

# LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLANTAS FORESTALES

Iglesias Gutiérrez Leonel\*  
Prieto Ruíz José Ángel\*\*  
Alarcón Bustamante Manuel\*\*\*

## RESUMEN

En México, se debe aprovechar al máximo el potencial para obtener mayores ganancias genéticas, mediante el uso del material vegetativo de árboles selectos y huertos semilleros con polinización controlada, combinados con huertos clonales. En algunos árboles de ornato y para plantaciones de protección, el uso de técnicas vegetativas para su propagación se ha practicado desde hace siglos debido a sus numerosas ventajas, entre las que sobresalen los beneficios de importantes reducciones en el tiempo de crecimiento y las ganancias genéticas que con ella se pueden lograr.

Éste trabajo se llevó a cabo para apoyar y facilitar las actividades de propagación de plantas, especialmente árboles con fines de producción comercial, mejoramiento genético o para investigación. Se evaluaron las ventajas y desventajas de la propagación vegetativa, así como los métodos más comunes, avanzados y recomendables tales como el enraizado de estacas, injertos, acodos aéreos y propagación por monte bajo. Se plantean las perspectivas de propagación vegetativa y los principales problemas que llegan a presentarse, como son los monocultivos clonales o las conductas de crecimiento del material vegetativo por reproducir.

**Palabras clave:** Propagación vegetativa, mejoramiento genético, injertos, estacas, forestal.

---

\* M.C., Director de la División Forestal del CIRNOC. INIFAP, SAGAR.

\*\* M.C., Investigador del Prog. Plantaciones Forestales. CEVAG-CIRNOC. INIFAP, SAGAR.

\*\*\* Ing. Agrónomo. Investigador del Prog. Plantaciones Forestales. CESICH-CIRNOC. INIFAP, SAGAR.

## ABSTRACT

The potential forest tree improvement through vegetative propagation techniques like seed orchards, with controlled pollination and clonal propagation, has to be properly used in Mexico. In some ornamental and protectional trees, the use of vegetative techniques, has been carried out for several centuries, due to the several advantages like reduction in growing time, and the genetic gain implied.

This paper was undertaken for backing up all activities related to plant propagation, specially for comercial production, genetic improvement and research. It were described the importance, advantages and disadvantages of vegetative propagation; the most common, advanced and advisable methods as stem rooting, grafts, aerial layer and propagation by low mount; they also deal with the perspectives of vegetative propagation and its main limiting problems, such as clonal monocultures and growth behaving on vegetative material.

Key words: Vegetative propagation, genetic improvement, grafts, stems, forestry.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años se han realizado diversos trabajos orientados a encontrar métodos y técnicas que permitan propagar una gran variedad de especies por medios vegetativos. La **Propagación Vegetativa (PV)** constituye una herramienta importante de apoyo para el desarrollo de programas de mejoramiento genético forestal, encaminados a reproducir individuos de alto valor genético para el establecimiento de huertos semilleros, conservar genotipos de alto valor económico o en peligro de extinción y multiplicar especies de importancia genética, económica o escénica (Prieto, 1992)<sup>1</sup>.

La PV puede efectuarse a través de injertos, estacas, acodos aéreos y cultivo de tejidos; cada técnica tiene características propias y funciona bajo determinadas condiciones, lo que hace que el ser humano las emplee en función de las posibilidades de multiplicación y de uso. Por esta razón, los especialistas han buscado dominar la técnica requerida; sin embargo, la capacidad de respuesta de las especies varía enormemente.

---

<sup>1</sup> Prieto R., J. A. 1992. Estudio de algunos factores que influyen en la propagación por estaquillas de *Cupressus guadalupensis* S. Wats.

La limitante principal de la PV ha sido el bajo porcentaje reproductivo, ya que sólo unas cuantas especies arbóreas se reproducen fácilmente (*Populus* sp., *Salix* sp. *Platanus* sp., *Tamarix* sp. y *Ficus* sp., entre otras). Por ello, es necesario ampliar el número de especies a propagar y mejorar la técnica, ya que las plantas reproducidas vegetativamente tienen muchas ventajas para su cultivo.

En este documento se presentan algunos resultados de investigaciones desarrolladas en otros países y experiencias conocidas por los autores en México. Además se exponen detalles de la importancia, métodos, técnicas, perspectivas y consideraciones generales de la propagación vegetativa de árboles forestales.

## ANTECEDENTES

La reproducción asexual implica la generación de plantas a partir de partes vegetativas como tubérculos, bulbos, estacas, rizomas y ramas; también de partes sexuales como huevos sin fertilizar u otras células del óvulo (Eguiluz, 1988)<sup>2</sup>. El proceso de reproducción asexual implica la duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociado de la célula progenitora (Hartmann y Kester, 1990)<sup>3</sup>. La PV esta basada en la capacidad de regeneración de las plantas a partir de células somáticas y en consecuencia reproducen toda la composición genética de la planta progenitora (Patiño y Marín, 1993)<sup>4</sup>.

La agricultura primitiva tuvo avances importantes debido al descubrimiento de plantas que podían propagarse asexualmente, ésto originó que la vid, el olivo, la higuera y plantas que producen bulbos, tubérculos o rizomas como la papa, cebolla, ajo, caña de azúcar, piña y bambú fueran ámpliamente utilizadas para obtener alimentos (Hartmann y Kester, *op. cit.*).

La PV se ha utilizado intensamente desde el siglo pasado para multiplicar plantas herbáceas de interés ornamental, como rosas, gladiolas y orquideas, para propagar plantas arbóreas de los géneros *Populus*, *Salix*, *Platanus* y *Ficus*, las cuales son ámpliamente utilizadas para forestaciones urbanas y para multiplicar masivamente plantas del género *Eucalyptus*, que se ha convertido en uno de los mas importantes para la industria papelera debido a su crecimiento rápido.

---

<sup>2</sup> Eguiluz P., T. 1988. Glosario de términos de genética y mejoramiento genético forestal.

<sup>3</sup> Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1990. Propagación de plantas; Principios y prácticas.

<sup>4</sup> Patiño, V., F. y Marín, C., J. 1993. Viveros Forestales. Planeación, establecimiento y producción de planta.

## Ventajas de la Propagación Vegetativa

La PV facilita la producción masiva de genotipos seleccionados, conserva la superioridad genética de clones preseleccionados (Carson, 1986)<sup>5</sup> y permite obtener una gran cantidad de plantas de una fuente deseable, aunque existan en cantidades reducidas (Gill, 1983<sup>6</sup>; Baldwin y Mason, 1986<sup>7</sup>).

Con la PV puede capturarse la máxima ganancia genética (Zobel y Talbert, 1988)<sup>8</sup> y ofrece la oportunidad de realizar mejoramiento genético para satisfacer la demanda de planta para reforestaciones, al menos hasta que la producción de semilla se haga en huertos semilleros (John y Webb, 1987)<sup>9</sup>.

En resumen, la PV permite: a) reproducir en forma uniforme y masiva genotipos individuales selectos; b) preservar genotipos a través de bancos clonales; c) multiplicar rápidamente genotipos deseados; d) evaluar la interacción de genotipos con el ambiente a través de pruebas clonales; e) acelerar la madurez de las plantas, al ahorrarse el período de crecimiento juvenil; f) reproducir especies con problemas para propagarse por semilla, y, g) ahorro económico en algunas especies al ser el medio más fácil de propagación.

## Desventajas de la Propagación Vegetativa

La PV es difícil de realizar en todas las especies de interés, especialmente si se trata de árboles maduros, edad en la que es posible apreciar su genotipo. En ciertas especies, especialmente de coníferas, la multiplicación por este medio es costosa; por ejemplo, en el género *Pinus* se requieren equipos y procedimientos especiales para reproducirla vegetativamente, ya sea por medio de estacas, cultivo de tejidos o injertos; por esta razón, todavía es incosteable propagar ese género operativamente y se ha hecho sólo a nivel de investigación. Además, cuando se trata de enraizar estacas o acodos aéreos, llegan a existir problemas de bajo o nulo enraizamiento; por lo tanto, la eficacia de cada método es diferente.

---

<sup>5</sup> Carson, M. J. 1986. Advantages of clonal forestry for *Pinus radiata*. real or imagined?. 16(3):403-4 15.

<sup>6</sup> Gill, J. G. S. 1983. Comparisons of production costs and genetic benefit of transplants and rooted cuttings of *Picea sitchensis*.

<sup>7</sup> Baldwin, E. and Mason, W. L. 1986. An early trial of sitka spruce cuttings. 4Q:176-184.

