

Capítulo 7

Administración de Viveros

Los viveros son establecidos para producir la cepa necesaria para la siembra cuando la regeneración natural y el cultivo directo en los sitios de repoblación forestal no son prácticos. Las especies a seleccionarse dependerán de las alternativas discutidas en el Capítulo 6 y el Apéndice II. Antes de comenzar un vivero se deberán contestar dos preguntas:

- ¿Será el vivero temporero o permanente?
- ¿Producirá plántulas en envases o utilizará el sistema de raíces desnudas?

Las respuestas a estas preguntas determinan la cantidad de recursos fiscales necesarios para construir y mantener las facilidades del vivero y si será operado principalmente por labor humana o con maquinaria. La mayor parte de los viveros en los países en vías de desarrollo son pequeños y funcionan principalmente a base de labor humana intensiva. Sin embargo, las condiciones locales en algunas áreas podrían ser propicias para proyectos de reforestación a gran escala que requerirán el uso de operaciones altamente mecanizadas. No importa cual sea la escala de la operación, la selección del sitio para el vivero debe ser hecha con mucho cuidado, siempre considerando los recursos ambientales y humanos de la comunidad circundante. Este capítulo discute las operaciones principales que son esenciales para cualquier sistema de vivero que el administrador del proyecto seleccione.

Selección del Sitio y Equipo

Clima y ambiente—Los mejores sitios para establecer un vivero deben ser ni muy húmedos ni muy secos, y estar alejados de áreas costeras con vientos salados. Los climas secos podrían ser factores restrictivos donde las facilidades de irrigación de agua no sean abundantes. En estas áreas, la acumulación de información sobre el nivel de caída de lluvia y la temperatura indicará si la caída de lluvia promedio es adecuada para la siembra de semillas. Se deben evitar las áreas con viento para reducir los efectos de quemadura por viento y de secación en las plántulas.

Localización y facilidades—El desarrollo de viveros cerca de los sitios de repoblación forestal permitirá la transportación a tiempo de las plántulas, ya sea por camiones o caballos. Donde haya operaciones grandes, el establecimiento de unidades de vivienda en el área limitará los actos de vandalismo, creará gran identificación con el trabajo y facilitará el riego y el mantenimiento durante los fines de semana y los días festivos. Las estructuras para macetas, para el mantenimiento de herramientas, para el procesamiento de semillas y para el registro de despacho estarán mejor localizadas en la entrada principal del vivero. Asegure todas las herramientas y el equipo en las áreas designadas para su almacenamiento y desarrolle un calendario periódico para el mantenimiento de los artículos más importantes. Catalogue y haga un inventario de todas las herramientas y máquinas (Tabla 7.1) después de compararlas; ordene nuevo equipo cuando las operaciones de la temporada de siembra finalicen.

En operaciones grandes, se requiere la energía eléctrica para hacer funcionar equipo como las bombas de irrigación, las máquinas de siembra y los refrigeradores. En áreas que tienen fallas frecuentes de electricidad se necesitan generadores que funcionen con diesel o gas.

Es preciso establecer buenos canales de comunicación para administrar bien la demanda de plántulas, para informar a los terratenientes sobre la disponibilidad de éstas y para coordinar la siembra en el campo y el horario de distribución. Una carretera que permita acceso en cualquier tipo de clima, debe proveer entrada y salida al área de vivero (Ilustración 7.1).

Suelo y topografía—Para controlar el drenaje, las camas de los semilleros deben tener una inclinación de 0.2 a 1.0 por ciento. La inclinación a través de toda el área del semillero puede ser de 0 a 2.0 por ciento. Evite áreas sujetas a inundaciones o que tienen vertientes escarpadas y piedras o rocas en la superficie (Ilustración 7.2). Además evite sitios repoblados anteriormente que contienen muchas raíces al nivel de la superficie, sitios anteriormente cultivados que se conoce tienen enfermedades de las raíces o problemas de mala hierba y áreas con árboles que procrean muchas semillas a su alrededor.

