

Propagación vegetativa

Por propagación vegetativa, se entiende la reproducción asexual de plantas a partir de partes de raíz, tallo, hojas o ramas, originando nuevas plantas genéticamente iguales a la planta original. Algunas definiciones básicas son:

- ✓ **Ortet:** Es la planta original, de la cual se extraen las partes, para ser propagadas vegetativamente; el término se asimila a árbol padre, es decir aquel individuo que aporta las yemas o las estacas de las cuales se originan nuevos árboles.
- ✓ **Ramets:** Las nuevas plantas propagadas vegetativamente a partir del Ortet.
- ✓ **Clón:** Conjunto formado por la planta original (Ortet) y las plantas propagadas a partir de ella (ramets).



✓ **Usos de la propagación vegetativa:** La propagación vegetativa, tiene variados usos, entre los cuales se pueden destacar:

1. Establecimiento de colecciones de clones: Se hace con el fin de conservar recursos genéticos de especies que están en peligro de extinción o para propagar algunas especies de difícil reproducción por métodos sexuales convencionales, o de muy escasa o espaciada producción.
2. Establecimiento de huertos semilleros: Se utilizan para el adelanto de programas de mejoramiento genético de diferentes especies, también se facilita y garantiza la producción de especies frutales ya que el sistema garantiza la misma producción de frutos de los árboles padres y se acorta el tiempo de producción, en razón de tener las partes propagadas cierta madurez fisiológica.
3. Producción en viveros con jardines clonales en proyectos de silvicultura clonal.
4. Se utiliza en investigación biológica, por diferentes aspectos, como fisiología, respuesta a agentes químicos (fertilizantes, fungicidas, insecticidas, etc.), debido a que siendo individuos genéticamente iguales, se pueden evaluar de una manera confiable, la respuesta a diferentes tópicos. Igualmente para abastecer grandes programas de reforestación.

✓ **Limitaciones:** La propagación vegetativa se limita u obstaculiza, por el desconocimiento sobre el comportamiento de muchas especies, aún son necesario programas de investigación de la viabilidad de reproducción. Los costos de producción de algunos sistemas, como injertos, acodos o cultivo de tejidos, no permiten hacer extensivo el uso de la propagación vegetativa en muchas especies. Se comienza a popularizar el uso de miniestacas con el vigoroso desarrollo de la silvicultura clonal.

✓ **Métodos:** Existen varios métodos de propagación vegetativa de uso corriente: se cuentan las estacas, injertos, acodos, mini estacas y cultivo de tejidos. Los injertos en forestales son mayormente usados en proyectos de mejoramiento genético, los acodos en muy pequeña escala para la propagación de especies que se propagan difícilmente por otros métodos, como es el caso del Magnolio (*Magnolia grandiflora*), las estacas provenientes de árboles en pie son extensamente usadas, pero no es posible garantizar la producción de grandes cantidades de material, se frequenta en especies como saúco (*Sambucus spp.*), sauce (*Salix spp.*, nacedero (*Trichantera spp.*), Matarratón (*Glicidia sepium*) entre otras varias sin importancia productiva. En reforestación comercial la propagación vegetativa usada dentro del marco de la silvicultura clonal, el método se basa en la propagación por mini estacas. También se

avanza en programas de cultivo de tejidos, aunque resulta más costoso por la baja escala de producción y por el hecho de que normalmente se obtienen los mismos resultados en el vivero sin el uso de laboratorios; en muchos casos se puede considerar como un excelente auxiliar para generar plantas madre.

✓ **Propagación por estacas:** La parte del árbol padre -Ortet-, que se extrae con fines de propagación se denomina estaca; las más utilizadas en el área forestal son las estacas provenientes del tallo y principalmente de ramas.

En un sentido amplio, la estaca es una porción de la planta usada para reproducir asexualmente una determinada especie. Se considera reproducida una estaca, cuando posterior a su siembra, presenta brote de hojas y emisión de raíces (enraizamiento), y es cuando se interpreta como la formación de una nueva planta a partir de una estaca.



