítico de Dunnett T= 2.761; diferencia mínima significativa= 8.887; **= altamente significativo al 0.05 de probabilidad

Hasta aquí se puede afirmar que el producto comercial "Raízón plus" favoreció el enraizamiento de estacas en el Pinus greggii, debido a que las estacas tratadas con este compuesto presentaron una respuesta diferente a la del testigo en cuanto a la formación de raíces. Los tratamientos restantes no se diferenciaron del testigo.

Para los ensayos colocados durante marzo y julio de 1991 el tratamiento cinco también se diferenció estadísticamente del testigo; sin embargo, los tratamientos restantes (1, 2, 3 y 4) permanecieron sin respuesta favorable (cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Análisis de varianza para el porcentaje de estacas de Pinus greggii durante los mese de marzo y julio.

FUENTE DE VARIACION	gl	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	r
marzo					
Tratamientos	5	2827.3094	565.4619	27.30 **	0.9309
Error	18	372.8873	20.7160		
julio					
Tratamientos	5	267.4676	41.4935	9.00 **	0.8452
Error	18	82.9870	4.6103		

F= Valor calculado; r= coeficiente de correlación; **= altamente significativo al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 4. Comparación de medias de tratamientos con la pueba de Dunnett para el enraizado de estacas de Pinus greggii los mese de marzo y julio.

COMPARACION DE TRATAMIENTOS	LIMITE INFERIOR DE CONFIANZA	DIFERENCIA ENTRE MEDIAS	LIMITE SUPERIOR DE CONFIANZA
marzo			
5 - 0	20.237	29.124	38.011 **
2 - 0	-8.887	0.000	8.887
3 - 0	-8.887	0.000	8.887
4 - 0	-8.887	0.000	8.887
1 - 0	-8.887	0.000	8.887
julio			
5 - 0	3.697	7.889	12.082 **
2 - 0	-4.193	0.000	4.193
3 - 0	-4.193	0.000	4.193
4 - 0	-4.193	0.000	4.193
1 - 0	-4.193	0.000	4.193

Valor crítico de Dunnett T= 2.761; diferencia mínima significativa= 8.8872 y 4.1926; ***= altamente significativo al 0.05 de probabilidad

El comportamiento del tratamiento cinco en los tres diferentes periodos de enraizado de estacas, parece confirmar lo mencionado con anterioridad acerca de la estimulación de la formación de raíces puesto que en los tres periodos fue el único tratamiento en que se logró la emisión de raíces en algunas estacas. Aunque el número de estacas enraizadas fue bajo, será posible en el futuro implementar otros trabajos donde se prueben diferentes concentraciones (tratamientos) del enraizador "Raizón plus", ya que podría obtenerse una respuesta más favorable, debido a que su aplicación en este ensayo fue únicamente la presentación comercial. Al respecto se señala que a pesar de que en el género se han realizado ensayos con enraizadores comerciales es tanta la variación que los resultados no se consideran concluyentes (Carrera, 1977; Dierssche, 1985; Wise et al, 1985).

Para tratar de probar el efecto del estado fenológico de los brotes sobre la posible diferencia en la respuesta al enraizado de estacas del Pinus greggii, esta comparación solo fue posible para el tratamiento cinco, ya que el resto de los tratamientos no tuvieron respuesta. Para este caso, se compararon los resultados del tratamiento cinco entre sí para los meses de diciembre de 1990, marzo y julio de 1991, haciendo uso del análisis de varianza y de la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el enraizamiento de estacas de Pinus greggii en tres diferentes épocas del año, con aplicación del enraizador Raizone plus.

FUENTE DE VARIACION	gl	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	r
Tratamientos	2	1085.2270	542.6135	7.48 **	0.7902
Error	9	652.5462	72.5051		

F= valor calculado; r= coeficiente de correlación; **= altamente significativo al 0.01 de probabilidad

En el análisis de varianza (cuadro 5) se puede apreciar que al menos una de las fechas tuvo una respuesta significativamente diferente de las dos restantes, por lo cual se procedió a efectuar la comparación de medias de tratamientos con la prueba de Tukey (cuadro 6), donde a su vez el enraizado durante el mes de marzo arrojó los mejores resultados, comparado con los obtenidos durante diciembre y julio.

Cuadro 6. Agrupamiento de medias de enraizado de estacas en Pinus greggii mediante la prueba de Tukey para los tres ensayos.

F E C H A S	MEDIAS
DICIEMBRE	39.310 a
MARZO	20.399 b
JULIO	18.075 b

los tratamientos con la misma letra, estadísticamente no diferentes; diferencia mínima significativa= 16.85

Al comparar el efecto de un mismo tratamiento en diferentes fechas del año, se puede decir que la respuesta del Pinus greggii a la emisión de raíces en estacas cambia durante el año; pudiendo

esto obedecer a la condición fenológica del material vegetativo utilizado (Bowes, 1965).

Los mejores resultados para el tratamiento cinco se obtuvieron durante el mes de marzo. Esto pareciera indicar que es muy probable que la respuesta de alguna manera obedezca a la condición fenológica de los brotes, ya que durante este periodo es común el inicio de la actividad meristemática en los brotes. Este periodo coincide con el recomendado por muchos autores para el enraizamiento de estacas en especies de coníferas, quienes recomiendan un periodo entre fines de otoño y fines de invierno (Carrera, 1977; Zdárská, 1984; Lahiri, 1983; Millar, 1987).

