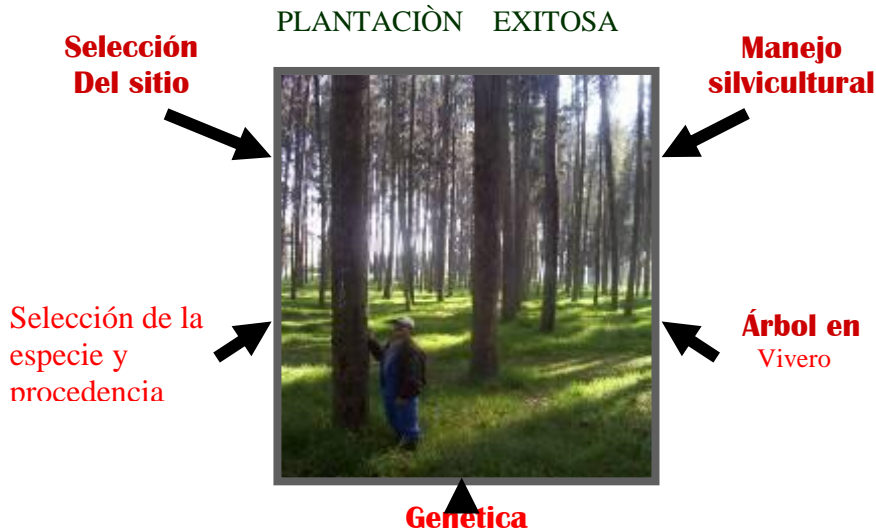


El Vivero: Clave para una Plantación Productiva

Enrique Trujillo Navarrete
Ingeniero forestal – El Semillero

En el momento de establecer una plantación y asegurar el éxito de la misma, varios son los aspectos que deben considerarse: Una adecuada selección del sitio, la especie y la calidad genética del material vegetal, una adecuada silvicultura para el establecimiento y manejo de la plantación y el material vegetal que se produce en vivero.



Precisamente esta primera fase, el tratamiento del material vegetativo para la producción en vivero, es una de las más delicadas y exigentes, pues se trata de asegurar la calidad genética de una plántula dependiendo de la fuente de semillas -que marca la herencia hacia la calidad de la plantación- y asegurar la calidad física de la plántula dependiendo de las técnicas de producción en vivero. Por eso, en esta oportunidad nos enfocaremos en las actividades centrales que permiten la producción de una plántula de buena calidad física.

En primera instancia, existen múltiples opciones tecnológicas para producir un árbol, todas válidas si los protocolos de producción son rigurosos, aunque la escogencia del sistema de producción sí obedece a la especie escogida, la infraestructura del vivero, la existencia de sustratos apropiados y el equipamiento, entre otros ítems. De hecho, en la actualidad es posible producir árboles con el *sistema tradicional*, utilizando bolsas, y el *no tradicional*, como los sistemas de bandeja que promueven una buena formación de la raíz gracias a su particular y regular empleo de 40 recipientes reutilizables.

De igual forma está la producción por medio de *Tubetes*, un recipiente plástico, individual y reutilizable diseñado expresamente para la producción vegetal; por *Jiffys*, una tableta de turba ⁽¹⁾ comprimida utilizada como sustrato y contenedor; por *Pseudoestacas*, un sistema similar a la estaca pero compuesta por una parte de raíz y otra de tallo, sin hojas ni raíces secundarias lista para plantación definitiva; por *Raíz Desnuda* que se entiende como una plántula sin *pan de tierra* ⁽²⁾ lista para plantación definitiva y, recientemente, por *Plantines* o *Miniestacas* utilizados en la actualidad para silvicultura clonal y que tendrá una explicación detallada más adelante.