Para los sistemas que utilizan envases, el suelo nativo no es tan importante ya que el receptáculo que es el medio de reproducción es traído de afuera. Pero en los sistemas de raíces a campo raso o abiertos, las semillas están sujetas a problemas de drenaje, nutrición y movilidad para las cuales las condiciones de la topografía son cruciales.

Los suelos que tengan una textura entre arena fina y arena franca tienen buen drenaje y no se compactan fácilmente; además, son buenos para labrar y no se ponen ásperos después de la lluvia o la irrigación. Los suelos que tienen gran contenido de arcilla no son deseables. Estos suelos causan que las raíces se quiebren cuando se levantan las cepas de raíz desnuda. Además requieren mayor observación para poder detectar si hay sobre drenajes o si hay un desarrollo malogrado del sistema de raíces. El valor óptimo para pH varía de acuerdo a la especie cultivada. Para pinos, la escala es usualmente de valor pH 5.5 a 6.0; para maderas de latifoliadas se favorece un nivel un poco más alto de valor pH. Cuando la acidez cae debajo del valor pH 5.1, o es bastante mayor del valor 6.8, se necesita de acción correctiva (véase más abajo, “Nutrición del Vivero y Fertilizantes”). Incluya áreas de barbecho si planifica expandir el semillero.

Agua y aire—Las fuentes de agua ideales son los lagos grandes o los ríos y quebradas sin contaminar. El agua puede ser bombeada a tanques elevados y luego distribuida a presión a través de un sistema de rociadores. Se pueden utilizar pozos si los acuíferos subterráneos tienen suficiente agua para las necesidades de riego proyectadas y si el agua no contiene demasiadas sales disueltas. Antes de utilizar el agua de los sistemas de abastos públicos debe asegurarse que el abasto sea suficiente y esté libre de minerales en exceso tales como el cloro.

Es importante tomar medidas periódicas para sales, en particular calcio, de todas las fuentes de agua. Un alto contenido de sal puede aumentar el pH de los suelos y causar que las raíces se pudran; pueden resultar tóxicas a las raíces o pueden afectar la disponibilidad de nutrientes. Los suelos con valores de pH superiores a 7.0 resultan menos favorables para el crecimiento de los hongos micorrizales y tienden a favorecer el crecimiento de los hongos que producen el mal de viveros.

La contaminación del aire puede ser un problema en algunas áreas dependiendo del viento y otros factores relacionados. Contaminantes fototóxicos incluyendo el dióxido de sulfuro (SO₂), el fluoruro de hidrógeno (HF), y ozono (O₃) pueden ser arrastrados por el viento hasta el vivero desde su fuente y depositarse en el follaje de las plantas o pueden llegar a éste en forma indirecta a través de la lluvia. En casos extremos la lluvia ácida ha quemado el follaje de las plantas y causado la mortandad de éstas.

Tabla 7.1 Lista de herramientas y equipo necesario para operar un vivero.

Operaciones pequeñas	
alambre (varios tamaños)	guantes de tela
alambre galvanizado	lámina de polietileno, negra
balanza (tipo de resortes)	lámina de polietileno, clara
bandejas de plástico (para la germinación de semillas)	lentes plásticos tipo industrial
botas de goma	máscara respiratoria
cajas con fondo tejido	mesas
carretillas	machetes
cestas tejidas	martillos
cestas de metal	mazos
cintas de medir	palas
clavos (galvanizados)	planos (galvanizados)
cortadores de alambre	pizarrón
cubos de plástico	rastrillos de jardín
cuchillos de corte general	rótulos de plástico
delantal de tela	rótulos de metal
destornilladores	sierra y navajas
embudos	sonda de cuchara
enredado de alambre (varios tamaños)	suministros para carpintero
envases de riego	tenedores de ángulo
equipo de soldadura	termómetros para la tierra
espada	torno
estacas (de maderas, trabajadas)	torcedor (tipo de plomero)
	zapapico
Operaciones mecanizadas de gran escala	
abanico eléctrico	espejo
anemómetro	esterilizador de suelos
archivos	equipo para trabajar en metal
arpillera, bolsos y rollos	extintor de fuegos
balanza analítica	gabinete de primeros auxilios
balanza de barra	germinador
banco para sentarse	guantes de goma
binoculares	hacha de cavar
cajas, con fondo de alambre tejido	hidrotermógrafo (con registro)
calculadora	hormonas para propagación vegetativa
calculadora electrónica	lámparas
carro de mano con ruedas	latas de aceite
cinta para injertos	latas de gasolina
congelador (almacenaje de semillas)	lupa (10x)
coladores de tierra de gran capacidad	materiales de dibujo
cortador lateral	medidor de humedad
cortadora, trizadora (para compost)	medidor de humedad para suelos
cubos galvanizados	microscopio
cuchillas para injertos	molidor eléctrico
cuchillos para podas	molino tipo Hammer (de gran capacidad)