Sistema de siembra por estacas

Factores de enraizamiento

Cuando una planta se reproduce vegetativamente, influyen factores como su edad, estado de lignificación (endurecimiento de las células, recuérdese que la lignina es el componente principal de la madera), el tiempo de recolección de la estaca, el sustrato empleado, las condiciones ambientales del sitio de propagación y la adición de las sustancias reguladoras de crecimiento.

- ✓ **Edad de la planta:** Por regla general, es más fácil reproducir por estacas los árboles más jóvenes, ya que su crecimiento permanece estático. En el trópico, no es fácil determinar la edad de los árboles y por tanto, no se pueden establecer los rangos de las mejores edades para obtener enraizamiento de estacas de muchas especies.

Cuando se trata de árboles muy corpulentos, diámetros mayores de 50 cm., son considerados normalmente viejos; en ellos las condiciones para la reproducción vegetativa son muy difíciles. Hay muchas especies, que aunque adultas, nunca alcanzan diámetros mayores de 30 a 40 cm.; en estas especies, es mucho más difícil la determinación de la edad.

En términos generales, la relación con la edad es muy subjetiva, por las dificultades de su determinación y por falta de investigación relativa a este tema.

- ✓ **Selección de los árboles:** Es necesario recordar que en los métodos de propagación vegetativa, se transmiten a las mismas plantas, las características genéticas, de los árboles de los cuales se han tomado las partes a propagar. La descendencia en este caso los ramets, tendrán la misma conformación genética, por lo cual hay que tener un especial cuidado en la selección de los padres, ya que algunas características indeseables que posean, serán iguales genéticamente en los ramets.

Por lo anterior, en la selección de los árboles, además de la edad, debe tenerse en cuenta las características externas, siempre atendiendo al objetivo para el cual se hace la propagación.

- ✓ **Estado de lignificación:** La facilidad y el tiempo que dura una estaca en enraizar, depende del grado de dureza de sus tejidos. Las estacas de los árboles se caracterizan por tener mayor cantidad de lignina, que es el compuesto que le confiere dureza y resistencia a la madera; a medida que aumenta la edad de los árboles, se forma mayor cantidad de lignina en los tejidos. Cuanto más lignificadas estén las estacas, más dificultad encontrarán para enraizar.

Las estacas que se toman de la parte alta de los árboles, tienden a ser más blandas, por el hecho de ser la parte más joven del árbol y por consiguiente, sus partes están menos lignificadas; por esta razón, las estacas de estas partes, presentan un comportamiento diferente a las de las zonas bajas de la copa.

- ✓ **Época de recolección de las estacas:** En la zona tropical, las estacas se pueden obtener en cualquier época del año, especialmente con aquellas especies que no son caducifolias (aquellas que pierden sus hojas en determinada época del año).

Con las especies caducifolias, la recolección de estacas, debe adelantarse, precisamente cuando se inicie el período de nueva brotación de hojas; este fenómeno coincide con el inicio de la época lluviosa.

Las especies caducifolias generalmente permanecen sin hojas en los períodos de verano; cuando van a llegar las lluvias, comienza una mayor actividad en las yemas del árbol y este período es ideal para la obtención de las estacas.

- ✓ **El sustrato:** El sustrato es el medio en el cual se colocan las estacas para su enraizamiento; aunque hay varios sustratos, en los que es posible enraizar estacas, el más práctico, consiste en una mezcla de 50% de tierra fértil bien desinfestada y 50% de arena; con este tipo de sustrato se logra:

- 👉 Buena aireación.
- 👉 Buen drenaje para evitar excesos de humedad y la pudrición de las estacas.
- 👉 Se facilita una rápida propagación de las raíces que van formando, debido a que la arena de la mezcla hace suelto el sustrato.

- ✓ **Condiciones ambientales:** Los factores que tienen mayor incidencia en el enraizamiento de las estacas, son la humedad relativa, que es la humedad proporcionada a través de la lluvia o el riego y la temperatura.

Las condiciones óptimas las constituyen una humedad relativa lo más alta posible; por ejemplo, 70%, un riego permanente, que debe ser dosificado teniendo en cuenta la rapidez con la que se evapora el agua del suelo, por la acción de altas temperaturas o mucha circulación de aire; y una temperatura por lo menos similar a la temperatura media del sitio que sirve de hábitat a la especie que se reproduce.