Sistema de tubetes

Sistema Patrick

Sistema convencional

Pellets



Sistema de bandejas



Pseudorestacas de teca

Secuencia de la Producción

La primera actividad dentro de la producción en vivero es la elección del tipo de producción -tradicional o no tradicional- y dependiendo de esta decisión se determinan las actividades del proceso, no sin antes considerar si el vivero si será permanente o no, qué cantidad de plantas se producirán, el tipo de especies que se trabajarán e incluso, el hábito de germinación y el costo de las semillas.

Ya, la producción vista desde una perspectiva general se inicia con la búsqueda y evaluación del sitio de producción, adecuación del vivero, selección de la especie, procedencia y calidad genética, consecución de la semilla, elección del sistema de producción, obtención y preparación de sustratos, siembra de la semilla, manejo de la germinación (riego, luz, prevención sanitaria), trasplante, cuidados culturales y entrega. En el caso del sistema de producción tradicional, éste implica una serie de actividades que incluyen desde la obtención de la semilla, la reparación del sustrato ⁽³⁾ hasta el transplante a bolsas o eras para raíz desnuda o pseudoestaca.

- Sustratos para la germinación

Para elegir el sustrato se deben tener en cuenta las necesidades de las semillas:

- Agua: Vital para los procesos fisiológicos, pues el sustrato debe poseer una capacidad de retención de humedad a fin de proveer a la semilla, el agua que necesite. La arena, por ejemplo, tiene muy baja capacidad de retención de agua dado que en su mayoría se drena, mientras que otros sustratos como la turba o la tierra retienen una gran cantidad de agua, disponiéndola para la semilla por más tiempo.
- Aire: Esencial para la respiración y soporte del sistema radicular; el sustrato debe permitir un aporte constante de Oxígeno y la liberación de CO₂ y debe ser suficientemente poroso como para permitir un libre intercambio gaseoso.
- Soporte físico. El sustrato suelto favorece la penetración de la raíz y el desarrollo de la plántula. Es favorable que el sustrato posea un equilibrio entre las fases sólida, líquida y gaseosa haciendo eficaz el uso de un espacio reducido.

El caso de la germinación no se requieren sustratos fértiles dado que la semilla depende de si misma en su primera etapa de desarrollo; de allí que sea común usar un sustrato compuesto por arena y tierra limosa ⁽³⁾ en proporción 2:1, aunque esta escala suele cambiar en la función de la composición de la cantidad de arena, arcilla y limo que contenga la tierra. En principio, se pretende que el sustrato sea suficientemente suelto como para permitir el libre desarrollo de la raíz y con la suficiente retención de agua necesaria para la germinación.

Otro aspecto importante es el pH del sustrato que controla la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes y que, para la mayoría de las especies, tiene como rango óptimo de 5.5 a 7.0; aunque cuando es necesario reducirlo se aplica sulfato de amonio y para aumentarlo, nitrato de calcio. También es posible utilizar turba pues ha demostrado ser un buen sustrato de germinación. En algunos lugares es posible usar

sustratos propios de la región, generalmente originados en procesos industriales como aserrín, carboncillo, etc.

- Técnicas de desinfección del sustrato para germinación

Es común que el sustrato esté contaminado por semillas de malezas, hongos, nemátodos, insectos o bacterias, y para prevenir los problemas fitosanitarios que pueden ocasionar este tipo de agentes es común el uso de tratamientos químicos, biológicos o físicos. De no aplicarse, y aunque es posible utilizar el sustrato sin desinfectar, el riesgo que se afecten las semillas o plantas es alto y puede terminar con la producción, incluso antes de que ocurra la germinación.

Hoy en día se ensayan alternativas biológicas u orgánicas que están siendo evaluadas por sus bondades con el medio ambiente y procesos de certificación forestal.



Ataque de hongos en una siembra de Acacia mangium por Deficiencia en desinfección del sustrato.

Tratamiento químico

Este tratamiento elimina los organismos del suelo sin alterar la naturaleza física y química del mismo, utilizando para su aplicación productos fumigantes y no fumigantes. Sin embargo, para que este tratamiento pueda ser efectivo, el sustrato debe estar húmedo y a una temperatura entre 18 y 24 °C.