<sup>8</sup> Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales.

<sup>9</sup> John, A. and Webb, K. J. 1987. Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.). Vol. 3:30-41.

Cuando se establecen plantaciones por vía asexual existe mayor riesgo de ataque de plagas y enfermedades, debido a que los genotipos tienen información genética similar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La propagación de plantas forestales por estacas, injertos, acodos aéreos y cultivo de tejidos ha tenido diferente desarrollo y aplicación, el éxito de cada método depende principalmente de la especie, de la edad de la planta, de la época de colecta del material vegetativo y de las condiciones de reproducción.

El método a emplear depende de los objetivos que se persigan y de la facilidad de multiplicación de la especie por el método deseado; por ejemplo, para propagar planta en forma masiva para forestaciones urbanas, el método apropiado es usar estacas, sobre todo para los géneros *Salix*, *Populus*, *Platanus* y *Tamarix*, entre otros, o acodos aéreos para *Ficus* sp.; en cambio, deben usarse injertos para establecer huertos semilleros.

### Enraizado de Estacas

Este método es el más importante para propagar arbustos ornamentales, también se utiliza en la propagación de árboles frutales y plantas de ornato con flores. Las especies fáciles de propagar por este medio tienen la ventaja que de pocas plantas pueden obtenerse una gran cantidad; además es rápido, sencillo y económico.

El enraizado de estacas se ha convertido en el método principal de reproducción clonal en países como Brasil, Sudáfrica, Portugal y el Congo (Simoes *et al.*, 1981)<sup>10</sup>.

Diversos factores influyen en el enraizado de estacas, de ellos destaca la capacidad intrínseca de las especies debido a las propiedades genéticas y fisiológicas (Leakey, 1982)<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Simoes, J. W.; Brandi, R. M.; Leite, N. B. and Balloni, E. A. 1981. Formacao, manejo e exploracao de florestas com especies de rapido crescimento.

<sup>11</sup> Leakey, R. R. B. 1982. The capacity for vegetative propagation in trees. pp. 110- 133.

Otros factores importantes son: edad de la planta, posición en la copa del material a propagar, época de colecta, características de las estacas, condiciones ambientales en el enraizado, uso de sustancias promotoras del enraizamiento y propiedades de los medios de enraizamiento (Rauter, 1982<sup>12</sup>; Haissig, 1982<sup>13</sup>; Libby, 1983<sup>14</sup>; Macdonald, 1986<sup>15</sup>).

La posición de la rama lateral esta relacionada con la intensidad de luz que recibe e influye en su enraizamiento (Leakey, 1983)<sup>16</sup>. Asimismo, el grado de enraizamiento y el número de raíces formadas en estacas tiene relación directa con la longitud de las mismas (Mohammed, 1985)<sup>17</sup>, por lo que deben hacerse ensayos pequeños por especie respecto a estos factores.

Se ha demostrado que la edad, después de las propiedades genéticas, es el factor que mas limita el enraizado. Los tejidos maduros tardan más tiempo para enraizar y desarrollan menor número de raíces que los tejidos juveniles. La mayoría de las estacas provenientes de árboles viejos tienen pocas posibilidades de enraizar, esto limita los trabajos de mejoramiento genético debido a que se requiere que los árboles de interés tengan edades adultas para saber si tienen el fenotipo deseado. A mayor tamaño y madurez de la sección de una planta, menor es su habilidad para enraizar; sin embargo, esto puede evitarse al utilizar plantas jóvenes o ramas rejuvenecidas (Zimmemenn, 1976; *cit. pos* Leakey, 1986)<sup>18</sup>.

El rejuvenecimiento de ramas se promueve mediante el establecimiento de jardines con la especie deseada, las cuales se plantan como ceto para ornato, en donde lo útil serán las puntas que resulten de cada poda; de ésta forma los árboles se convierten en proveedores de púas rejuvenecidas con características genéticas constantes. Para garantizar la producción de propagulos de valor genético adecuado, debe establecerse un ceto por clon, lo que puede dar origen a un jardín clonal.

---

<sup>12</sup> Rauter, R. M. 1982. Recent advances in vegetative propagation including biological and economic considerations and future potential.

<sup>13</sup> Haissig, B. E. 1982. The rooting stimulus in pine cuttings. pp.625-638.

<sup>14</sup> Libby, W. J. 1983. Potential of clonal forestry.

<sup>15</sup> Macdonald, B. 1986. Practical woody plant propagation for nursery growers.

<sup>16</sup> Leakey, Fr. R. B. 1983. Stockplant factors affecting root initiation in cutting of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum., an indigenous hardwood of West Africa. 58I(2):277-290.

<sup>17</sup> Mohammed, H. R. S. 1985. The effects of stem lenght on root initiation in sequential single-node cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. 60(3):431-437.

<sup>18</sup> Leakey, R. R. B. 1986. Cloned tropical hardwoods. Quicker Genetic Gain Span 29:35-37.

En estacas de *Picea* el porcentaje de enraizamiento disminuye rápidamente conforme aumenta la edad de árbol (Gill, *op. cit.*), a pesar de estos resultados, Struve *et al.*, 1984 *cit. pos*, Baldwin y Mason, *op. cit.*, reportaron que plantas provenientes de estacas de *Pinus strobus* de 37 años de edad, fueron tan saludables como plantas de estacas originadas de plántulas.

**a) Sustancias promotoras del enraizamiento.-** Las sustancias promotoras del enraizamiento permiten promover la formación de raíces adventicias e incrementar su cantidad y calidad (Wright, 1986)<sup>19</sup>. De las sustancias reguladoras del crecimiento que existen en las plantas, las auxinas son las más eficientes y en consecuencia las más utilizadas (Hartmann y Kester, *op. cit.*).

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

La concentración de sustancias promotoras del enraizamiento depende principalmente de la facilidad de enraizamiento de la especie. Macdonald, *op. cit.*, propuso que la concentración de AIB esté en función de las características de las especies, como se indica a continuación: 500-1000 ppm, para especies de madera blanda y en especies fáciles de enraizar sin importar el tipo de madera que tengan; 2000-2500 ppm, en especies con moderada facilidad para enraizar, de madera semidura y dura, tanto en plantas de hojas perennifolias como caducifolias; 5000-7000 ppm, en especies difíciles de enraizar, de madera semidura y dura, sin importar si son de hojas perennes o caducas.

En el mercado existen enraizadores comerciales en polvo compuestos por una mezcla de auxinas y fungicidas. La presentación de enraizadores en solución líquida es poco común. Cuando se utilicen enraizadores en polvo, deberá sumergirse la base de las estacas en el enraizador, las cuales deberán estar húmedas para que se adhiera una capa delgada. En enraizadores líquidos la base de las estacas se sumergirá en la solución durante el tiempo indicado en la etiqueta. Los enraizadores comerciales en polvo más comunes son rootone, radix y raizone-plus.

---

<sup>19</sup> Wright, J. W. 1986. Mejoramiento genético de los árboles forestales.

**b) Medios de enraizamiento.-** Los medios de enraizamiento o sustratos deben proporcionar buena humedad, permitir una adecuada aireación, poseer partículas de tamaño uniforme, carecer de impurezas y que su pH fluctúe entre 5.5 y 6.5 (Macdonald, *op. cit.*).

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

Díaz (1991)<sup>20</sup>, utilizó con éxito una cámara rústica de enraizamiento, construida con madera y plástico. En el fondo y a los lados se coloca una hoja de plástico para retener humedad. La base se rellena con capas alternas de piedra y grava, sobre ellas se aplica el medio de enraizamiento, después se satura de agua y se colocan las estacas. Las dimensiones de la cámara dependen de la cantidad de estacas a enraizar.

Una preparación similar, pero más sencilla y de menor costo que la anterior, puede realizarse directamente en terreno, cavando una zanja de 0.4 m de profundidad, 1.2 m de ancho y 10 m largo, o adaptada a las necesidades. La zanja puede llenarse con el sustrato descrito antes o elegirse otro que cumpla con las características descritas en esta misma sección.

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

La humedad relativa en invernadero debe ser mayor al 60%, esto permite reducir el estrés en las estacas debido a la transpiración; sin embargo, la humedad excesiva combinada con temperaturas altas pueden propiciar la aparición de enfermedades fungosas. La mayoría de los viveristas afirman que la temperatura debe fluctuar entre los 18 y 28 °C, si es menor a los 18°C existe poco movimiento de auxinas hacia la base de las estacas y limita su enraizamiento; en cambio, si es demasiado alta, la tasa de transpiración y respiración es excesiva. Rauter (*op. cit.*), indicó que la temperatura idónea debe fluctuar entre 20 y 22 °C.