Adicionalmente al trabajo ya planteado, para el ensayo de enraizado de estacas en cada fecha se realizó un seguimiento de la sobrevivencia en todos los tratamientos, usando como punto de referencia el testigo, además del contraste ofrecido por algunos tratamientos. Para las estacas puestas a enraizar durante el mes de diciembre y tomando como referencia el comportamiento del testigo, se puede apreciar que los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieron un efecto negativo muy marcado en la sobrevivencia de estacas, dado que la sobrevivencia observada en el testigo fue muy superior a partir de los 60 días de montado el ensayo (Figura 1). También en la figura antes citada se puede apreciar cierta similitud entre los tratamientos testigo, 5 y 4. Los tratamientos al parecer formaron dos grupos en su respuesta: con efecto

negativo los tratamientos 1, 2 y 3, con efecto similar al testigo el 4 y 5.

Si se hubiera comparado estadísticamente el efecto de los tratamientos 1, 2 y 3 contra el testigo o con los tratamientos 4 y 5, después de los 60 días, seguramente se hubieran detectado diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, no se hicieron estos análisis, debido a que no se plantearon, aunque se tomaron las observaciones para que en trabajos posteriores se puedan considerar como un factor de análisis en este tipo de ensayos.

Para el estacado durante el mes de marzo, el tratamiento que presentó efectos negativos desde un principio fue el 1, fecha en la cual el tratamiento 5 alcanzó los mejores resultados en estimular la emisión de raíces (Figura 2).

La razón del comportamiento negativo de algunos tratamientos no es fácil de interpretar, debido a que cada tratamiento es producto de una mezcla de ingredientes, siendo más difícil con el comportamiento de los tratamientos 1 y 3, ya que se utilizaron dos concentraciones diferentes de un mismo producto.

Lo que sí resultó claro para el enraizado de estacas durante el mes de diciembre fue que los tres productos de Química Foliar tuvieron efectos negativos en la sobrevivencia de las estacas, separándose completamente de los tres tratamientos restantes.

Durante el mes de julio los peores resultados se obtuvieron para el tratamiento dos; la dispersión del resto de tratamientos fue pequeña, comparada con la de diciembre y marzo, y el tiempo de sobrevivencia se vio reducido (Figura 3).

De todo lo observado en las figuras 1, 2 y 3, es posible pensar que se da una interacción entre tratamiento y estado fenológico de las estacas, pudiendo éstas volverse más susceptibles a un posible daño o más viables para enraizar. Esta suposición se hizo válida para el tratamiento 5 (Cuadro 6), donde hubo respuesta al tratamiento en las estacas y el resultado fue diferente para el mes de marzo.

En la figura 4 se pueden apreciar los cambios que sufrieron los distintos tratamientos como producto de la condición fenológica de las estacas y de posibles cambios en fotoperíodo. Para los tratamientos testigo (a), 2(c), 4(e) y 5(f) (Figura 4), se puede apreciar que el mes de julio fue la peor fecha para la colecta de las estacas, puesto que éstas murieron más rápidamente. En los tratamientos 2(c) y 3(d) la colecta de estacas durante diciembre no fue favorable, en cambio para el tratamiento 5(f) se observó un buen comportamiento.

Algo más que vale la pena mencionar de la figura 4 es que el comportamiento homogéneo del testigo(a) en las tres diferentes fechas de estacado, siguiéndole en semejanza los tratamientos 4(e) y 4(f).

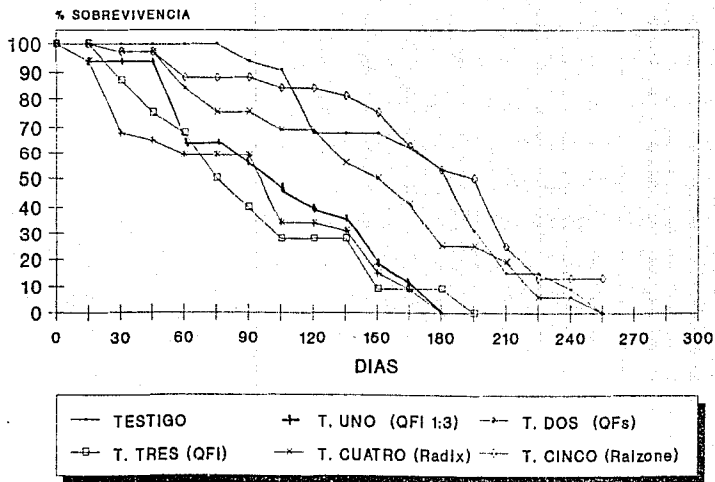


FIGURA 1. Supervivencia de las estacas de *Pinus greggii* para el ensayo colocado en dic. con relación a los tratamientos

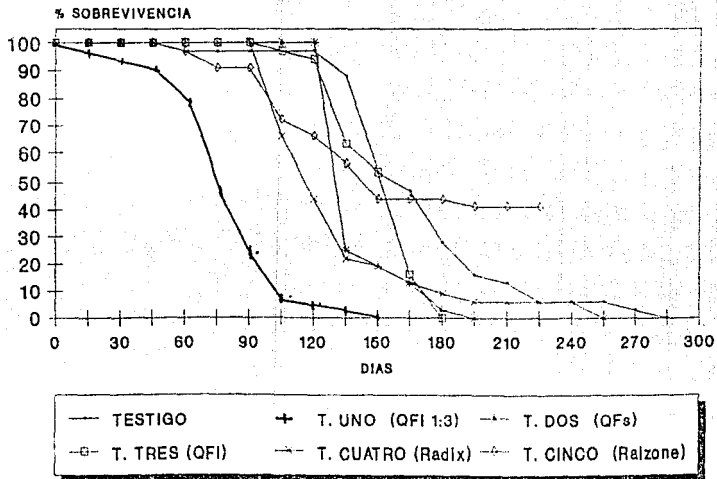


FIGURA 2. Sobrevivencia de las estaca de *Pinus greggii* para el ensayo colocado en marzo con relación a los tratamientos