Dentro de esta división, uno de los **productos** más usados es el Formol, un fungicida con buen poder de penetración que elimina algunas semillas de malezas, pero no es totalmente confiable para exterminar nemátodos o insectos. Consiste su aplicación en un litro de formol al 20% de concentración por metro cuadrado de germinador de 10 cm. de profundidad; luego se cubre con plástico por 5 /10 días, al cabo de los cuales se descubre para que se ventile. Vale señalar que el sustrato no debe usarse hasta que el olor no haya desaparecido, para lo cual debe removerse y regarse diariamente a fin de favorecer la evaporación.

Existen otras alternativas químicas, pero en todo caso deben utilizarse de acuerdo a la prescripción del fabricante y con las protecciones indicadas, (**eliminar esta frase : pero en todo caso**), es inútil descontaminar el sustrato sin antes sanear las semillas, recipientes de siembra, las mesas, los depósitos de tierra y las herramientas de trabajo.

Siembra de la Semilla

Cuando se habla de siembra se consideran dos variables: profundidad y la densidad.

- Profundidad de siembra: La semilla debe sembrarse lo más superficial posible - cuidando no exponerla totalmente para evitar que se reseque por el aire y por el sol-, pero lo suficientemente profunda como para que el riego no la descubra y para que al emerger hacia la superficie no gaste demasiada energía. En este punto, no es recomendable utilizar fórmulas matemáticas relacionadas con el diámetro, dado que pueden quedar muy profundas o muy superficiales, en cuyos casos no ocurre la germinación.

- *Densidad de siembra:* La densidad es el número de semillas sembradas por una unidad de área, casi siempre con base en un metro cuadrado, y está relacionada con el tamaño de la semilla en forma inversamente proporcional, lo cual significa que a mayor tamaño de semilla, menor será la densidad de siembra y viceversa. Las densidades son variables por cada especie y oscilan entre 500 y más de 7000 semillas/m².

En este punto es importante señalar que el desarrollo de hongos se ve favorecido con una siembra de alta densidad, que un ataque se propaga más rápidamente en estas condiciones y que además, existe mayor competencia entre las plántulas por agua, nutrimento y espacio para el desarrollo de sus raíces. Sin embargo, es posible utilizar altas densidades y optimizar el área del vivero si se tiene seguridad de los antecedentes sanitarios y una buena experiencia en la producción.

- *Siembra en Germinadores*

La siembra en germinadores es necesaria para muchas especies dado que exigen transplante, acción que promueve la formación de una mayor masa radical garantizando de paso, un mejor prendimiento en campo. Para realizar la siembra, primeramente se procede a una nivelación del sustrato y luego a la siembra, que puede ser en hileras o al voleo.

- **En Hileras:** Ocurre cuando se colocan las semillas sobre una misma línea o surco, sembrándolas una por una a chorro continuo. Para este caso, con la superficie nivelada, se hacen surcos de una profundidad que permita el cubrimiento de la semilla y se maneja una distancia entre líneas que puede variar entre 1 y 5 centímetros dependiendo del tamaño de la semilla.
- **Al voleo:** Se disemina la semilla manualmente en los germinadores manteniendo un ritmo ordenado. Se debe cuidar la uniformidad para evitar una densidad no deseada y mala distribución.

En general, para este tipo de siembra, y cuando el tamaño de la semilla lo permite, es posible utilizar recipientes que tengan provista una tapa de lata con pequeños orificios para permitir, a través de ellos, la salida de las semillas. El contenido interior del envase será: una parte de las semillas mezclada con dos partes de arena fina (seca) y se usará a modo de salero.