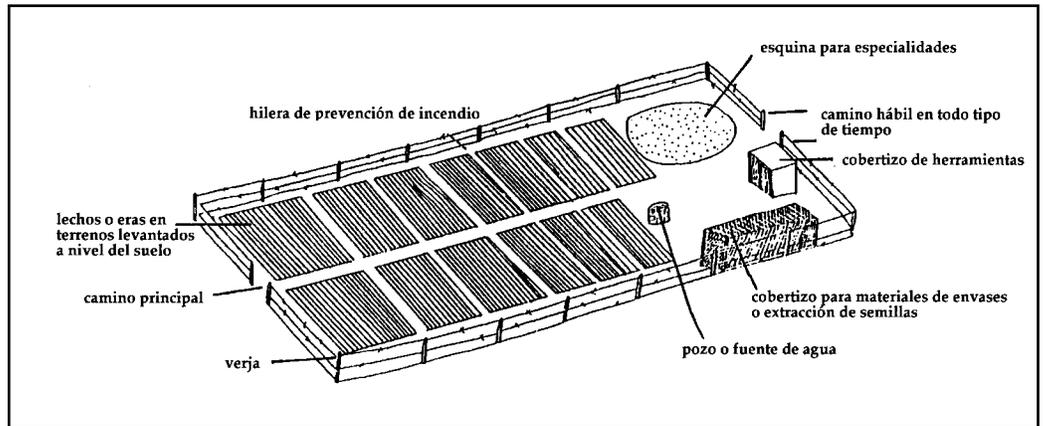


Ilustración 7.1 Disposición generalizada de un vivero. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