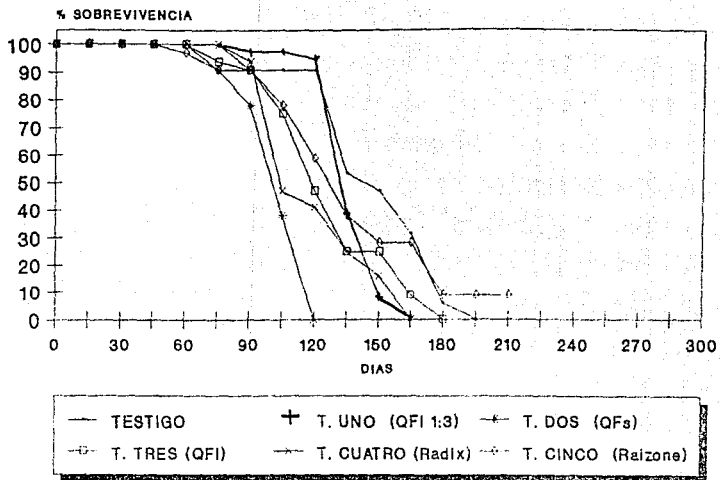


FIGURA 3. Supervivencia de las estacas de *Pinus oregali* para el ensayo colocado en julio con relación a los tratamientos

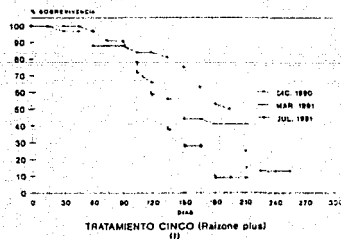
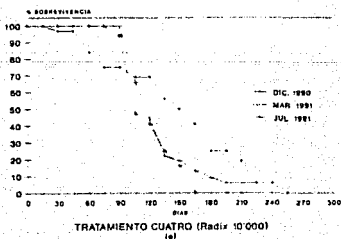
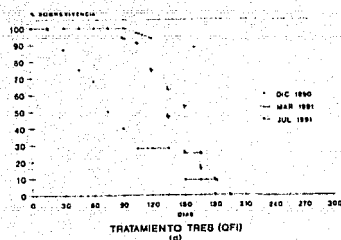
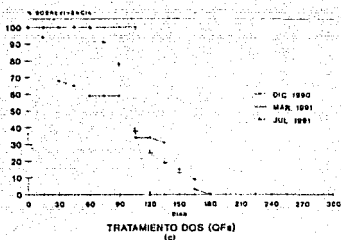
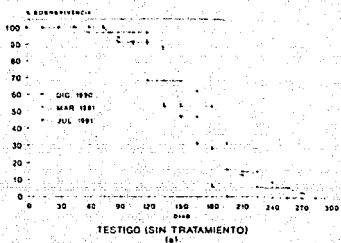
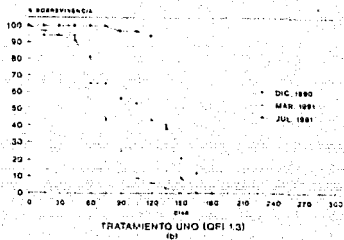


FIGURA 4. Porcentaje de sobrevivencia para las estacas de Pinus greggii con relación a los tratamientos para las tres distintas fechas en que se tomó el material vegetativo.

En pocas palabras, en aquellos tratamientos donde las estacas mueren con mayor rapidez que los del testigo, se refleja el deterioro de las estacas causado por los propios tratamientos, posiblemente debido a intoxicación.

Para el caso del injertado no fue necesario realizar ningún análisis estadístico como se habla considerado inicialmente, debido a que la sobrevivencia fue total hasta los 120 días (período que cubre el ensayo) después de realizados, excepto un injerto por la muerte del patrón; de manera que durante este período no se apreció ninguna diferencia en sobrevivencia para injertos en fisura terminal y de enchapado lateral, así como también no hubo diferencias entre las cuatro procedencias utilizadas como patrones. Los resultados encontrados señalan que para esta especie no son importantes las consideraciones reportadas por Carrera y Villaseñor, 1982; Ruiz, 1985 y Barbosa et al, 1985; quienes al injertar Pinus sp. obtuvieron mejores resultados por alguna técnica en especial de injertado.

Al no existir diferencia entre los dos métodos probados se confirma lo dicho por Nienstaedt (1990), quien opina que el método es de menor importancia dentro de los factores que afectan el éxito, empleándose cualquiera en base a la preferencia personal. Se anexa una lista de las especies de pino que han sido injertadas con éxito por diferentes técnicas (apéndice 2).

De manera anticipada se puede decir que el Pinus greggii es una especie que presenta buena respuesta al injertado y en la cual no es relevante el parentesco de los patrones con las púas para alcanzar el éxito, a pesar de que el género presenta diferentes grados de incompatibilidad, mostrando en infinidad de ocasiones incompatibilidad inmediata aún dentro de la misma especie, cuando está difiere en procedencias o en clones (Copes, 1980).