- *Manejo de la luz en la germinación*

La luz tiene una indiscutible participación en el crecimiento y desarrollo de la planta. Diferentes longitudes de onda son capturadas por ella a través de distintos pigmentos, y participan activamente en múltiples procesos del crecimiento, en diferentes etapas de su desarrollo, desde la fertilización del óvulo hasta su muerte. En las semillas, la luz es indispensable ya que promueve la germinación de muchas especies cuando el pigmento fitócromo, encargado de recibir las longitudes de onda de la luz, los convierte en procesos que favorecen la germinación.

Gracias a investigaciones recientes se han podido establecer que, para algunas especies, las penumbras o la plena exposición resultan más apropiadas a la hora de promover la germinación y el desarrollo inicial. De hecho, simulando las condiciones naturales dentro del bosque; en las primeras etapas, las plántulas que están sometidas a bajas intensidades de luz, debido a la interceptación de la luz por las ramas del mismo bosque, están condicionadas ecológicamente a diversas intensidades de sombra que varían por especie.

Hablando ya en el campo artificial, para la cobertura en el germinador se pueden usar diferentes materiales, sin embargo, se prefiere el uso de mallas sombra dado que regula la intensidad de la luz homogenizándola a través de toda el área, no es hospedera de plagas o enfermedades y pulveriza el agua de aguaceros fuertes. Su costo de instalación es en promedio un poco más alto, pero compensa por su utilización a largo plazo, fácil instalación y mayores posibilidades de usos en el proceso de producción.

- *Riego en germinadores*

Varios aspectos deben considerarse para esta fase, en primer término, que la tierra utilizada en la germinación debe ser liviana y fina, y segundo, que una mala aplicación del riego puede fácilmente descubrir las semillas, lo cual incidirá de gran manera en la cantidad a germinar.

Así pues, la mejor manera de regar es utilizar un atomizador de agua manual, evitando a toda costa que las semillas se destapen por uso de gota gruesa o riego vigoroso; de allí que los micro aspersores o sistemas de nebulización sean los ideales en esta etapa. Vale anotar que durante todo el proceso de germinación debe mantenerse húmedo el sustrato, de lo contrario se puede perder la germinación.

El Transplante

Las semillas que han sido sembradas en los germinadores permanecen allí en crecimiento y desarrollo hasta un punto que se haga necesario su traslado hacia un sitio donde puedan desarrollarse adecuadamente, sin la fuerte competencia provocada por la alta densidad de siembra en el germinador. La técnica usada se conoce como trasplante y es indispensable dentro del proceso de producción en vivero.

- *Sustrato para el transplante*

La elección del sustrato a emplearse deberá garantizar la producción de plántulas de mejor calidad y contemplar las limitaciones del ambiente en el que se verán expuestas en campo, puesto que dicho sustrato influye directamente en su vigor, crecimiento y desempeño.

Ya en su preparación, es posible usar una parte de arena más dos de tierra, sumada a una de corteza desmenuzada, aserrín, cascarilla de arroz u hojarasca descompuesta para mejorar su textura y volumen, añadiendo fertilizantes.

Otros son los sustratos modernos que consisten en la unión de materiales seleccionados para proporcionar las características físicas, químicas y biológicas para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plántulas; las propiedades del sustrato definitivo no son la suma entre las propiedades de los diferentes componentes, sino el resultado de la interacción entre ellos. Estos materiales se dividen en inorgánicos y orgánicos, y se caracterizan principalmente por poseer gran cantidad de microporos.

- *Transplante a bolsa*

Antes que nada es importante señalar que no hacer el siguiente proceso en la forma indicada ocasiona problemas posteriores en la plantación, imposibles de solucionar. Cuando las plantas en los germinadores tengan entre tres y ocho centímetros (**según la especie**) se procede a transplantarlas a recipientes (bolsas de polietileno, papel, barro u otras), éstos se llenan previamente con el sustrato tamizado, se extraen con cuidado las plántulas del germinador, **se podan y colocan** en un balde con agua fresca, protegiéndolas del calor del sol, para luego disponerlas, una a una, **en las bolsas**. **(ELIMINAR LA FRASE DE ESTE PARÉNTESIS: en el recipiente siendo indispensable que las raíces queden extendidas hacia abajo, para lo cual en muchos casos es preciso podarlas. (No entendimos))**



