

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

Enraizamiento de estacas de especies forestales

Yorleny Badilla Valverde¹
Olman Murillo Gamboa¹

Resumen

Se explican detalladamente los procedimientos para obtener el enraizamiento adecuado de estacas de especies forestales en invernadero. Se dan las recomendaciones sobre el tipo de invernadero, el riego, el sustrato, los recipientes de producción, la preparación y siembra de las estacas, el manejo sanitario y la programación de la producción. Se brindan especificaciones para *Eucalyptus* spp, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, *Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides*, *Ulmus mexicana*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis* y *Terminalia amazonia*.

Palabras clave: Estacas forestales, Enraizamiento, Invernadero, *Eucalyptus*, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, *Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides*, *Ulmus mexicana*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis*, *Terminalia amazonia*, Costa Rica.

Abstract

Rooting of cuttings for forest species. Detailed procedures for obtaining proper rooting for cuttings in forest species in greenhouses are explained. Recommendations are given regarding type of greenhouse, irrigation, substrate, production containers, the preparation and planting of cuttings, health management and production programming. Specifications for *Eucalyptus* spp, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, *Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides*, *Ulmus mexicana*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis* and *Terminalia amazonia* are provided.

Key words: Forestry Cuttings, Rooting, Greenhouse, *Eucalyptus*, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, *Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides*, *Ulmus mexicana*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis*, *Terminalia amazonia*, Costa Rica.

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica. olmuga@yahoo.es, ybadilla@itcr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

Para lograr un adecuado enraizamiento de las estacas es necesario establecer un invernadero con condiciones para lograr los tres factores principales: a) una reducción en la actividad fotosintética (sombra de sarán por lo general), b) una humedad relativa alta (>80-90%) y buen manejo del estrés hídrico, y c) una temperatura ambiente entre 30 y 35°C (con la instalación de un túnel de plástico transparente debajo del sarán). La estructura del invernadero debe ser lo más simple y funcional posible.

Dentro del invernadero deben establecerse líneas de producción, en donde deberá construirse un minitúnel con plástico transparente, procurando forrar todas las paredes y el piso de la cama. Este minitúnel deberá tener una altura no mayor a los 40 cm para lograr crear una cámara húmeda y alta temperatura en el ambiente de enraizamiento. Es importante que cada minitúnel se divida en pequeños compartimentos con plástico, para lograr un mayor control de la producción y un mejor manejo de posibles problemas fitosanitarios. También deberá instalarse una línea de riego automático de aspersión nebulizada, con aspersores cada 1-1,5 m, en cada minitúnel.



Figura 1. Minitúneles de propagación vegetativa de especies forestales y sistema de riego nebulizado.

EL SUSTRATO PARA EL ENRAIZAMIENTO

El enraizamiento de estacas requiere un sustrato especial para tal fin, que dependerá principalmente de si se cuenta o no con un sistema de riego, y de si se desea que en el mismo medio de enraizamiento sea luego transferida la nueva plántula al sitio de plantación. Si no se tiene un sistema de riego automático nebulizado, entonces deberá utilizarse un sustrato capaz de retener la humedad, entre otros, tierra con arena (50:50), tierra pura o con un 10% de granza de arroz, y los pellets o pastillas silvícolas. Las bandejas plásticas de 98-128 unidades funcionan bien con arena, pero aproximadamente a las tres semanas debe transplantarse las estacas sobrevivientes, ya que el sistema radical sufrirá enrollamiento. Esto implica que la estaca enraizada no podrá llevarse al campo en la bandeja, sino en algún otro pote como la bolsa plástica, el pellet u otra opción deseada.



Figura 2. Plántula de teca (*Tectona grandis*) enraizada en bandeja transplantada a pellet.

El pellet ha dado buenos resultados en el enraizamiento directo de estacas de *Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides* y *Vochysia guatemalensis*. El objetivo es el de poder eliminar el trasplante (estrés y costos) que se debe realizar cuando se pone a enraizar las estacas en las bandejas plásticas. Sin embargo, la opción del pellet debe todavía refinarse para las demás especies, ya que una baja tasa de enraizamiento (<70%) sería antieconómico en este sistema (la unidad de 50 mm de diámetro cuesta alrededor de US \$0,058). En aquellos casos donde se obtenga una tasa de enraizamiento inferior al 70%, deberá entonces promoverse el enraizamiento inicial de las estacas en bandejas plásticas (de 98 unidades), durante unas 3 semanas como máximo; para luego transplantar al pellet únicamente aquellas estacas que han logrado iniciar con la aparición de sus primeras raíces.

Los pellets pueden también ser preparados el día anterior a la siembra, con el fin de lograr una mejor consistencia y tamaño. Se sumergen en agua durante unos 2-5 minutos y luego se les continúa aplicando agua con regadera. La hoyada en el pellet si debe ser realizada pocos minutos previos a la siembra de las estacas.