Para el caso de los acodos los resultados se presentan sin un análisis estadístico, debido a que no se realizaron repeticiones (dadas las dificultades y carencia de medios para poder realizar en días continuos visitas a la plantación y efectuar el número suficiente para establecer las repeticiones), lo que nos lleva a no tener control sobre el error experimental, por lo que no se puede establecer la diferencia entre tratamientos. Sin embargo no hay diferencias marcadas entre los mismos, puesto que los acodos enraizados solamente varían de 2 a 4 para el mes de febrero, mientras que para marzo el resultado fue nulo, porque murieron tres meses después de realizados, no mostraban formación de callo y se notaba pudrición de la base del corte, así como pronta pérdida de turgencia en las yemas del brote, señal de daño en la rama; aunque los análisis no fueron posibles por las razones antes expuestas.

A manera de síntesis, aunque los resultados en el acodado y estacado no fueron satisfactorios, el tiempo que se mantuvieron vivas las estacas y los acodos hace pensar que el logro del

éxito mediante estas dos técnicas, depende en gran medida de su depuración, debido a que en otras especies es tanto el tiempo que se tardan en emitir raíces, y decaen en corto tiempo lo que causa que no se obtengan resultados satisfactorios, y esta especie al mostrar mayor sobrevivencia para el testigo, muestra que lo único que falta es combinar algunos factores tales como: fotoperiodo, temperatura y humedad (del sustrato y ambiental), promotores de enraizamiento, época del año en que se toma el material; los cuales nos llevan al éxito.

A pesar de todas las dificultades encontradas, el Pinus greggii refleja buen grado de plasticidad para propagarse asexualmente por alguna de las técnicas aquí utilizadas, y resulta obvio resaltar su excelente respuesta al injertado, el cual además de su buen prendimiento, no presenta los problemas de plagiotropía observados en las estacas y los acodos enraizados, los cuales fueron muy severos en el caso de los acodos y se han observado en otras especies como Pinus caribaea que muestra un desarrollo completamente plagiotrópico en estacas enraizadas en Oaxaca (comunicación personal del Ing. Plancarte).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A las conclusiones y recomendaciones que se puede llegar con el presente trabajo son:

1. Al ser únicamente el tratamiento cinco (Raizone plus) el que mostró una respuesta favorable en las tres fechas de

estacado, es posible concluir que la concentración de "Raizón plus" no es la más adecuada para esta especie; sino que será necesario establecer ensayos donde se prueben diferentes concentraciones del producto utilizado, hasta encontrar el más favorable.

2. Por el tiempo en que las estacas del tratamiento testigo se mantuvieron vivas, se evidencia una gran posibilidad de la especie para ser propagada por este método, debiéndose refinar la técnica para lograr mayores porcentajes de enraizamiento.

3. Se recomienda que para trabajos posteriores de enraizado de Pinus greggii se concentren los trabajos en un menor tiempo sobre el mes de marzo, aplicando ingredientes activos contenidos en el "Raizone plus".

4. Para la propagación por acodo los resultados indican que éstos se deben realizar antes de que inicie la actividad de crecimiento en los brotes.

5. Es notable la ventaja del injertado frente al estacado y acodado, por lo que se recomienda para la especie, debiéndose hacer un seguimiento de los ya realizados y establecer ensayos en campo, para analizar los resultados a largo plazo y así poder establecer huertos de conservación con genotipos de gran interés, así como para la producción de semilla mejorada genéticamente.

7. LITERATURA CITADA

- Ahlgren, C. E. 1972. Some effects of inter- and intra-specific grafting on growth and flowering of some five-needle pines. *Silvae Genetica*. 21(3-4):122-126.
- Armson, K. A.; M. Fung y W. R. Bunting. 1980. Operational rooting of black spruce cuttings. *J. of For.* 78(6):341-343.
- Arredondo R., M. 1987. Efecto del Ácido indol butirico y rootone-F como inductores al enraizamiento y desarrollo vegetativo en estacas de anacua (Ehretia elliptica L.) en Marin N.L. México bajo condiciones de invernadero. Tesis. UANL Fac. Agronomía. p7-8.
- Ballenger, L. D. y F. H. Huang. 1984. Rooting of cuttings from mature scotch pine trees. *Arkansas Farm Research*. 33(5):7. In *For. Abstr.* 47(4):3255.
- Barbosa G., G.; A. V. Sánchez y F. V. Velazco. 1984. Pruebas de injertado en Pinus pseudostrobus var. oaxacana Martínez., en los altos de Chiapas. *Bol. Téc. Inst. Nal. Invest. For. México*. 99:35.
- Barbosa G., G. 1987. Manual de injertos de especies forestales. Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, México. *Bol. Téc.* 1:66.
- Barzdajn, W. 1981. Effect of growth promoters on rooting a morphology of vegetatively propagated Pinus sylvestris stock. *Sylwan*. 125(3):47-55.