Plántulas de Cedro listas para embolsado



Sistema de trasplante en bolsa

Se recomienda igualmente que el trasplante se realice bajo sombra. En climas cálidos y medios, por ejemplo, es conveniente dejar las plántulas a la sombra por una o dos semanas como máximo, para luego exponerlas lentamente hasta dejarlas a pleno sol, con el fin que adquieran la consistencia necesaria para su sobrevivencia en el sitio definitivo de plantación.



Los plantines se ubican en el centro de la bolsa con la raíz Recta y podada



Raíces deformadas por mal trasplante

Durante la etapa del trasplante también resulta ideal la aplicación de Micorriza, que es la unión de un hongo y la raíz del árbol a favor del desarrollo de la planta, dado que facilitan la absorción de nutrientes y para muchas especies tienen carácter de indispensable. Finalmente el riego, después de efectuado el trasplante, debe realizarse a diario y en forma abundante preferiblemente en las primeras horas del día o en las últimas de la tarde.



La última fase de la producción es la etapa de crecimiento y desarrollo después del trasplante. Este periodo es variable para cada especie y debe ser lo suficientemente largo como para que los árboles alcancen altura de plantación, entre 15 y 25 cm.

- Manejo de luz después del trasplante

Dado que las plántulas son extraídas del germinador y se someten a poda de raíz, se origina un desequilibrio entre la parte aérea; dado que las hojas continúan realizando fotosíntesis, y la raíz, que absorbe agua y nutrientes y es afectada y mutilada. Esta práctica puede matar la planta si no se restringe la luz para restablecer dicho equilibrio.



Restricción de la luz mediante el uso de tela sombra de forma temporal

Una vez transplantadas a bolsas, se cubren con telas sombra o elementos como hojas de palma, tejas o similares para disminuir la fotosíntesis, procurando de 50 a 75 por ciento de sombra durante 15 o 30 días mientras la planta se restablece. Es posible eliminar la sombra progresivamente hasta lograr plena exposición; en todo caso las plantas no deben salir a campo si no han tenido suficiente tiempo a plena exposición.

- Transplante a eras para la producción de plantas a raíz desnuda o pseudoestaca

Existen variaciones en la metodología de producción de algunas especies; las más conocidas son las plantas a raíz desnuda y por pseudoestacas. Ambas tienen como factor común las primeras etapas de producción hasta el momento del trasplante ya que parten de semilla, pero no va a bolsa u otro recipiente sino a eras de crecimiento dispuestas a una distancia de entre 10 y 15 cm. entre plántulas; en ambos casos se aplica una poda de raíces en el momento del trasplante a las eras.

Para efectuar el trasplante, se procede a abrir un surco en la era, con una pala de jardinería, dejando vertical una de las paredes que se forma. Luego se coloca, con la pala, un arbolito en cada hueco teniendo en cuenta no dejar ninguna raíz doblada; si la raíz queda muy larga, se puede profundizar el hueco o hacer una nueva poda. Una vez colocada la plántula se le adiciona tierra y se presiona, de tal manera que no queden bolsas de aire. **Para ambos sistemas se puede hacer la siembra de la semilla directamente en la era a la distancia indicada a fin de evitar el trasplante.**

Finalmente para el caso de la raíz desnuda, se dejan las plantas hasta que alcanzan el tamaño de plantación definitiva (aprox. 15 -25 cm.) pues justamente el sistema se caracteriza por llevar las plantas a campo sin pan de tierra. En el caso de las pseudoestacas, se dejan crecer en la era hasta que obtienen alturas superiores a un metro, sin embargo el parámetro es que logren de uno a dos cm. de diámetro al cuello de la raíz independiente de su altura. Luego se extraen, se cortan de 15 a 20 cm. de tallo y 15 a 20 cm. de raíz, se poda

la raíz y la pseudoestaca queda lista para llevar a campo en forma definitiva, disminuyendo sensiblemente los costos de transporte. El sistema se caracteriza por tener baja mortalidad en campo y menores costos de plantación.