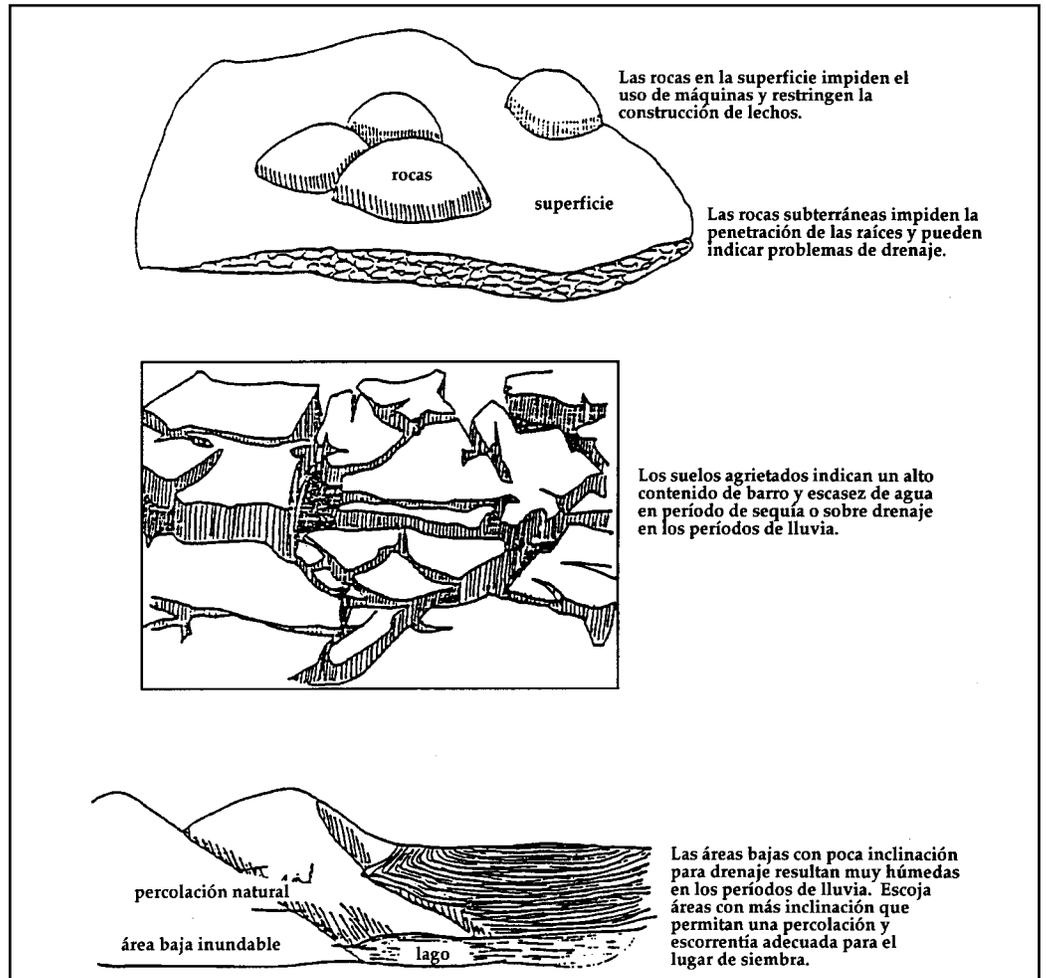


Ilustración 7.2 Consideraciones de suelos al seleccionar el lugar donde ubicar el vivero. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

Tabla 7.1 continuación.

delantar de goma	papel de filtro (para germinación de semillas)
depósitos, huchas para almacenaje	probetas graduadas
drones de 55 galones	químicos y envases de cristal de laboratorio
equipo de soldadura	rastrillo de jardín
recipientes grandes	
recipientes de lata	
recipientes de polietileno	
sellador de bolsas eléctrico	
separador de semillas	
sierra de cadena	
taladro eléctrico	
tanques rociadores (para fertilizantes y pesticidas)	
termómetros (con registro)	
tractores	
trozos de tela	
tubos de ensayo	
vagones	

Trabajo—La mayor parte del trabajo del vivero es estacional. Los obreros que vivan cerca del vivero pueden suplementar su ingreso realizando otros trabajos disponibles en la comunidad o trabajando en sus fincas. Si los obreros se traen de lugares distantes, hay que proveerles albergue y comida y los gastos resultarán muy altos para ser económicamente viables.

Producción de itinerarios—El desarrollar y utilizar itinerarios para la producción asegura que las plantas lleguen al lugar de plantación a tiempo para la siembra, fuertes y bien desarrolladas. Los itinerarios se deben basar en un conocimiento cabal de la mejor época para la siembra; las limitaciones físicas del vivero; los recursos humanos disponibles, el equipo y los materiales disponibles; los requerimientos biológicos para el crecimiento de las plántulas y las cantidades de plántulas que se necesitan para satisfacer las agencias gubernamentales y los usuarios particulares.

Flujograma de los itinerarios para los procedimientos—Resulta beneficioso el dividir los pasos de producción en etapas y listarlos en forma secuencial en un flujograma. Esto permite que el administrador del vivero pueda examinar cada paso para detectar puntos donde puede ocurrir “embotellamiento” o congestión. Por ejemplo, examinando el flujograma puede resultar evidente la necesidad de asignar dos trabajadores para mezclar la tierra debido al volumen de trabajo anticipado. La Ilustración 7.3 muestra las actividades generales necesarias para la producción de plántulas.