---

<sup>20</sup> Díaz M., E. R. A. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmelina arborea* Linn.



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

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

**d) Época de colecta de estacas.-** La época de colecta influye en el enraizamiento debido a que las plantas varían sus condiciones fisiológicas durante el año. En regiones de clima templado-frío la época de estacado con mejores resultados es entre diciembre y febrero, etapa en que las plantas tienen poca actividad metabólica al estar en reposo.

Las estacas de especies caducifolias deben colectarse durante el período de reposo de las plantas, comprendido entre la caída de las hojas y el inicio de la brotación de las yemas (otoño-invierno). Los géneros que pueden ubicarse en este grupo son: *Populus*, *Salix*, *Ulmus* y *Platanus*, además de algunos frutales. Las especies perennifolias pueden propagarse en otras épocas del año, aunque también otoño o invierno suelen ser apropiados. Algunos géneros de este grupo son: *Pinus*, *Juniperus*, *Cupressus*, *Ligustrum*, *Eucalyptus* y *Tamarix*.

Hernández (1977)<sup>21</sup>, evaluó la influencia de fechas de estacado durante el invierno en especies de *Populus* sp. y obtuvo los siguientes resultados: en *Populus alba* el período más apropiado ocurrió entre el 26 de enero y el 15 de febrero; mientras que en *P. balsamifera* la fecha de plantación más adecuada fue el 15 de febrero; en cambio, en *Populus x canadiensis* el 5 de febrero y el 6 de marzo fueron las mejores fechas.

**e) Tamaño de las estacas.-** El tamaño de las estacas depende de la especie, en plantas caducifolias varía de 15 a 75 cm y las ornamentales fluctúan entre 15 y 30 cm, mientras que en frutales deben ser mayores a 30 cm; en todo caso el criterio debe basarse en que tengan al menos dos brotes, uno en cada extremo, puesto que el extremo basal dará origen a las raíces mientras que el distal emitirá el follaje. Hernández (*op. cit.*), encontró que estacas de *Populus alba* y *P. balsamifera* enraizaron mejor con cinco brotes, en relación con las que tenían tres y cuatro. El diámetro de las estacas varía de 0.5 a 1.5 cm y para reducir la pérdida de humedad debe eliminarse el follaje.

---

<sup>21</sup> Hernández D., J. C. 1977. Estudio de algunos factores que afectan el prendimiento de estacas de *Populus alba* L., *P. balsamifera* Duroi, *P. \* canadensis* Moench y *Acer negundo* L.

Prieto (1995)<sup>22</sup>, evaluó en *Populus canadiensis* el efecto del número de yemas (2 a 6) y del diámetro de estacas (1.0, 1.5 y 2.0 cm) en el enraizamiento y crecimiento en altura, los mejores resultados se obtuvieron en las estacas con cinco y seis yemas y con 1.0 cm de diámetro.

Las estacas de *Gmelina arborea* y *Cedrela odorata*, deben prepararse a una longitud de 6 a 8 cm (Díaz, *op. cit.*), mientras que las del género *Eucalyptus* deben tener de 12 a 24 cm y dejar uno o dos pares de hojas (Simoes *et al.*, *op. cit.*).

El diámetro de las estacas en especies de hoja perenne debe ser menor a 1.0 cm, con largo de 7 a 20 cm. A este tipo de estacas se les elimina el follaje de la parte inferior y, para reducir la pérdida de humedad por transpiración, se les recorta o elimina parte del follaje. En este grupo están los géneros *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus* y *Ligustrum*, entre otros, *vid.*, *infra*, Figura N° 1.



**Figura N° 1.** Características de estacas de plantas con follaje perennifolio (*Cupressus* sp.).

---

<sup>22</sup> Prieto R., J. A. 1995. Pruebas de enraizamiento de *Ulmus* sp. y *Populus* sp., probando diferentes factores.

**f) Estratificación.-** Comunmente la colecta de estacas se realiza cuando las condiciones climáticas son inapropiadas para que enraicen o están inmaduras fisiológicamente, estas circunstancias obligan a que tengan que almacenarse, para lo cual existen dos opciones: 1) poner las estacas en aserrín, musgo turboso o arena ligeramente húmedos y envolverlas en bolsas de polietileno, para posteriormente almacenarlas en un refrigerador entre 0 y 4.5 °C; y, 2) hacer manojos de estacas y enterrarlas en arena o aserrín húmedo en posición invertida en un lugar fresco. Una vez que la temperatura media es agradable (superior a los 12 °C) se ponen a enraizar.

Prieto, *op. cit.*, evaluó en *Ulmus* sp. el efecto de: épocas de colecta (23 de diciembre, 5 de enero, 20 de enero, 5 de febrero y 19 de febrero), condiciones de estratificación (arena húmeda y en refrigerador a 4°C) y aplicación de un enraizador (QF y sin enraizador). Los porcentajes de enraizamiento fueron bajos (3.0 % en promedio) e insuficientes para dar recomendaciones; por ello, lo apropiado es seguir evaluando la especie; sin embargo, cuando se combinaron los factores: fecha de colecta (20 de enero), enraizador (QF) y estratificación (a 4 °C), se logró un 16.6 % de enraizamiento.

**g) Estacado.-** Las estacas pueden ponerse en bolsas, en camas de crecimiento o en el terreno; cuando se ponen en bolsas su tamaño debe de ser grande (diámetro > a 10 cm y largo de 20 a 30 cm), para que el sistema radical tenga espacio suficiente para un desarrollo apropiado; esta alternativa es mas común en rosales o plantas de ornato. El sustrato debe ser el mismo que se utiliza para producir planta por semilla.

El estacado en camas de crecimiento es poco común debido a que requiere bastante espacio; sin embargo, cuando el material a propagar es poco, esta opción es posible; normalmente las estacas van separadas de 10 a 15cm.

El estacado en terreno es el más común y el más práctico, previo a este se trazan surcos de 40 a 80 cm de ancho. Las estacas se plantan en la parte más baja del surco o en el tercio inferior de ambos lados; la separación entre estacas varía de 15 a 30 cm dependiendo del hábito de crecimiento de la especie y del tiempo que duren las estacas.

Las estacas deben enterrarse dos terceras partes y ponerse en posición vertical o un poco inclinadas; después del estacado debe aplicarse un aniego para que se reafirme su contacto con el suelo.

Durante el inicio del estacado el suelo o sustrato debe estar húmedo, esto evita desecación de las estacas y permite que existan condiciones apropiadas para la formación de las raíces adventicias y brotación de las yemas; una vez que las estacas han enraizado, los riegos pueden ser menos frecuentes.

## Injertos

El injerto consiste en unir dos plantas con el propósito de perpetuar una o varias características genéticas de las mismas. Se coloca la parte de la planta que se desea propagar (púa) sobre la parte de la planta que la soportará (patrón, pie o porta-injerto).

La púa es un trozo de rama separada de la planta madre que contiene una o varias yemas en reposo que al ser unida al patrón, crecen de ella el tallo y las ramas de la nueva planta. El patrón es la parte inferior del injerto que se desarrolla para formar el sistema radical de la planta (Hartmann y Kester, *op. cit.*).

De acuerdo con Nienstadet (1988)<sup>23</sup>, las características de un patrón ideal son: diámetro de 0.5 a 1.5 cm en el punto de unión y altura de 30 a 60 cm; mientras que la púa ideal debe ser de crecimiento reciente, vigorosa y con una longitud de 8 a 10 cm. Cuando se trata de árboles de 20 a 60 años, debe ser recolectada de la tercera parte superior de la copa; también deben ser púas dormantes para injertarse a patrones al principio de su crecimiento anual.

Los injertos en árboles forestales son recientes; los primeros ensayos los reportó Mirov en 1940; aunque a la fecha existen grandes avances en especies del género *Pinus* (Ahlgren, 1972)<sup>24</sup>.

**Razones para usar injertos.-** El empleo de injertos permite: a) reproducir rápidamente plantas que no podrían hacerlo por otros medios; b) conservar material vegetativo con ventajas sobre material producido por semilla; c) reproducir especies en peligro de extinción que tienen producción limitada de semillas; d) reproducir características genéticas deseables; e) obtener formas especiales de plantas y acelerar el período de floración; y, f) ejecutar investigación para acortar tiempo de resultados.