- Barzdajn, W. 1986. Effect of crown position on the rooting of silver fir shoots as lignified cuttings. *Sylvan.* 130(5):45-52.
- Bassuk, N. L.; D. Miske y B. Maynard. 1985. Stock plant etiolation for improved rooting of cuttings. *Proceedings International Plant propagators Society.* 34:543-550.
- Baccari, V. et al 1968. Grafting incompatibility in conifers. *Am. Ac. Ital. Sci. For.* 17:35-100.
- Bedford, D. S. 1980. Propagation of colorado spruce (Picea pungens Engelm.) cuttings. Thesis, M.S. Colorado State University, Fort Collins, CO. 99p.
- Beristain B., J. J. 1992. Variación morfológica y anatómica de acículas de Pinus greggii Engelm. INEDITO.
- Bogdanov, B. 1979. Vegetative propagation of Pinus strobus for production of high-quality seed. *Garsko stopanstvo.* 29:91-94. In *For. Abstr.* 49(9):4683.
- Bogdanov, B. 1983. Cuttings from coniferous species types and rooting for containers. *Proceedings International Plant Propagators Society.* 33:308-313.
- Bonaminio, V. P. y F. A. Blazich. 1984. Can liquid indolbutyric acid produce better rooting than auxin-talc mixtures? *American Nurseryman.* 159(11):99-100, 102, 104.
- Bonaminio, V. P. 1984. Comparison of IBA quick-dips vs. talc for rooting cuttings. *Proceedings International Plant Propagators Society.* 33:565-569.
- Bowes, O. 1965. Simple methods for propagation by cuttings. *Bonsai bulletin.* 3(3):23.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Cameron, R. J. 1968. The propagation of Pinus radiata by cuttings. N.Z. Jour. For. Sci. 13(1):78-89. In For. Abstr. 35(5)2330.
- Carrera G., M. S. 1977. La propagación vegetativa en el género Pinus. Ciencia Forestal. 2(7):3-29.
- Carrera G., M. S. y R. Villaseñor R. 1982. Ensayo de dos métodos de injerto en Pinus pseudostrobus Lindl. Bol. Téc. No. 75. Inst. Nal. de Invest. For. México. 15p.
- Copes, D. L. 1980. Anatomical syntoms of graft incompatibility in Pinus monticola and P. ponderosa. Silvae Genetica. 29:(3/4)77-82.
- Critchfield, W. B. y E. L. Little. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. USDA, Forest Service Washington, DC. pub. 991 p20.
- Davis, T. D. y E. B. Haising. 1990. Chemical control of adventitious root formation in cuttings. Plant Growth Regulator Society of America. 18(1):1-17.
- Darus, H.A. 1982. Vegetative propagation of Araucaria hunsteinii by cuttings. Malaysian Forester. 45(1):81-83. In For. Abstr. 43(8):6418.
- Donahue, J. K. 1990. Geografic variation in Pinus greggii Engelm. in relation to soil acidity. Thesis M.S. North Carolina State University. 70p.
- Dorman, W. K. 1976. The genetics and Breeding of southern pines. US Departament of Agriculture Forest Service. Agriculture hand book No. 471 pp65-92.

- Driessche, R. Van Den. 1985. The influence of cuttings treatments with 3-Indol butiric acid and boron, stock plant moisture stress, and shading on rooting in sitka spruce. *Can. Jour. of For. Res.* 15(4):740-742.
- Ducci, F. y A. Tocci. 1978. Rooting trials with cuttings from mature Pseudotsuga menziesii trees. *Annali dell'Istituto sperimentale per la Selvicoltura, Italy.* 9, 35-70. In *For. Abstr.* 48(7):3990.
- Dyson, W. G. 1975. A note on dwarfing of Pinus patula grafts. *Silvae Genetica.* 24(2-3):60-61.
- Eguiluz, P. T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos del género Pinus en México. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. UACH. Chapingo, México. pp438-446.
- Farjon, A. 1984. Pines. Drawings and descriptions of the genus Pinus. E.J. Brill. pp83-84.
- Festa, F. P. y G. Gambi. 1978. Seasonal variations in the natural and induced rooting potential of Sequoia sempervirens cuttings. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Italy.* 9, 71-90. In *For. Abstr.* 48(7):3994.
- Fins, L. 1981. Propagation of giant sequoia by rooting cuttings. *Proceeding International Plant Propagator Society.* 30:177-178.
- Fowler, D. P. 1984. Vegetative propagation of forest tree. En XVI Reunión del grupo de mejoramiento genético forestal. Dgo. Comisión Forestal de America del Norte. FAO. pp58-64.
- Garner, R. J. 1958. The grafter's handbook. Feber & feber 2nd. ed. London. 260p.

- Gepta, M. P. y J. P. Chandra. 1979. Vegetative propagation of coniferous forest tree species from branch cuttings with the help of mist chamber. *Indian Forester*. 105(6):451-457.
- Ghosh, R. C.; B. Singh y K. K. Sharma. 1981. Suitability trials of different species and provenances of pines in the Doon valley of India. In *For. Abstr.* 73(4):2511.
- Girouard, R. M. 1970. Rooting plain and heel cuttings of spruce. *Forest Research Laboratory. Canada the Plant Propagator* vol.16. No. 1.
- González, V., C. E. 1978. Breve análisis de la investigación sobre plantaciones forestales de la Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales. Dir. gral. de Investigación y Capacitación Forestales. In *For. Abstr.* 73(4):2511.
- Greenwood, M. S.; T. M. Marino, R. D. Meier y K. W. Shahan. 1980. The role of mist and chemical treatments in rooting loblolly and shortleaf pine cuttings. *Forest Science* 26(4):651-655.
- Haissing, B. E. 1983. The rooting stimulus in pine cuttings. *Proceeding International Plant Propagators Society*. 32:625-638.
- Hartman, H. T. y D. E. Kester. 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. 2a. Impresión. Ed.Continental. S.A. México.
- Hocevar, M. 1983. Vegetative propagation of silver fir (Abies alba, Mill.) with cuttings. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. 102(1): 55-66. In *For. Abstr.* 44(9):4703.