Los administradores del vivero tienen la responsabilidad de introducir los nuevos avances científicos y tecnológicos incluyendo el adiestramiento al personal y obreros en el uso de equipo más moderno, económico y eficiente. Si los métodos de producción se basan solamente en la tradición y los hábitos locales, el proyecto se puede ver afectado negativamente. Por lo tanto, los administradores deben tener presentes las necesidades y realidades de las comunidades. Por ejemplo, un sistema semi-mecanizado para llenar los recipientes puede producir más plántulas en un tiempo menor

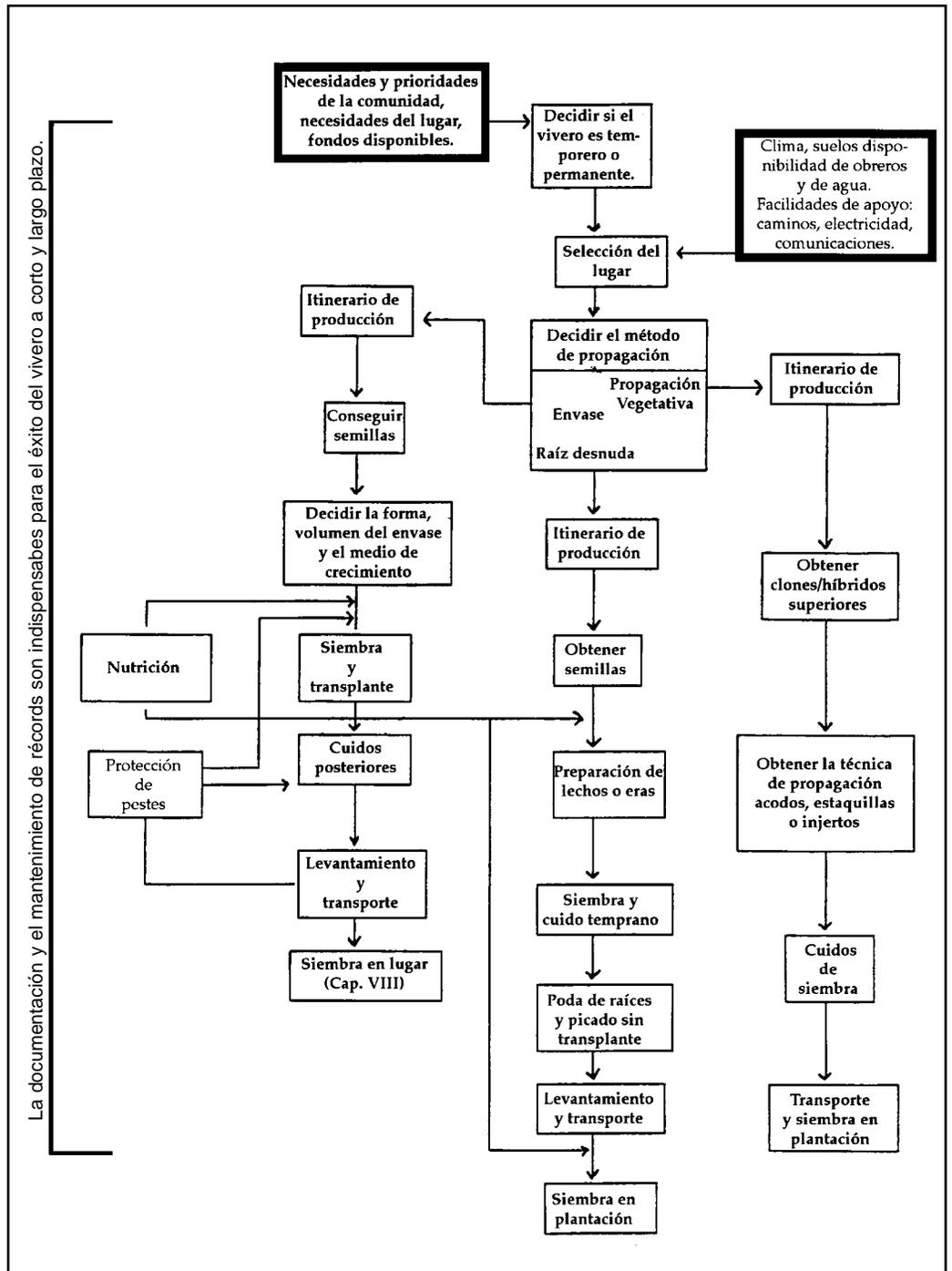


Ilustración 7.3 Flujograma de procedimientos para el establecimiento y funcionamiento exitoso del vivero.