**Desventajas de los injertos.-** De acuerdo con Nienstadet (1990)<sup>25</sup>, las principales desventajas del injertado son: a) riesgo de incompatibilidad entre la púa y el patrón, en ocasiones inicialmente los injertos se desarrollan bien y después de meses o años mueren; b) la floración puede ser tardía y escasa en algunas especies, a pesar de que generalmente ocurre en forma temprana y abundante; y, c) los injertos resultan más caros que el enraizado por estacas.

---

<sup>23</sup> Nienstadet, H. 1988. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales. pp. 258-267

<sup>24</sup> Ahlgren, C. E. 1972. Some effects of inter and intraspecific grafting on growth and flowering of some five-needle pines. 21(3-4):122-126.

<sup>25</sup> Nienstadet, H. 1990. Injertado de árboles superiores. pp. 5158.

**Tipos de injertos.-** Existen diversas opciones para propagar plantas por injerto; experiencias en Estados Unidos de América, indicaron que el injerto es el método más práctico para propagar árboles maduros del género *Pinus*, por este método se han establecido diversos huertos semilleros en varias partes del mundo (Carrera y Villaseñor, 1982)<sup>26</sup>.

Barbosa *et al.* (1984)<sup>27</sup>, realizaron en *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana*, injertos de fisura terminal y de enchapado lateral, bajo dos protecciones (bolsa de polietileno más bolsa de papel estraza, cobertizo de tela de ixtle y a la intemperie). El enchapado lateral resultó mejor, recomendándose proteger los injertos algunas semanas en bolsas de polietileno, las cuales a su vez deben estar protegidas con bolsas de papel estraza.

Carrera y Villaseñor, *op. cit.*, evaluaron en *P. pseudostrobus* los injertos terminal y lateral a la intemperie y en invernadero; el injerto terminal fue el mejor en ambas condiciones con 45 % de sobrevivencia a la intemperie y 50 % en invernadero.

Villaseñor y Carrera (1980)<sup>28</sup>, evaluaron la influencia de diferentes factores sobre los injertos de *P. patula*, los resultados principales son los siguientes: el injerto terminal resultó mejor que el lateral, la viabilidad de las púas fue inversa al tiempo de almacenamiento y no existió incompatibilidad cuando se emplearon como patrones *P. douglasiana* y *P. pseudostrobus*. Becerra (1992)<sup>29</sup>, evaluó en *P. greggii* injertos de enchapado lateral y de fisura terminal, y encontró que ambas alternativas son eficientes al tener sobrevivencia total a los 120 días de realizados los injertos.

Como se observa, los mejores resultados con especies forestales son los injertos terminal o inglés y el lateral o de enchapado. A pesar de que en el lateral con frasco no se mencionan experiencias, también se han logrado resultados favorables; sin embargo, esto no limita que puedan utilizarse otros. A continuación se describen los injertos que han prosperado mejor.

**a) Injerto terminal o inglés.-** La púa y el patrón deben tener preferentemente un diámetro similar. La preparación de la púa se hace mediante dos cortes laterales opuestos realizados longitudinalmente, hasta darle forma de cuna.

<sup>26</sup> Carrera G., M. V. S. y Villaseñor R., R. 1982. Ensayo de dos métodos de injerto en *Pinus pseudostrobus* Lindl.

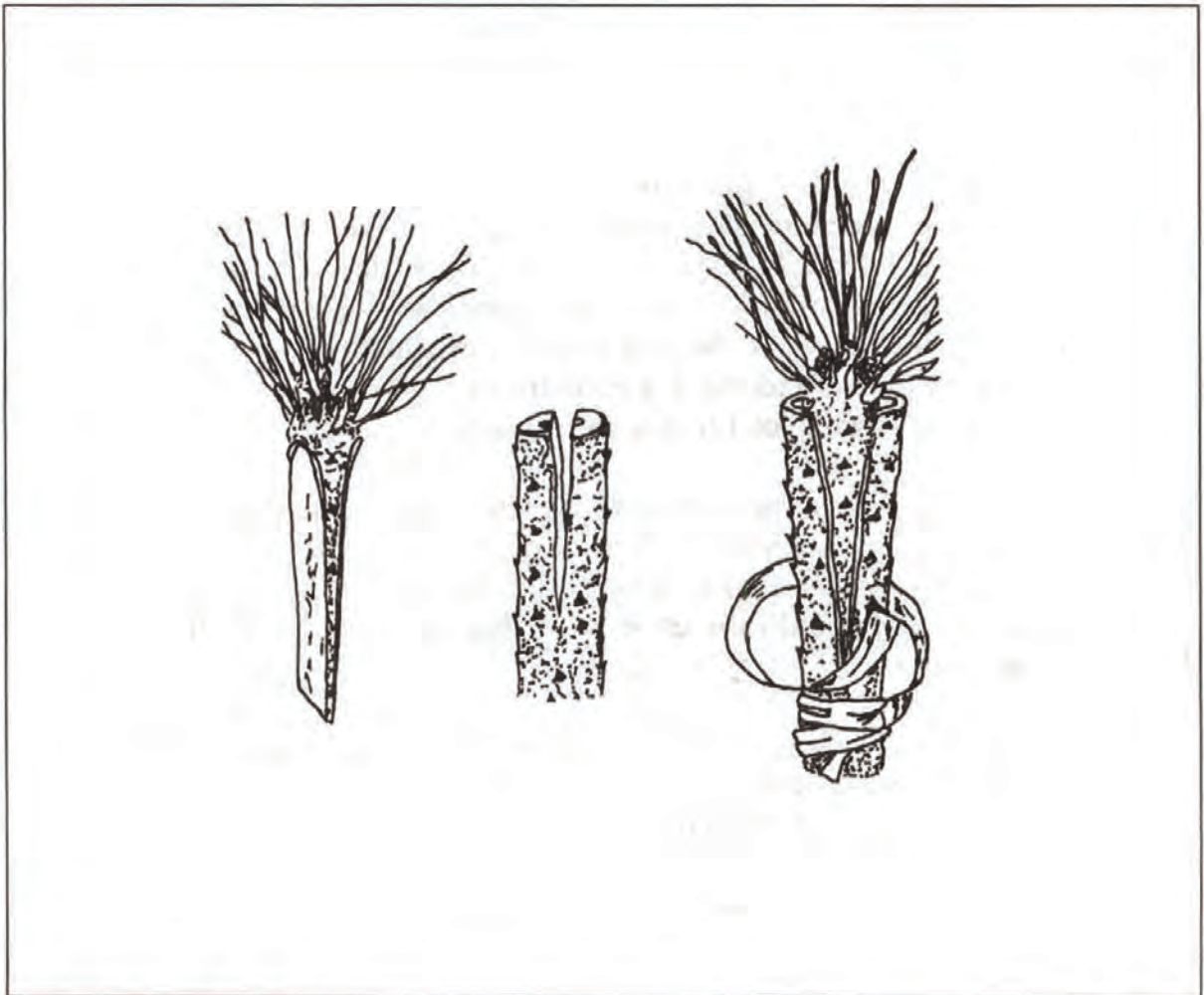
<sup>27</sup> Barbosa G., M. G.; Sánchez A., V. y Velazco F., V. 1984. Pruebas de injertado en *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* Mtz. en los Altos de Chiapas.

<sup>28</sup> Villaseñor R., R. Carrera G., Ma. V. S. 1980. Tres ensayos de injerto en *Pinus patula* Schl. et Cham. (México) *Ciencia Forestal* 23(5):21-36

<sup>29</sup> Becerra O., E. 1992. Ensayos de propagación de *Pinus greggii* Engelm., por enraizamiento de estacas, injerto y acodo.