- Hoekstra, P. E. 1957. Air layering of slash pine. For. Sci. 3(4): 344-349.
- Hoff, R. J. 1977. Delayed graft incompatibility in western white pine. USDA Forest Service Research Note. pp215.
- Jackson, L. W. R. y B. Zak. 1949. Grafting methods used in studies of littleleaf disease of shortleaf pine. J. For. 47(11):904-908.
- Jeffers, J. N. R. 1960. Experimental design and analysis in forest research. Almquist & Wiksells. 172p
- Johnsen, O. 1986. Rooting of juvenil succulent cuttings from half-sib families of Picea abies. Scandinavian Jor. of For. Res. 1(1):27-36. In For. Abstr. 47(9):4518.
- Johansen, R. W. y J. F. Kraus. 1958. Propagation techniques applicable to longleaf pine. J. For. 56(9):644.
- Kadambi, K. y S. Dabral, 1954. Air layering in forestry practice. Indian Forester. 80:721-724.
- Kapoor, M. L.; R. K. Waksshasya y S. Dedharnath. 1977. Field grafting studies in Pinus patula. Indian Forester. 103(6):397-402.
- Kennedy, S. J. y C. Selby. 1984. Propagation of sitka spruce by stem cuttings. Rec. of Agr. Res. 32:61-70.
- Lahiri, A. K. 1983. Experiments on the rooting of juvenile seedling cuttings of some conifers. Indian Forester. 109(2): 55-59.
- Loock, E. E. M. 1950. The pines of México and British Honduras. Dep. Agr, and For. Bull South Africa. 29p.

- López U., J. 1986. Características de la progenie de plantaciones jóvenes de Pinus greggii Engelm. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapinho, México. 71p.
- Macdonald, B. 1986. Practical woody. Plant propagation for nursery growers. Vol. 1. Timber Press Inc. Oregon 668p.
- Marino, T. M. 1982. Propagation of southern pines by cuttings. Proceedings International Plant Propagators Society. 31:518-528.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. ed. Ed. Botas pp237-342.
- Maynard, B. K. y N. L. Bassuk. 1987. Stockplant etiolation and blanching of woody plants prior to cutting propagation. J. of American Society for Horticultural Science 111(2):273-276.
- McAlpine R. G. y L. W. R. Jackson. 1959. Effect of age on rooting of loblolly pine air-layer. J. For. 57(8):565-566.
- McKeand, S. E.; J. B. Jett y J. R. Sprague. 1987. Summer wax grafting of loblolly pine. South. J. Appl. For. 11(2):96-99.
- Mergen, F. 1955. Grafting slash pine in the field and in the greenhouse. J. of For. 53(11): 836-842.
- Millar, C. I. 1987. Experiments in rooting bishop pine (Pinus muricata, D. Don) cuttings. New Forests. 1(3):231-238.
- Mirov, N.T. 1940. Tested methods of grafting pines. J. For. 38(10):768-777.
- Mirov, N. T. 1951. Induction early production of Pine pollen. Calif. for and Range exp. Sta. Res. Note 80.
- Mirov, N. T. 1967. The genus Pinus. The Ronald press com. 638p.

- Nico-Pidi. 1981. La multiplicación de las plantas. Ed. D'Vecchi. Barcelona, España.
- Nienstaedt, H. 1958. Fall grafting of spruce and other conifers. Proceedings Plant Propagators Society. Annual meeting. Salt Lake City, Utha. pp98-105.
- Nienstaedt, H. et al. 1958. Vegetative propagation in forest genetics research and practice. J. For. 56:826-839.
- Nienstaedt, H. 1990. Injertado de Árboles superiores. En memoria: "Mejoramiento genético y plantaciones forestales". Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, México.
- Pande, G. C. 1983. Tropical pines in India, and over review. In For. abstr. 44(6):328.
- Patiño V., F. 1973. Floración, fructificación, recolección de conos y algunos aspectos de las semillas de los pinos mexicanos. Bosques y Fauna 10(4):20-30.
- Patiño V., F. et al. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas forestales. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. México. 63:122p.
- Perry, J. P. Jr 1991. The pines of México and Central America. Timber Preess Inc. Oregon. p166-168.
- Plancarte B., A. 1988. Rendimiento de semilla de dos procedencias de rodales naturales de Pinus greggii Engelm. Centro de Genética Forestal, A.C. Nota Técnica 2. Chapingo, México.
- Plancarte B., A. 1990. Variación en longitud de cono y peso de semilla en Pinus greggii Engelm. de tres procedencias de Hidalgo y Querétaro. Nota Técnica 4. Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, México.

- Platt, G. C. 1981. Production of Sequoiadendron giganteum by cuttings. Proceeding International Plant Propagators Society. 30:177-178.
- Quijada, M.; C. A. Pérez y J. R. Salmas. 1978. Estudio de rendimiento de las semillas de especies del género Pinus plantados en Venezuela. In For. abstr. 39(9):385.
- Rauter, M. 1979. Spruce cutting propagation in Canada. Breeding norway spruce, norway spruce provenance. Proceedings of the IUFRO, joint meeting of working parties. Vancouver, Canada. part 2. pp193-240.
- Reines, M. y J. T. Greene. 1956-57. Forest genetics at the George Foster Peabody School of Forestry For. Res. Conc. 5:24.
- Ruiz M., P. 1985. Propagación por dos técnicas de injertado en Pinus michoacana Martínez. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, México. 47p.
- Rushforth, D. K. 1987. Conifers. Facts on file publications. N. Y. 233p.
- Saldívar C. D. 1982. Ensayo de fertilización en una plantación de cinco especies forestales en Coatlinchan México. Tesis Profesional. Departamento de Bosques. UACH. Chapingo, México. pp28.
- Sánchez, L. G. y B. V. Pérez. 1987. El injerto en los pinos. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 24p
- Schmidt, G. 1984. Propagation of difficult-to-root species by etiolated cuttings. Kertészeti Egyetem Közleményei. 46(14): 117-124. In For. Abstr. 46(10):6582.