- ✓ **Sustancias reguladoras:** Algunos reguladores hormonales del crecimiento como el ácido indol acético, la giberelina y la kinetina, son poderosos estimulantes para el enraizamiento, emisión de nuevos brotes y elongación de los tejidos jóvenes de las estacas.

Estimuladores del crecimiento como el AIB (Ácido 3 Indol Butírico) y en ANA (Ácido Naftalen-Acético), son beneficiosos para aumentar el número de estacas enraizadas y el número de raíces por estaca. Un ejemplo, sobre la concentración puede ser: 100 mgr/litro de agua de AIB o 200 mg/litro de agua de ANA.

Algunos compuestos comerciales como el Rootone, Hormodín u Hormonagro, reportan buenos resultados;

sus formas de aplicación, dosis y cuidados especiales, deben tenerse en cuenta en el momento de uso del producto, de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta.

En el caso en que se decida el uso de ayudas hormonales, el método corriente consiste en la inmersión de la estaca en el compuesto, durante 6 horas aproximadamente, al cabo de las cuales se deja por un periodo corto (2 a 6 horas) en un semisedecido muy suave, o el contacto directo de la base de la estaca con el producto si es en polvo.

Metodología de producción: Previas las anteriores consideraciones, se adelanta el método de reproducción por estacas con los siguientes pasos:

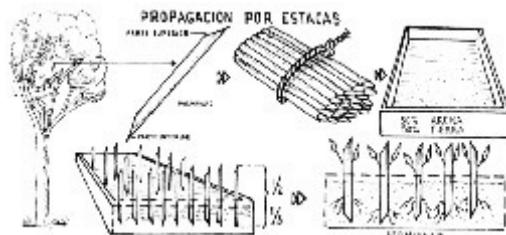
- ✓ Recolección de las estacas, preferiblemente de la parte alta del árbol y dimensiones proporcionales entre el diámetro y la longitud de la estaca, así:

Dimensiones medias estimadas de las estacas

DIÁMETRO	LONGITUD
1 cm.	10 cm.
2 cm.	20 cm.
2-3 cm.	20-30 cm.

- ✓ Se transportan preferiblemente en un costal, controlando que no se pierda la polaridad de las estacas; es decir, la parte inferior y la parte superior según la posición de los cortes en la copa.
- ✓ Preparación del sustrato con una mezcla de 50% de tierra y 50% de arena, debidamente desinfestado y con una profundidad igual al 50% de la longitud de las estacas.
- ✓ Se procede a abrir huecos, de una dimensión proporcional al tamaño de las estacas, para facilitar su siembra.
Si se van a usar sustancias hormonales, deben prepararse previamente las soluciones y seguir precisamente las instrucciones indicadas por el productor.
- ✓ Se siembran las estacas a una profundidad de 1/2 a 1/3 de su longitud con una separación media de 25 cm. entre hileras y por lo menos 15 cm. entre estacas de la misma hilera.
- ✓ Regar permanentemente, cuidando que no se presenten encarcamientos.
- ✓ Al cabo de tiempos variables, que dependen de las características propias de cada especie, del sustrato y el uso de sustancias reguladoras, se produce el renuevo de hojas y el enraizamiento de estacas.

- ✓ La aparición de brotes de hojas, no siempre es signo de que ha enraizado la estaca; muchas especies brotan abundantemente en la parte aérea y luego mueren porque no se han formado las raíces en la estaca.



Propagación masiva por mini estacas en la silvicultura clonal



Miniestaca típica

Para una plantación operacional en silvicultura clonal se requieren miles de plantas que exigen la producción de los clones seleccionados a gran escala. Para el logro de este objetivo, se siguen los siguientes pasos:

Procedimiento genérico

Los principios de la silvicultura clonal se encuentran en el capítulo III, acá se presentan las formas de producción de una manera secuencial.