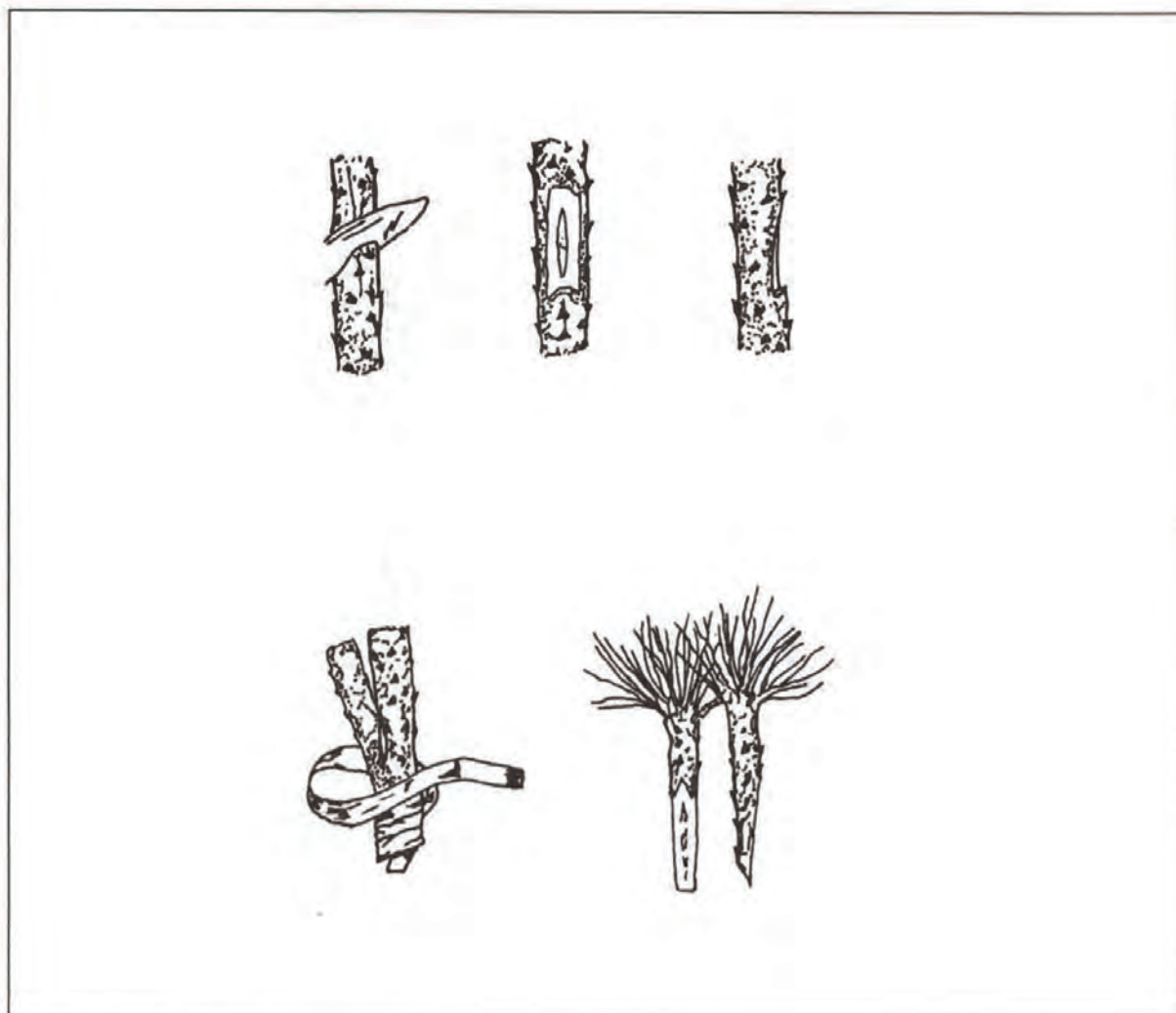
En el patrón se realiza inicialmente un corte transversal, haciendo después una fisura en la parte media con dimensiones iguales a los cortes hechos en la púa, se inserta enseguida esta en la fisura del patrón procurando que quede unida el área del *cambium* vascular de ambas partes, *vid., infra*, Figura N° 2.

**b) Injerto lateral o de enchapado.-** La púa se prepara efectuando un corte longitudinal en un lado y en el lado opuesto se hace un corte basal en forma de semicuna. En el patrón se realiza un corte longitudinal de igual tamaño que el de la púa, al final se hace un corte inclinado hacia adentro para que asiente la púa. Al momento de unir la púa y el patrón, el *cambium* vascular de ambos debe quedar en contacto, *vid., infra*, Figura N° 3.



Fuente: Nienstadet, 1990.

**Figura N° 2.** Pasos a seguir en el injerto de tipo terminal o inglés.



Fuente: Nienstadet, 1990.

**Figura N° 3.** Pasos a seguir en el injerto lateral o de enchapado.

**c) Injerto lateral con frasco.-** A un lado del patrón y la púa se realiza un corte longitudinal I de iguales dimensiones, mismo que al unirlo se hace coincidir el *cambium* vascular de ambas partes. En la parte inferior de la púa se coloca un recipiente con agua para evitar su deshidratación, que se retira cuando el injerto ha prosperado (Figura N° 4).

**Recomendaciones durante el injertado.-** Con el fin de incrementar las posibilidades de éxito del injertado, Zobel *et al.* (1979)<sup>30</sup>, recomendaron tomar en cuenta lo siguiente:

<sup>30</sup> Zobel, B., Jett, J. B. and Pashcke, J. 1979. Methods and techniques in tree improvement. Vegetative propagation. II:27-39.



Fuente: Nienstadet, 1990.

**Figura N° 4.** Pasos a seguir en el injerto lateral con frasco.

a) hacer el injerto lo más rápido posible para evitar deshidratación de las superficies expuestas; b) las púas siempre deben tener yemas vegetativas; c) antes de injertar las púas, quitarles las estructuras reproductivas; d) al momento de hacer la unión mantener las áreas cortadas libres de resina, desechos y restos indeseables; e) hacer los cortes de un solo movimiento para dejar las caras completamente lisas; f) al hacer los amarres evitar movimientos de las partes para mantener el contacto de las áreas cambiales; g) identificar los injertos para observar su comportamiento; y, h) mantener limpias y ordenadas las herramientas y materiales de injertado.

De acuerdo con Barbosa (1987)<sup>31</sup>, las herramientas y materiales indispensables en el injertado son: tijeras de podar, navajas, piedras de afilado, bandas de caucho, hilo de

<sup>31</sup> Barbosa G., M. G. 1987. Manual de injertos de especies forestales.



algodón, cinta adhesiva, bandas de plástico, rafia, tela y materiales de protección para sellar las uniones, los cuales evitan la pérdida de humedad e impiden la entrada de patógenos. Los materiales más comunes son emulsiones comerciales elaboradas a base de asfalto y agua que pueden contener fungicidas y bactericidas.

## Acodos Aéreos

Los acodos aéreos consisten en hacer heridas o cinchado, preferentemente con aplicación de enraizadores que sirven para estimular la formación de raíces adventicias, en ramas que se encuentran adheridas a la planta madre (Hartmann y Kester; Zobel y Talbert, *op. cit.*). Esta alternativa puede utilizarse en especies difíciles de reproducir a través de injertos o estacas (Rauter, *op. cit.*); el desarrollo de la técnica es complicada ya que se realiza en la posición original de la rama, lo que ha propiciado que sea poco utilizada.

Generalmente los acodos aéreos se realizan durante la primavera, en la madera del año anterior, o en algunos casos, en el verano en ramas parcialmente endurecidas. Las posibilidades de enraizamiento disminuyen cuando se hace en tallos mayores a un año y en caso de que enraicen son más difíciles de manejar (Hartmann y Kester, *op. cit.*).