- Shaw, G. R. 1909. The pines of Mexico. Journal of Arnold Arboretum. 1:1-19.
- Shoushan, A. A.; M. A. Etman y Z.T. Zaki. 1979. Physiological studies on hard- and soft-wood cuttings of araucaria exelsa R. Br. Research bulletin, University Egypt No. 1006 26p. In For. Abstr. 42(5):2254
- Slee, M. U. 1967. A review of vegetative propagations of slash pine in Queensland. For. Serv. Res. Notes 18, 31p.
- Smith, H. D. y L. F. Smith. 1969. Grafting longleaf pine, tree plant. For. Serv. Res. Notes. 19(4):21-23.
- Souza, S. M. de y P. Fel Ker. 1986. The influence of stock plant fertilization on tissue concentrations of N, P, and carbohydrates and the rooting of Prosopis alba cuttings. Forest Ecology and Management 16(1-4):181-190.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2a. ed. McGraw-Hill. México. 622p.
- Suchara, I. 1986. The possibility of propagating white pine (Pinus strobus L.) by cuttings. Sbornik UVTIZ, Zahradnictví. 13(3):239-240. In For. Abstr. 50(9):4452.
- Texas Forest Service. 1955. Forest tree improvement program of the Texas Forest Service. Third Prog. Rep. Tex. For. Serv. Circ. 51, 13p.
- Thielges, B. A. y H. A. J. Hotink. 1972. Fungicides and rooting of eastern white pine cuttings. Forest Science 18(1):54-55.
- USDA, 1974. Seeds of woody plants in the united states. Forest Service USA. Handbook 450:60-61.

- Van Buijtenen J. P.; Jhon Toliver, R. Bower y M. Wendel. 1975. Operational rooting of loblolly and slash pine cuttings. Texas For. Ser. 111:4.
- Vargas H. J. J. 1985. Respuesta a la sequía de cuatro especies de pinos en el estado de plántula. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Montesillos, México. 99p.
- Vásquez P. S. 1988. Características de la progenie de plantaciones jóvenes de Pinus greggii Engelm. Tesis Profesional, División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, México. 71p.
- Villaseñor R., R. y M. S. Carrera G. 1980. Tres ensayos de injerto en Pinus patula Schl. et Cham. Ciencia Forestal. 23(5): 20-36.
- Wang, T.; J. C. Han; T. L. Wang y X. Q. Liu. 1983. A study on acceleration of rooting of coniferus cuttings with sodium lignoate. For. Sci. y Tec. 3:6-11.
- Wise, F. C.; F. A. Blazich y L. E. Hinesley. 1985 a. Propagation of Abies fraseri by softwood stem cuttings. Can. J. For. Res. 15(6):1172-1176.
- Wise, F. C.; F. A. Blazich y L. E. Hinesley. 1985 b. Propagation of Abies fraseri by semidormant hardwood stem cuttings. Hortscience. 20(6):1065-106.
- Wise, F. C.; F. A. Blazich y L. E. Hinesley. 1986. Propagation of Abies fraseri by cuttings: ortotropic shoot production from haged stock plantes. Can. J. For. Res. 16(2):226-231.
- Zak, B. 1956. Seed orchards. For. Farmer 15(12):8-9, 16-17.

Zdárská, D. 1984. Vegetative propagation of norway spruce without grafting. Sborník ústavu Aplikované Ekologie a Ekotechniky Vysokéškoly. #1: 85-107. In For. Abstr. 48(10):4874.

Zobel, B. J. y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa, México. p341-376.

APENDICE 1

COMPOSICION QUIMICA DE LAS FORMULACIONES COMERCIALES
UTILIZADAS EN LOS ENSAYOS.

ENRAIZADOR LIQUIDO (ROOTER) QF1*

	%
AC. INDOLBUTIRICO (AIB)	0.30
AC. NAFTALENACETICO (ANA)	0.60
DERIVADOS DEL COMPLEJO VITAMINICO B	0.65
CONCENTRADO DE ACIDOS HUMICOS AL 15%	20.00
FUNGICIDA**	0.10

ENRAIZADOR (TALCO) QF*

	%
AC. INDOLBUTIRICO (AIB)	0.30
AC. NAFTALENACETICO (ANA)	0.60
CLORHIDRATO DE TIAMINA	0.15
NICOTINAMIDA	0.10
FOSFORO COMO P O	24.00

RAIZONE PLUS***

	%
ALFANAFTILACETAMIDA	0.12
AC. INDOL-3-BUTIRICO (AIB)	0.06
THIRAM	5.00
CAPTAN	3.00
INGREDIENTES INERTES	91.82

RADIX F 10,000 ****

(CADA 100gr CONTIENEN)