En el mercado es posible conseguir una serie de productos orgánicos que pueden ser utilizados en la desinfección del sustrato y las estacas. Uno de los más conocidos es el Kíol (5 cc/l) o el Biocto (3 cc/l), que pueden diluirse y aplicarse con bomba de espalda, procurando mojar generosamente los pellets previo a la siembra de la estaca. Este producto debe aplicarse de manera preventiva, al menos una vez al inicio de cada semana.



Figura 3. Pellets de 50 mm de diámetro preparados para la siembra de estacas.

EL RIEGO EN EL INVERNADERO

El riego en el invernadero debe ser preferiblemente nebulizado y automático. Si se trabaja con bandejas plásticas y de sustrato arena, un programa de riego adecuado debe mojar unas tres veces al día, con una duración de un minuto cada vez. En días muy soleados, calurosos o ventosos, el riego deberá aumentar su frecuencia (máximo 5 veces al día). En los días lluviosos y con una alta humedad relativa, el riego debe disminuir su frecuencia a una vez al día o quizá cada dos días. Con esto se busca eliminar un exceso de humedad en el medio de enraizamiento. En caso de no contarse con un sistema de riego, se aplica en forma manual con ayuda de una bomba de espalda. Si se realiza el enraizamiento en pellets, entonces el riego debe disminuir considerablemente, hasta 1 mojada/día con una duración de 30 segundos a 1 minuto. También la bomba de espalda es una opción en caso de tener fallas con el sistema de riego automático, mojando generosamente por unos 10-20 segundos cada bandeja.

PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS

La identificación de las estacas es uno de los aspectos más importantes de todo el proceso, ya que no debe nunca mezclarse material procedente de diferentes clones. Por lo tanto, es recomendable establecer una organización del personal y del equipo (baldes, pellets, bandejas, etc.), de modo que se garantice que el material de cada clon se procesará de manera independiente y debidamente identificado durante todo su proceso.

Las estacas que vienen del tocón deben tener un largo aproximado de 20 cm para evitar que sufra un estrés hídrico severo o se marchite. En el invernadero, las estacas se cortan hasta dejarlas de un tamaño de unos 4-6 cm, procurando que incluyan al menos 2 nudos y eliminando el ápice o entrenudo terminal (últimos 1-2 cm), porque por lo general es demasiado succulento y propenso al marchitamiento (Mesén, 1998). Por lo general no se recomienda propagar las estacas muy lignificadas o cercanas a la base del brote, ya que presentan mayor dificultad para enraizar. En *Gmelina arborea* puede observarse la aparición de un pequeño “duramen” en la estaca, como indicador de iniciación del proceso de lignificación.



Figura 4. Brotes de teca colectados, para la preparación de estacas.

Las hojas deben ser eliminadas completamente, excepto las últimas dos, que se recortan hasta dejarlas aproximadamente a 1/3 de su lámina foliar. Sin embargo, si en el área de enraizamiento se observa la aparición de musgo en la superficie, es necesario permitir que aumente la entrada de luz mediante una reducción aún mayor de la lámina foliar. Esta técnica ha dado buenos resultados en enraizamiento de estacas de *Gmelina arborea* (Pereira, comunicación personal, 2001). La preparación de las estacas debe realizarse siempre a la sombra y las estacas deben permanecer húmedas el mayor tiempo posible. La preparación de las estacas puede realizarse fuera del invernadero, bajo un cobertizo cómodo y bien ventilado. Por lo general, el ambiente dentro de los invernaderos es sumamente caluroso y húmedo, lo que limita al personal en esta importante labor. Toda la labor de preparación de las estacas, su desinfección, inmersión en el enraizador y siembra en la bandeja o pellet puede ser realizada fuera del invernadero.

Mientras se están cortando las estacas, éstas deben permanecer en una solución con Kilol (5 cc/litro) con el fin de iniciar su desinfección. Las estacas pueden permanecer desde 2 hasta 30 minutos en esta solución. También pueden sumergirse en una solución basada en ajo (10 cc/l) durante unos 5 segundos.



Figura 5. Estacas de melina preparadas inmersas en una solución de Kilol para su desinfección. CoopeAgri R.L. Pérez Zeledón, Costa Rica.

En *Tectona grandis* se ha obtenido mejores tasas de enraizamiento al utilizar el primer brote o cogollo que se produce de estacas recién enraizadas dentro del invernadero (a las 4 semanas). Este primer brote es mucho más delgado que el brote proveniente del jardín clonal y se adapta mejor a los pellets pequeños de 30 y 36 mm. Este material es mucho más delgado, sano y succulento, lo cual lo hace ideal para su propagación vegetativa, además de que acelera la tasa de propagación del programa. Cuando se aplica esta técnica, las estacas a las que se les podó su primer brote deberán permanecer al menos 1 semana más dentro del invernadero.

Las estacas de especies que liberan gran cantidad de sustancias oxidantes, como las del género *Vochysia* spp, deben permanecer en agua corriendo por al menos 1 hora. Una vez transcurrido este tiempo, se les debe cortar de nuevo un segmento en la base, ya que pueden haber sufrido una oxidación o cicatrización.