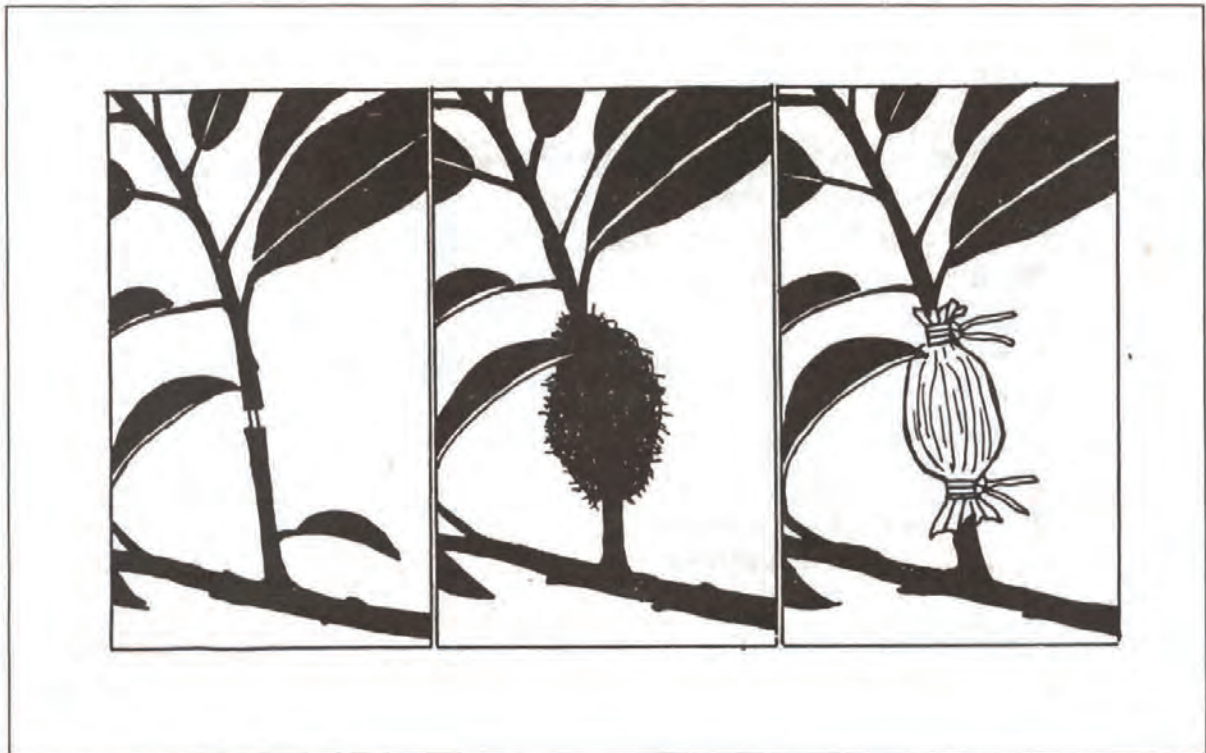
Una etapa crítica del acodo es cuando se hace la separación de la rama enraizada de la planta madre, ya que en muchos casos las plantas mueren debido a que el sistema radical está muy débil; por ello, es recomendable que el trasplante se haga primero en un sustrato blando para que propicie la adaptación de las raíces y posteriormente se ponga en el sustrato definitivo (Quijada, 1984)<sup>32</sup>.

**Proceso de acodo.-** Los pasos a realizarlo son los siguientes: a) eliminar la corteza del tallo en un tramo de aproximadamente 2.0 cm, para retardar la cicatrización es conveniente raspar la superficie para eliminar el floema y el *cambium*; b) aplicar algún enraizador en la herida expuesta; c) poner alrededor de la herida musgo húmedo o algún otro medio que permita conservar la humedad, debe cuidarse que no exista exceso de humedad; d) envolver el musgo con plástico transparente, los extremos del plástico deben amarrarse con cinta adhesiva o cordón para que se conserve la humedad interna del acodo, *vid., infra*, Figura N° 5.

---

<sup>32</sup> Quijada, M. 1984. Métodos de propagación vegetativa. pp. 189-196.

Una vez que el acodo ha enraizado es recomendable podar la rama para reducir su actividad metabólica; después, durante el período de menor actividad de las plantas (otoño o invierno), debe separarse la rama de la planta madre y colocarse en un sitio donde exista humedad relativa alta (mayor al 60 %) y sombra.



Fuente: Hartmann y Kester, 1990.

**Figura N° 5.** Pasos a seguir para efectuar el acodo aéreo.

## Propagación por Monte Bajo

La reproducción de plantas por monte bajo es un método de reproducción que puede emplearse en rodales naturales o en plantaciones que son cosechadas por primera vez. Consiste en la reproducción de plantas a partir de brotes vegetativos de yemas latentes o adventicias de las cepas o tocones de árboles que son cortados al final del turno. La mayoría de los árboles que logran rebrotar por cepas pertenecen al grupo de las latifoliadas; en coníferas es poco común esta forma de reproducción (Daniel *et al.*, 1982)<sup>33</sup>. Géneros que pueden ser reproducidos por este medio son: *Populus*, *Eucalyptus* y *Auercus*, entre otros.

<sup>33</sup> Daniel, P. W.; Helms, U. E. y Baker, F. S. 1982. Principios de silvicultura.

La reproducción por monte bajo prospera mejor en tocones pequeños y jóvenes, ya que los de tamaño grande y de edad mayor rebrotan con menor intensidad y crecen con menor vigor. Además, los tocones tienen menos vida útil al descomponerse más rápidamente (Daniel *et al.*, *op. cit.*; Hawley y Smith, 1982)<sup>34</sup>.

Los rebrotes pueden formarse en la parte superior, al lado y en la base de los tocones; los brotes originados a partir del cuello radicular tienen el menor peligro de infección debido a la pudrición de los tocones; por ello, los árboles se cortan lo más cercano al suelo para forzar la producción de este tipo de brotes. Los rebrotes se desarrollan mejor cuando la corta se realiza durante el otoño o el invierno; es decir cuando los árboles están en latencia, si se corta en verano, los brotes resultantes son débiles, los tocones pierden mucha savia y la temporada de crecimiento es muy corta (Daniel *et al.*; Hawley y Smith, *op. cit.*).

Las condiciones necesarias para lograr la reproducción por monte bajo son, según Daniel *et al.*, *op. cit.*: a) el rodal debe estar compuesto por especies capaces de formar brotes a partir de cepas; b) el suelo debe ser fértil y tener humedad abundante, para que las cortas frecuentes no provoquen el deterioro del rodal; y, c) los riesgos de heladas limitan esta forma de reproducción debido a que los brotes de cepas son muy susceptibles a ellas en edades tempranas.

**Ventajas.-** a) se obtiene mayor volumen que en rodales reproducidos por semilla, debido a que evitan retrasos de tiempo para el establecimiento de la masa, y a que tienen vigor alto; b) se reducen riesgos de daños por agentes ambientales adversos debido a que las plantas tienen vigor alto; c) el sistema empleado para propiciar la regeneración es sencillo, además su cultivo requiere cuidados mínimos; d) con una inversión baja para el cultivo del rodal, pueden generarse retornos económicos altos; e) este sistema de reproducción puede adaptarse a métodos de cosecha mecanizados; y, f) las características genéticas de la masa original se transmiten a las siguientes generaciones (Daniel *et al.*; Hawley y Smith, *op. cit.*).

**Desventajas.-** a) se requiere un mercado para materia prima de dimensiones pequeñas; b) su empleo está restringido a especies con alta capacidad de rebrote; c) las heladas afectan los rebrotes en la etapa inicial; y, d) si la calidad genética del arbolado es pobre esta no puede mejorarse (Daniel *et al.*, *op. cit.*).

Como ejemplo de la capacidad de rebrote se tiene una plantación experimental con *Eucalyptus camaldulensis* establecida en 1989 en Ojinaga, Chihuahua, en condiciones de zonas áridas pero con aplicación de cuatro riegos por año.

---

<sup>34</sup> Hawley, R. C. y Smith D. M. 1982. *Silvicultura práctica*.

La planta se cortó a 5 cm del suelo cuando tenía seis meses de haberse plantado, debido a marchitamiento del tallo causado por heladas; esto provocó la brotación de cinco hijuelos por tocón, en promedio, de los cuales se dejó solamente el más vigoroso. Cuatro años después, la plantación tenía 100 m<sup>3</sup> de volumen, lo que equivale a un incremento de 25 m<sup>3</sup>/Ha/año\*.

## RESULTADOS

La PV tiene gran potencial para trasladar las ganancias genéticas a las plantaciones y reproducir genotipos sobresalientes para usos especiales, como huertos semilleros o de investigación. El interés por utilizar la PV en los programas operativos de plantaciones forestales ha aumentado considerablemente (Zobel y Talbert, *op. cit.*).

### Producción de Plantas

La reproducción masiva de plantas por medios vegetativos considera la selección inicial, la propagación y la distribución del material vegetativo. La selección consiste en escoger la planta madre, comúnmente la mejor fuente son plantas en pleno desarrollo y fructificación; después debe inspeccionarse su sanidad y si la planta está infectada debe desecharse o eliminar el agente patógeno con calor, tratamientos químicos o la combinación de ambos. Posteriormente el material debe multiplicarse y mantenerse libre de contaminantes y en observación para descubrir cualquier cambio que pueda ocurrir, ya que debe estar limpio y tener pureza genética. El material genéticamente uniforme y libre de patógenos aumenta su valor (Hartmann y Kester, *op. cit.*).