	%
ACIDO INDOLBUTIRICO (AIB)	1.00
ACIDO NAFTALENACETICO (ANA)	0.30
VEHICULO CBP	98.70

FERTILIZANTE FOLIAR QF* COMPATIBLE
 CON N, P, K y

S	0.480
Fe	0.250
Zn	0.200
Mn	0.125
Ca	0.065
Mg	0.065
Cu	0.065
B	0.065
Co	0.012
Mo	0.006
FITOHORMONAS	0.003

VITIZAN 50 (CAPTAN)*****

CAPTAN: CIS-N-(TRICLOROMETIL-TIO)-4-	
CICLOHEXEN-1,2-DICARBOXIMIDA	50.00
(Equivalente a 500g en un Kg)	
INGREDIENTES INHERTES	50.00

* QUIMICA FOLIAR S.A. de C.V.
 ** METIL 1-(BUTILCARBAMOIL) 2-BENCIMIDAZOLCARBAMATO
 *** FAX; S.A. de C.V.
 **** DISEÑO Y CONTROL ELECTROQUIMICO, S.A.
 ***** QUIMICA ORGANICA DE MEXICO, S.A. de C.V.

APENDICE 2

LISTA ACTUALIZADA DE LAS ESPECIES DE PINO EN QUE SE HA PROBADO
INJERO. (TOHADA DE Barbosa et al, 1984 y COMPLEMENTADA)

ESPECIE	TIPO DE INJERTO	REFERENCIA	
<u>Pinus albicaulis</u>	Fisura terminal	Mirov,	1940
<u>Pinus attenuata</u>	Fisura terminal	Mirov,	1940
<u>Pinus banksiana</u>	Fisura terminal	Mirov,	1940
	Enchapado lateral	Ahlgren,	1972
<u>Pinus canariensis</u>	Fisura terminal	Mirov,	1940
<u>Pinus caribaea</u>	Fisura terminal	Gomez,	1971
<u>Pinus cembra</u>	Enchapado lateral	Ahlgren,	1972
<u>Pinus contorta</u>	Fisura terminal	Copes,	1970
	Enchapado lateral	Critchfield,	1980
<u>Pinus coulteri</u>	Escudete con aciculas	Mirov,	1940
<u>Pinus elliotii</u>	Aproximación de plantas	Dorman,	1976
	Fisura terminal	Mergen,	1955
		Smith,	1972
		Ganael,	1973
	Enchapado lateral	Dorman,	1976
	Lateral tipo franco	Mergen,	1955
		Mergen,	1955
		Dorman,	1976
<u>Pinus halepensis</u>	Fisura terminal	Parra,	1980
<u>Pinus Kesiya</u>	Fisura terminal	Mora,	1980
<u>Pinus koraiensis</u>	Enchapado lateral	Ahlgren,	1972
<u>Pinus michoacana</u>	Fisura terminal	Ruiz,	1985
	Enchapado lateral	Ruiz,	1985
<u>Pinus montana</u>	Enchapado lateral	Ahlgren	1972
<u>Pinus monticola</u>	Fisura terminal	Copes,	1980
		Hoff,	1977
		Baccari,	1968
<u>Pinus palustris</u>	Fisura terminal	Smith,	1968
	Enchapado lateral	Smith,	1972
		Smith,	1967
<u>Pinus patula</u>	Fisura terminal	Gomez,	1971
		Villaseñor,	1980
		Dyson,	1975
		Debra Dun et.al	1977
		Howland,	1970
	Enchapado lateral	Popnikola,	1968
		Villaseñor,	1980
		Popnikola,	1968
<u>Pinus peuce</u>	Enchapado lateral	Ahlgren,	1962
<u>Pinus pinaster</u>	Escudete con aciculas	Bardat y	

<u>Pinus pinea</u>	Fisura terminal	Laforet,	1940
<u>Pinus ponderosa</u>	Aproximacion de plantas	Baccari,	1968
	Escudete con aciculas	Mirov,	1940
	Parche	Mirov,	1940
	Empalme	Mowat y Silen;	
		citados por Wang,	1977
	Fisura terminal	Mowat y Silen;	
		citados por Wang,	1977
		Mirov,	1940
		Mowat y Silen;	
		citados por Wang,	1977
	Enchapado lateral	Mirov,	1940
		Copes,	1980
	Enchapado lateral con lengueta	Mirov,	1940
<u>Pinus pseudostrobus</u>	Fisura terminal	Carrera,	1982
	Enchapado lateral	Carrera,	1982
<u>Pinus pseudostrobus</u> var <u>oaxacana</u>	Enchapado lateral	Barbosa,	1984
<u>Pinus radiata</u>	Fisura terminal	Sweet,	1964
		Howland,	1970
		Ahlgren,	1972
		Copes,	1980
<u>Pinus resinosa</u>	Enchapado lateral	Holst,	1956
<u>Pinus rigida</u>	Fisura terminal	Ledig y Fryer,	1974
	Enchapado lateral	Ledig y Fryer,	1974
<u>Pinus strobus</u>	Enchapado lateral	Nienstaedt,	1958
		Ahlgren,	1972
		Popnikola,	1968
		Zuffa,	1979
<u>Pinus sylvestris</u>	Enchapado lateral	Nienstaedt,	1958
		Popnikola,	1968
		Ahlgren,	1972
	Lateral de pda bajo corteza	Dormling,	1964
<u>Pinus taeda</u>	Fisura terminal	Schmidtling,	1973
		Dorman,	1976
	Lateral tipo frasco	Dorman,	1976
	Fisura terminal	Mc Keand,	1987
	Enchapado lateral	Mc Keand,	1987