Foto Raíz desnuda - Foto Pseudoestaca

Recuadro: La Nueva Tecnología: PLANTINES son plántulas de 2 a 8 cm., podadas, micorrizadas y listas para embolsado. La tecnología evita el manejo de la semilla, compra y desinfección de sustratos, construcción de germinadores, riesgos sanitarios y la mano de obra del proceso de germinación, dado que llega al usuario la plántula ya germinada. Es una opción económica, con bajos costos de transporte. Para el transplante se aplican las instrucciones antes indicadas



Plantines de Swinglia, miniestaca de Teca y empaque de despacho

Consideraciones Sobre Costos

Los costos de la producción en vivero dependen, en gran medida, del tamaño de la producción, a mayor cantidad menores costos por economía de escala. La elección del sistema también tiene una implicación directa en los costos de producción, sin embargo, este análisis no debe centrarse solamente en los costos directos dado que existen otras variables que pueden justificar un sistema en particular como son los costos de transporte, facilidad de plantación, rapidez de la producción, carencia de sustratos apropiados en el área del vivero, disponibilidad de mano de obra o reutilización de elementos (ejemplo: bandejas o tubotes).

En la actualidad los costos de producción de un árbol pueden variar entre \$80 (sin el mil) pesos y más de \$500 (sin el mil) pesos, teniendo en cuenta que en el estimado, el insumo semilla puede tener una participación muy baja o despreciable, y en otros muy significativa dependiendo de la especie, el tamaño y el precio de la semilla. Los plantines en promedio cuestan menos de \$80 (sin el mil) pesos y son ideales cuando se produce pequeñas cantidades, dado que evitan el costo de la semilla y el manejo de la germinación.

En general, la producción de un árbol es una secuencia sencilla y agradable; Producir un árbol es muy fácil, sin embargo producirlo mal es más fácil aun, si no se acatan las recomendaciones elementales. La mala calidad de un árbol no es fácil determinar en vivero sin ojos expertos y puede caracterizarse por un sistema radical deformado, cuyo efecto se verá en la plantación algunos años más tarde (cuando ya no hay remedio), plantas enfermas, poco desarrolladas o con tallos insuficientemente endurecidos que con seguridad propiciarán una alta mortalidad en campo.

***Fuente:** Enrique Trujillo Navarrete, El semillero. Ingeniero Forestal con Maestría en Fitotecnia, consultor internacional, Gerente de Especies Forestales de CONIF.

Citas:

(1) Turba: Carbón fósil que se forma en las turberas por descomposición parcial de materiales vegetales, que contienen un 60 por ciento de carbono. En el caso específico del tema, es un sustrato orgánico pero inerte, con buena capacidad de retención de agua.

(2) Pan de Tierra: La definición implica una plántula sin la raíz expuesta, cubierta por el sustrato, un ejemplo es una planta en una bolsa con tierra.

(3) Sustrato: Es el soporte físico y nutricional donde se desarrolla la raíz de la planta.

(4) Limosa – Limo: Depósito fino, transportado por el agua y sedimentado en el fondo de los ríos, pantanos o aguas marinas, cuya granulometría está comprendida entre las arenas finas y las arcillas.

Bibliografía:

- CATIE 1997. Nota Técnica sobre manejo de semillas forestales. Turrialba Costa Rica. 20 p
- INDERENA 1992. 20 Años de experiencia en viveros forestales.
- Rojas F. 1998. Viveros Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 181 p
- Trujillo N. 2004. Manual de Árboles. Bogotá 250 p. Investigaciones Forestales No 44. Bogotá Colombia. 120 p.

OTRAS FOTOS