### Mejoramiento Genético de Árboles Forestales

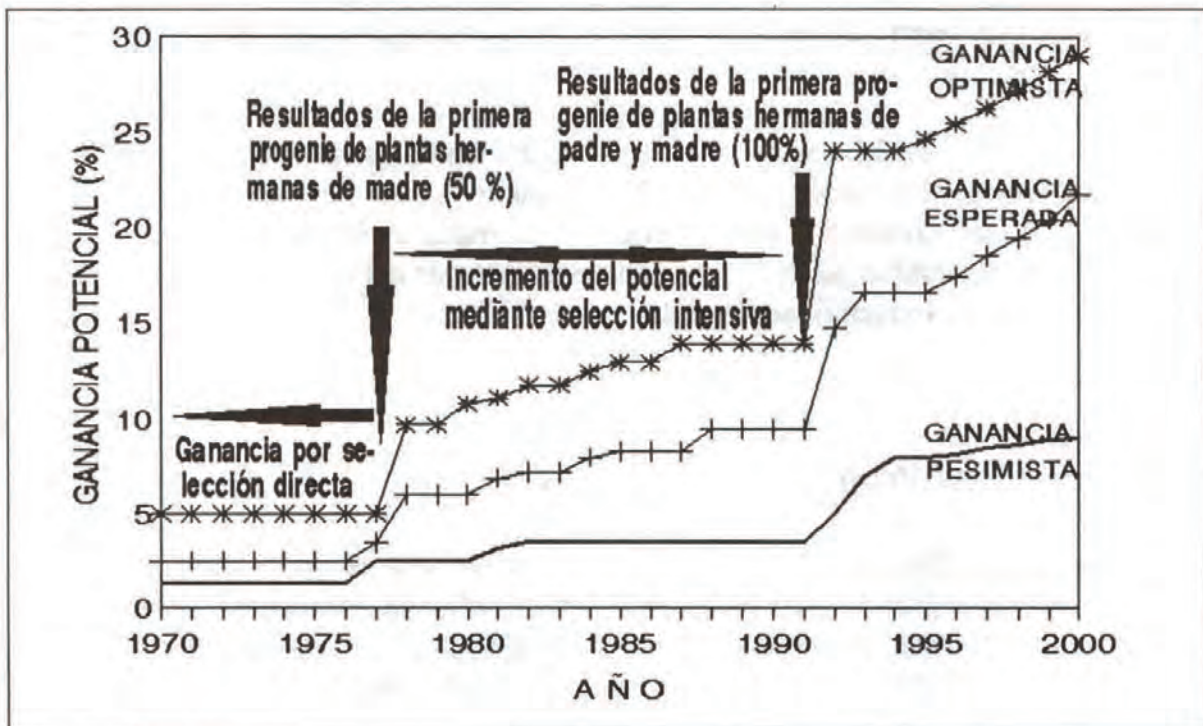
El mejoramiento genético de árboles forestales se ha basado casi exclusivamente en el uso de métodos sexuales, esto ha limitado el avance de estos programas en comparación con los que se emplean en plantas no leñosas; además, la longevidad de los árboles generalmente es mayor a 50 años y en muchos casos es necesario esperar al menos la mitad de su turno para certificar su calidad fenotípica.

---

\* Comunicación personal. Leonel Iglesias G. 1995.

La PV se ha empleado en árboles forestales desde hace más de 100 años; sin embargo, con excepción de *Populus*, *Salix*, *Cryptomeria* y *Eucalyptus*, no se ha usado en programas operativos de plantaciones forestales. La PV permite la producción continua de grandes cantidades de planta con las características genéticas deseables (Leakey, 1986b)<sup>35</sup>. La PV es incipiente en las plantaciones comerciales, casos de excepción lo constituyen la propagación masiva de *Eucalyptus* en America del Sur, la de *Picea sitchensis* en Europa y la de *Cryptomeria* en Japón, entre otras. En la Figura N° 6 se indican los porcentajes de ganancia genética que pueden obtenerse en un programa de mejoramiento genético de *Picea* sp. basado en PV (Gill, *op. cit.*).

En plantaciones clonales de *Pinus radiata* puede obtenerse una mayor ganancia genética debido a la captura de la variación genética aditiva y no aditiva (Carson, *op. cit.*). Esto también lo demostraron Toda (1974)<sup>36</sup> y Burdon y Shelbourne (1974)<sup>37</sup>, quienes indican que la PV permite obtener información más precisa en relación a plántulas obtenidas por semilla, además de que es el camino más rápido para obtener ganancias genéticas.



Fuente: Gill, 1983.

**Figura N° 6.** Predicción de la ganancia genética potencial en *Picea* spp.

<sup>35</sup> Leakey, R. R. B. 1986b. Prediction of branching habit in clonal *Triplochiton scleroxylon*. pp. 71-79.

<sup>36</sup> Toda, R. 1974. Vegetative propagation in relation to Japanese tree improvement. 4:410-417.

<sup>37</sup> Burdon, R. D. y Shelbourne, C. J. A. 1974. The use of vegetative propagules for obtaining genetic information. N.Z. 4:418-425.

Las pruebas clonales permiten medir los efectos genéticos dentro de familias, debido a que cada genotipo se replica para medir la variación ambiental; un ejemplo son los resultados de Kolb y Steiner (1989)<sup>38</sup>, quienes encontraron mediante la división de embriones de semilla de encino, que las familias y clones generados de la misma familia eran significativamente diferentes.

Debido al efecto que tiene el ambiente en el desarrollo de las plantas, antes de utilizar clones estos deben ser probados en los ambientes donde se plantarán; una vez conocidos los mejores clones para cada sitio, se determinará la amplitud de la base genética necesaria; esto es, el número de clones que se requiere para que una plantación sobreviva con éxito en un determinado sitio.

El uso de huertos biclonales permite utilizar parte de la variación dominante, pero sólo la PV en forma masiva (varios clones) permite aprovechar toda la variación genética de una población (Gill, *op. cit.*). Sin embargo, pueden existir pérdidas genéticas al hacer un uso intensivo de la selección clonal; un ejemplo es la reducción de diversidad genética que se provocó en *Cryptomeria* en Japón, al propagar por estacas sólo descendencia de ciertos genotipos (Toda, *op. cit.*).

Para evitar lo anterior debe establecerse una plantación con estacas provenientes de los clones que tengan el carácter genético más productivo, pero con el mayor número de clones para evitar exceso de homogeneidad en el material propagado. Es decir, debe encontrarse la diversidad genética más adecuada, a través del óptimo número de clones para garantizar la productividad deseada.

## **Problemas de la Propagación Vegetativa**

**a) Monocultivos clonales.-** Para muchos mejoradores la preocupación principal es el plantar superficies grandes con una base genética reducida; en cambio, para Roulund (1981)<sup>39</sup>, el problema más importante de la propagación por estacas son los bajos porcentajes de enraizamiento que se han logrado. Ambos problemas son restricciones determinantes en la producción masiva de material.

---

<sup>38</sup> Kolb, T. E. and Steiner, K. C. 1989. Genetic variation among and within single-tree progenies of Northern red oak. 35(1):251-256.

<sup>39</sup> Roulund, H. 1981. Problems of clonal forestry in spruce and their influence on breeding strategy. 42(10):457-471.

Los miembros de un clon pueden adaptarse a un amplio rango de condiciones ambientales. Aunque cada miembro de un clon tiene el mismo genotipo, este puede poseer una habilidad considerable para adaptarse a ambientes adversos. El problema de plantar un sólo clon surge cuando muestra inadaptabilidad; sin embargo, debe considerarse que las plantaciones con más de un clon aumentan las posibilidades de disminuir ganancia genética o de perder el carácter deseado (Zobel y Talbert, 1984)<sup>40</sup>.

Para saber cuanto debe restringirse la base genética, deben plantarse clones diferentes en varios sitios de plantación, de manera que se conozca la respuesta debida a la interacción genotipo-ambiente; entre más adverso sea el efecto del ambiente, el número de clones seleccionados deberá ser mayor.

**b) Plagiotropismo y ortotropismo.-** El crecimiento plagiotrópico consiste en que el propagulo asume la forma que tenía cuando fue separado del árbol y mantiene un crecimiento como si fuera rama; en cambio, el crecimiento ortotrópico toma la forma de árbol. Propágulos provenientes de un mismo genotipo pueden tener crecimiento diferente, dependiendo de su origen y de la edad de la planta donadora. El plagiotropismo es común en géneros como *Abies*, *Picea*, *Araucaria* y *Sequoia*, mientras que en pinos y especies latifoliadas de madera dura es poco común. Gill (*op. cit.*) indica que estacas de árboles viejos de *Picea* frecuentemente presentan crecimientos plagiotrópicos.