Los árboles: El punto principal son los árboles que se van a multiplicar para las futuras plantaciones, de su adecuada selección depende la plantación. Se inicia con su ubicación, evaluación y derribo de los mejores árboles,

denominados "árboles plus". Una vez identificados los mejores individuos, se define el método de propagación.

- ✓ **Tumba:** La tumba del árbol plus estimula la aparición de brotes en los tocones; se procede a la colecta de estos rebrotes y se llevan para su multiplicación en vivero.

Si no es posible el derribo del árbol, se producen heridas para provocar brotes en el fuste, los cuales son objeto posterior de propagación.

También se pueden cortar las ramas bajas y se manejan como estacas para estimular brotes, o se podan ramas para provocar rebrotes.

Al final con cada uno de estos procedimientos, se obtienen brotes para propagar en el vivero e iniciar la producción seriada.

Si se trabaja con el derribo de los árboles, debe darse manejo al tocón y los rebrotes dando apertura a la luz eliminando árboles vecinos, controlando malezas, fertilizando regularmente y evitando dificultades sanitarias, de tal manera que haya brotes sanos y vigorosos.

Generalmente se deja un rebrote con hojas en cada cosecha para no perder el individuo en campo.

- ✓ **Jardines clonales:** Los Jardines o minijardines clonales son colecciones de clones en campo, los cuales parten de plantas seleccionadas y propagadas vegetativamente y son la base de la multiplicación.

Para optimizar la producción clonal masiva, se trabaja en el establecimiento y manejo de jardines clonales para cada especie. Consiste en el establecimiento de las plantas en el suelo a una distancia de 40-50 cm. entre sí dependiendo de la especie, formando pequeñas parcelas por clon. También se pueden usar materas para facilitar el manejo y ubicación.

En general el manejo de los clones en el Jardín clonal se puede sintetizar de la siguiente manera:

- ✓ Para estimular la aparición de yemas, se realizan podas uno o dos meses antes de la extracción de las miniestacas.
- ✓ Se extraen las estacas del jardín para producir en condiciones de invernadero
- ✓ Una semana después de la extracción de yemas se fertiliza, de preferencia con énfasis e nitrógeno para estimular el crecimiento vegetativo.
- ✓ Se eliminan las hojas viejas regularmente, normalmente están en la base del tallo.
- ✓ Mantener una revisión fitosanitaria del jardín clonal.
- ✓ Mantener rutinas de riego.
- ✓ Frecuente control de malezas.



Jardín clonal Eucalyptus urograndis. (Fotos: Eucapacífico)

Propagación de los clones

Una vez elegidos los árboles y surtido el proceso de producción de yemas sigue la propagación clonal. Normalmente se requiere de un invernadero con condiciones controladas del ambiente, especialmente una temperatura un poco más alta que la media de adaptación de la especie, por ejemplo en especies como Teca y Melina hasta un máximo de 35°C. La Humedad relativa debe ser al menos de 80%, esta condición es sensible en la propagación clonal, dicha humedad implica un buen control de las condiciones sanitarias para evitar contaminación.

Los invernaderos deben estar libres de la influencia del viento, las lluvias y tener control de la radiación solar, con sombra controlada.

Los sustratos deben ser estériles y su composición debe garantizar suficiente aireación, retención de humedad y capacidad de soportar la mini estaca. Con los invernaderos adecuados y listos, se procede a la propagación en si, los pasos en secuencia son:

- ✓ Corte de las mini estacas en el Jardín Clonal con al menos con una yema.
- ✓ Transporte a los sitios de propagación en agua y condiciones asépticas.
- ✓ Aplicación de enraizantes hormonales según la especie en la base de la mini estaca, normalmente se aplica Ácido Indol Butírico -AIB- en concentraciones de 1.000 a 12.000 ppm. la forma más usada es en polvo en mezcla con talco industrial.
- ✓ Siembra de la mini estaca en sustratos estériles para su enraizamiento en invernaderos o túneles de enraizamiento.

En dependencia de la especie, las condiciones del invernadero y la metodología empleada, el enraizamiento se produce entre las 4 semanas como es el caso de la Melina (*Melina arborea*), a varias semanas como el del Abarco (*Cariniana pyriformis*), una vez enraizadas normalmente van a campo, pueden manejarse como plantín o incluso trasplantarse a bolsas u otros recipientes.