USO DEL ENRAIZADOR Y SIEMBRA DE LAS ESTACAS

Las estacas se sacan de la solución de desinfección y se dejan escurrir para eliminar el exceso de agua. Se prepara entonces un recipiente con el enraizador que puede ser del producto comercial AGRIROOT, que viene preparado en forma comercial en una dosis de un 1% ó 10 000 ppm de AIB (ácido indol-butírico). Algunas especies no toleran una dosis tan alta y requieren no más de 0,2% ó 2000 ppm (*Eucalyptus* spp, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, entre otras). En estos casos deberá buscarse un producto comercial que indique una dosis baja o conseguirse AIB puro y prepararse en estas dosis (diluido en alcohol). La base de la estaca se introduce en el enraizador hasta lograr que el polvo blanco se adhiera, luego se sacude ligeramente para eliminar el exceso de enraizador y se siembra directamente en el hoyo hecho en el pellet o la bandeja. Una vez sembradas todas las estacas se deben mojar ligeramente con el sistema de riego que se esté utilizando. Se puede conseguir también el mercado un estimulante para el enraizamiento que viene en una presentación líquida (combina el AIB con el ácido naftalinacético o ANA) y se puede aplicar el producto directamente a los pellets previo a la siembra, incluso al agua con la que se mojan y hacen crecer los pellets.



Figura 6. Estacas de teca (*Tectona grandis*) enraizando en pellet y de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) en proceso de enraizamiento en bandejas de almácigo con arena.

PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

El sistema de enraizamiento requiere de aproximadamente 4-5 semanas dentro del microtúnel y de 1-2 semanas fuera del invernadero para su aclimatación (*Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides*, *Ulmus mexicana* y *Vochysia* spp). Con algunas especies como *Hieronyma alchorneoides* y *Tectona grandis* es preferible realizar la propagación en dos fases: 3 semanas en bandeja plástica con sustrato arena y 2-3 semanas en el pellet, ambos dentro del microinvernadero. En *Cupressus lusitanica* y otras coníferas puede tardar hasta 8 semanas el enraizamiento. Todo el proceso se prolonga entonces por 4 semanas (*Ulmus mexicana* y *Gmelina arborea*), 5-6 semanas (*Hieronyma alchorneoides* y *Tectona grandis*), 6-7 semanas (*Vochysia guatemalensis*, *Terminalia amazonia* y *Alnus acuminata*) y 8-9 semanas para *Cupressus lusitanica*. En pruebas recientes, se ha aumentado la sobrevivencia y enraizamiento al aplicar un estimulante (enraizador) a los 8 y 15 días de sembrada la estaca en el invernadero.

Por lo general aparece primero la brotación en la estacilla (3-4 semanas en casi todas las especies, 5 semanas en *Cupressus lusitanica*). En algunos casos, la aparición de la raíz ocurre hasta varias semanas después retrasando el proceso. El uso de un fertilizante foliar alto en fósforo (FOSNUTREN) puede ser empleado dentro del invernadero, una vez que se detecte la aparición del brote, para tratar de acelerar la conformación final de la estaca. Los productos AGRI-GRO y CARBO-VIT (1 litro/estañón), así como CROP+ y NPK o CITOZYME (1/2 litro/estañón) se pueden conseguir en el mercado. Sobre el uso de estos productos y la frecuencia de aplicación, se requiere aún de mayor experimentación.



Figura 7. Brotación de las estacas de teca (*Tectona grandis*) en proceso de enraizamiento en bandeja de almacigo, en un sustrato de arena. San Carlos, Costa Rica.

PREVENCIÓN FITOSANITARIA

Cada vez que se saca una nueva cosecha de estacas enraizadas del microtúnel, toda el área debe limpiarse minuciosamente con agua y jabón. Después debe limpiarse con alcohol todas las paredes internas con el fin de eliminar posibles patógenos. Debe recordarse que este es un medio ideal para la proliferación de hongos y otros patógenos, por lo que deben seguirse todas las medidas posibles de desinfección y prevención. Si se han utilizado bandejas plásticas, entonces deberán lavarse cuidadosamente con agua y jabón después de transplantado el material. Las bandejas deberán también ser desinfectadas con alcohol antes de que sean utilizadas nuevamente. Con especies muy sensibles a los patógenos como la teca, debe realizarse cada semana una aplicación de un fungicida/bactericida dentro del invernadero con fines de prevención de problemas fitosanitarios. Se debe procurar alternar diferentes productos con el fin de lograr un mayor espectro de cobertura. En caso de no poderse utilizar productos sintéticos, es posible conseguir hoy día en el mercado algunos productos de origen orgánico a base de ajo y otros a partir de extractos de semilla de cítricos (Kilol y el Biocto).

Para mayor información consultar:

Murillo, O; Rojas, J; Badilla, Y. 2003. Reforestación Clonal. 2ª ed. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 36 p.

BIBLIOGRAFÍA

Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico No. 30. Turrialba, CR. CATIE. Proyecto de Semillas Forestales-PROSEFOR. 36 p.

Pereira, M. 2001. Protocolo de clonación de la melina (entrevista). Santa Rosa de Pocosol, San Carlos, CR. Grupo Forestal Los Nacientes (Email: mpereira@maderascultivadas.com).