## CONCLUSIONES

- En la actualidad en México se carece de programas sólidos de mejoramiento genético forestal, que permitan reproducir vegetativamente genotipos de calidad genética superior. Las ganancias genéticas serán mayores conforme los programas de mejoramiento utilicen material vegetativo de árboles selectos y se establezcan huertos semilleros sexuales con polinización controlada, combinados con huertos clonales.
- Se sugiere obtener un árbol o familia de árboles mejorados mediante métodos convencionales de reproducción sexual, para promover posteriormente su multiplicación a través del uso de técnicas vegetativas. La PV para algunas especies de *Picea* y *Eucalyptus* y algunas tropicales y coníferas está muy avanzada, por lo que se recomienda como método rápido para propagar masivamente material

---

<sup>40</sup> Zobel, B. and Talbert, J. 1984. Applied forest tree improvement.

genéticamente mejorado. Sin embargo, la regeneración a través de semilla para la mayoría de los árboles de importancia forestal es más fácil y económica; aunque su proceso de mejoramiento genético puede ser más largo.

- En síntesis, la PV simplifica el potencial para lograr mayores ganancias genéticas, uniformiza el cultivo de árboles y agiliza los resultados en mejoramiento de árboles.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahlgren, C. E. 1972. Some effects of inter and intraspecific grafting on growth and flowering of some five-needle pines. *Silvae Genetica*. 21(3-4):122-126.
- Baldwin, E. and Mason, W. L. 1986. An early trial of sitka spruce cuttings. *Scottish Forestry*. 4Q:176-184.
- Barbosa G., M. G.; Sánchez A., V. y Velazco F., V. 1984. Pruebas de injertado en *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* Mtz. en los Altos de Chiapas. Bol. Téc. No. 99. INIF. México. 35 p.
- Barbosa G., M. G. 1987. Manual de injertos de especies forestales. Bol. Téc. N° 1. Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, México.
- Becerra O., E. 1992. Ensayos de propagación de *Pinus greggii* Engelm., por enraizamiento de estacas, injerto y acodo. Tesis de Licenciatura para obtener el título de Biol. Esc. de Estudios Profesionales Zaragoza. UNAM. México. 91 p.
- Burdon, R. D. y Shelbourne, C. J. A. 1974. The use of vegetative propagules for obtaining genetic information. *N.Z. Journal of Forestry Sciences*. 4:418-425.
- Carrera G., M. V. S. y Villaseñor R., R. 1982. Ensayo de dos métodos de injerto en *Pinus pseudostrobus* Lindl. Boletín Técnico No. 75. INIF. México.
- Carson, M. J. 1986. Advantages of clonal forestry for *Pinus radiata*, real or imagined?. *NZ Journal of Forestry Sciences*. 16(3):403-415.
- Daniel, P. W.; Helms, U. E. y Baker, F. S. 1982. Principios de silvicultura. Trad. Ramón Elizondo M. 2a. ed. McGraw Hill. 492 p.



- Díaz M., E. R. A. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmelina arborea* Linn. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. CATIE. 93 p.
- Eguiluz P., T. 1988. Glosario de términos de genética y mejoramiento genético forestal. Boletín Técnico N° 2. Centro de Genética Forestal, A.C. Chapingo, México.
- Gill, J. G. S. 1983. Comparisons of production costs and genetic benefit of transplants and rooted cuttings of *Picea sitchensis*. *Forestry*. 56(1):61-73.
- Haissig, B. E. 1982. The rooting stimulus in pine cuttings. Reprints. International Plant Propagators Society. Vol. 33. Forest Service-USDA. pp.625-638.
- Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1990. Propagación de plantas; Principios y prácticas. Trad. al español por Antonio Marino. CECOSA. 4a. ed. México.
- Hawley, R. C. y Smith D. M. 1982. Silvicultura práctica. Trad. por Jaime Terradas. 2a. ed. Omega. Barcelona, España. 544 p.
- Hernández D., J. C. 1977. Estudio de algunos factores que afectan el prendimiento de estacas de *Populus alba* L., *P. balsamifera* Duroi, *P. \* canadensis* Moench y *Acer negundo* L. Tesis Ing. Agr. esp. en Bosques. Depto. de Enseñanza, Invest. y Servicio en Bosques. Escuela Nac. de Agric. Chapingo, México. 193 p.
- John, A. and Webb, K. J. 1987. Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.). In: Cell and Tissue Culture in Forestry. Bonga, J.M. and Durzan, D.J. eds. Martinus Nijhoff/Kluwer Academic. Vol. 3:30-41.
- Kolb, T. E. and Steiner, K. C. 1989. Genetic variation among and within single-tree progenies of Northern red oak. *Forest Science*. 35(1):251-256.
- Leakey, R. R. B. 1982. The capacity for vegetative propagation in trees. In: Attributes of Trees as Crop Plants. Cannel, M.G.R. & Jackson, E.H. eds. Institute of Terrestrial Ecology. Monks Wood. Abbos Ripton. Hunts. , U. pp. 110- 133.
- Leakey, Fr. R. B. 1983. Stockplant factors affecting root initiation in cutting of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum., an indigenous hardwood of West Africa. *Journal of Horticultural Science*. 58I(2):277-290.
- Leakey, R. R. B. 1986. Cloned tropical hardwoods. *Quicker Genetic Gain Span* 29:35-37.

- Leakey, R. R. B. 1986b. Prediction of branching habit in clonal *Triplochiton scleroxylon*. In: Crop Physiology of Forest Trees. pp. 71-79.
- Libby, W. J. 1983. Potential of clonal forestry. In: Clonal Forestry. Part. 2. Its Impact Proc. on Tree Improvement and Our Future Forests. 19th Meet. Can. Tree Improv. Assoc.
- Macdonald, B. 1986. Practical woody plant propagation for nursery growers. Vol. 1. Timber Press. USA.
- Mohammed, H. R. S. 1985. The effects of stem length on root initiation in sequential single-node cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. Journal of Horticultural Science. 60(3):431-437.
- Nienstadet, H. 1988. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales. Memoria de curso. Centro de Genética Forestal A.C. Chapingo, México. pp. 258-267.
- Nienstadet, H. 1990. Injertado de árboles superiores. In: Memoria de Mejoramiento Genético y Plantaciones Forestales. Eds. Teobaldo Eguiluz P. y Antonio Plancarte B. Centro de Genética Forestal, A.C.; Lomas de San Juan, Chapingo, México. pp. 5158.
- Patiño, V., F. y Marín, C., J. 1993. Viveros Forestales. Planeación, establecimiento y producción de planta. SARH-INIFAP-Centro de Invest. Regional del Sureste. México. 159 p.
- Prieto R., J. A. 1992. Estudio de algunos factores que influyen en la propagación por estaquillas de *Cupressus guadalupensis* S. Wats. Tesis de Maestría en Ciencias. División de Ciencias Forestales. Univ. Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 99 p.
- Prieto R., J. A. 1995. Pruebas de enraizamiento de *Ulmus* sp. y *Populus* sp., probando diferentes factores. Informe Técnico 1994. Campo Experimental Valle de Guadiana. CIRNOC-INIFAP. (Inédito).
- Quijada, M. 1984. Métodos de propagación vegetativa. In: Mejora de árboles forestales. FAO. Montes N° 20. Reimpresión. Roma. pp. 189-196.

- Rauter, R. M. 1982. Recent advances in vegetative propagation including biological and economic considerations and future potential. Joint meeting of working parties on genetics about breeding strategies including multiclonal varieties. Ministry of Natural Resources. Ontario, Canada. 26 p.
- Roulund, H. 1981. Problems of clonal forestry in spruce and their influence on breeding strategy. *Forestry Abstracts* 42(10):457-471.
- Simoes, J. W.; Brandi, R. M.; Leite, N. B. and Balloni, E. A. 1981. Formacao, manejo e exploracao de florestas com especies de rapido crescimento. IBDF, Brasil. 131 p.
- Toda, R. 1974. Vegetative propagation in relation to Japanese tree improvement. *N.Z. Journal of Forestry Sciences*. 4:410-417.
- Villaseñor R., R. Carrera G., Ma. V. S. 1980. Tres ensayos de injerto en *Pinus patula* Schl. et Cham. (México) *Ciencia Forestal* 23(5):21-36
- Wright, J. W. 1986. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Roma, FAO.
- Zobel, B., Jett, J. B. and Pashcke, J. 1979. Methods and techniques in tree improvement. Vegetative propagation. Syllabus for 591. Section II:27-39.
- Zobel, B. and Talbert, J. 1984. Applied forest tree improvement. Wiley. New York.
- Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. LIMUSA. México.