Clonación bajo condiciones controladas



Minijardín clonal de teca



Preparación de miniestacas de Eucalyptus



Mini estacas en seco y humedo



Propagación controlada



Eucalyptus urograndis

Ventajas de la propagación por semilla en contraste con la propagación clonal:

- ✓ Metodología conocida.
- ✓ Infraestructura establecida.
- ✓ Facilidad de consecución (algunas especies).
- ✓ Bajo costo (algunas especies).
- ✓ Ciclos conocidos.
- ✓ Posibilidades de mejoramiento genético.

Desventaja de la propagación por semillas:

- ✓ Heterogeneidad genética.
- ✓ Dificultad de consecución (algunas especies).
- ✓ Desconocimiento de manejo (algunas especies).
- ✓ Costo de las semillas (en algunas especies).
- ✓ Recalcitrancia de algunas especies.

Ventajas mini estacas:

- ✓ Son clones (individuos superiores).
- ✓ Independiente de la semilla.
- ✓ Menores costos de transporte.
- ✓ Mayor facilidad de plantación.
- ✓ Facilidad de seguimiento del comportamiento.
- ✓ Retiene el vigor híbrido.
- ✓ Homogeneidad.
- ✓ Aplicación del concepto de "Amplificación familiar", que consiste en clonar por ejemplo una semilla procedente un huerto semillero, reproduciendo las semillas y clonando en forma seriada las plántulas obtenidas.

Desventajas mini estacas:

- ✓ Falta investigación sobre métodos.
- ✓ Desconocimiento de ciclos.
- ✓ Dependencia de las épocas y edad.
- ✓ Mayor exigencia en la preparación de suelos.
- ✓ Interacción clon-sitio específica.
- ✓ No hay ganancia posterior (genética).
- ✓ Menor base genética.
- ✓ No se debe comercializar la planta, sin conocer relación clon – sitio.

Propagación por injertos

El injerto, consiste en unir artificialmente parte de una planta deseable, que se quiere propagar, con otra que le servirá de sostén; de tal forma que la primera puede continuar su crecimiento y desarrollo normal sobre la segunda. Las dos partes unidas, forman una nueva unidad biológica, constituida por la parte subterránea cuyo aporte proviene de la planta sobre la cual se injerta, denominado patrón o porta- injerto y el área correspondiente a la parte que se injertó sobre la primera, llamada púa o injerto.

El objeto principal del injerto, es obtener una planta que conserve los caracteres de aquella que se desea multiplicar.

- ✓ **Factores que hacen posible el injerto:** Afinidad entre patrón e injerto. Esto es, la posibilidad de que los tejidos de ambos se unan y cumplan conjuntamente funciones fisiológicas. Generalmente es posible el injerto entre árboles de la misma especie, en ocasiones del mismo género.

Contacto íntimo entre la zona del "cambium" del injerto y del patrón. El cambium o zona generatriz, al entrar en actividad produce nuevas células. Las células producidas por el cambium del patrón y del injerto deben quedar en contacto y efectuar una sólida soldadura de los tejidos.



Injerto convencional

- ✓ **Especie a injertar:** En general se usa injerto y patrón de la misma especie. Hay especies que pueden injertarse fácilmente. También se pueden utilizar diferentes especies para injertar, si éstas son de la misma familia botánica o del mismo género. En horticultura se aplica este método para producir varios efectos, por ejemplo una fructificación precoz o abundante.

- ✓ **El estado fisiológico:** Además de la edad y de la relación genética del injerto y del patrón, el estado fisiológico es un factor importante. En el momento de realizar el injerto, el patrón debe encontrarse en el estado de rebrote (brotan las primeras hojas), mientras que la púa debe encontrarse, al final del reposo relativo.

En los trópicos, en épocas de sequía, se puede optimizar el periodo de la realización de injertos, cosechando las púas en este lapso y almacenándolas en un cuarto frío, envueltas en papel mojado o bolsas plásticas.

En las regiones donde no hay espacios muy marcados de sequías, se pueden obtener las púas en cualquier época del año.