pero una operación manual puede resultar más eficaz si la producción de empleos es una prioridad ya que existe un alto desempleo. Una mayor integración de la comunidad a los procesos del vivero produce una aceptación de éste y de los objetivos de reforestación a largo plazo.

Consideraciones de tiempo—Los itinerarios con fechas específicas se calculan a base del tiempo que le toma a cada especie desarrollarse y estar lista para siembra y cuánto tiempo hay realmente disponible antes de la época de siembra. En la mayor parte de los países la época de siembra coincide con la época de lluvia.

Examinemos un ejemplo, en el cual la época de plantación ocurrirá en 24 a 30 semanas. Si la especie principal a plantarse necesita 4 semanas para germinar y transplantarse y otras 16 para desarrollarse completamente, habrá que reservar 20 semanas de tiempo en el vivero. La primera siembra deberá comenzar en 4 semanas para tener plantas listas para la plantación en el sitio final.

Hay otras dos consideraciones importantes. Primero, muchas especies tienen diferentes requisitos en el vivero. En el ejemplo discutido, una especie que necesitará 22 semanas en el vivero se sembraría antes para permitir el tiempo necesario para su desarrollo antes de la época de siembra. Por el contrario, una especie que necesita sólo de 12 a 14 semanas en el vivero se podría sembrar más tarde.

En segundo lugar, los administradores deberán proveer para un flujo uniforme de plantas para la siembra. Si todos los semilleros se preparan a la vez, todas las plántulas estarán listas para la plantación en el campo al mismo tiempo. Sin embargo, las cuadrillas de siembra pueden plantar un número limitado de plantas por semana y los itinerarios de siembra pueden ser interrumpidos y retrasados por mal tiempo o problemas con equipo. El administrador debe extender las operaciones de siembra de modo que el material esté disponible a través de toda la época de siembra.

Obtención y Tratamiento de Semillas

Fuentes de semillas—Los árboles forestales generalmente se propagan de semillas, los árboles frutales no tan comúnmente. Las semillas se pueden coleccionar localmente u obtenerse de compañías proveedoras. La importación de semillas de otros países requiere de certificados fitosanitarios. Este certificado se envía con el paquete y certifica que las semillas están libres de insectos o enfermedades.

El coleccionar semillas requiere conocimientos para evaluar si están maduras, pues este factor es muy importante para obtener una germinación máxima. Muchos frutos cambian de color cuando maduran: pueden cambiar de verde a azul, rojo, marrón, negro y algunas veces naranja, otras permanecen verdes. En la mayor parte de los pinos los conos se tornan de verde a marrón oscuro o marrón rojizo.

Examine la fruta para determinar la firmeza o suavidad de la pulpa pues éste es otro indicador de madurez. Observe el interior del fruto para ver si las semillas están marrón oscuro o negro y bastante firmes. Cuando las semillas se dispersan es porque están maduras, pero cosecharlas en ese momento resulta casi imposible. Por lo tanto, el punto ideal para cosecha es justo antes de la dispersión natural. En ocasiones se pueden obtener calendarios con las fechas de florecimiento y producción de frutos de las especies. Si no, pregunte a las personas de la localidad cuándo las semillas maduran y registre esta información y manténgala para uso futuro.

Cuando colecciona semillas, selecciónelas de padres saludables y bien formados (Ilustración 7.4). Las plántulas provenientes de padres superiores crecen más rápidamente en el vivero, tienen mejor forma y producen de 5 a 20 por ciento más de volu-

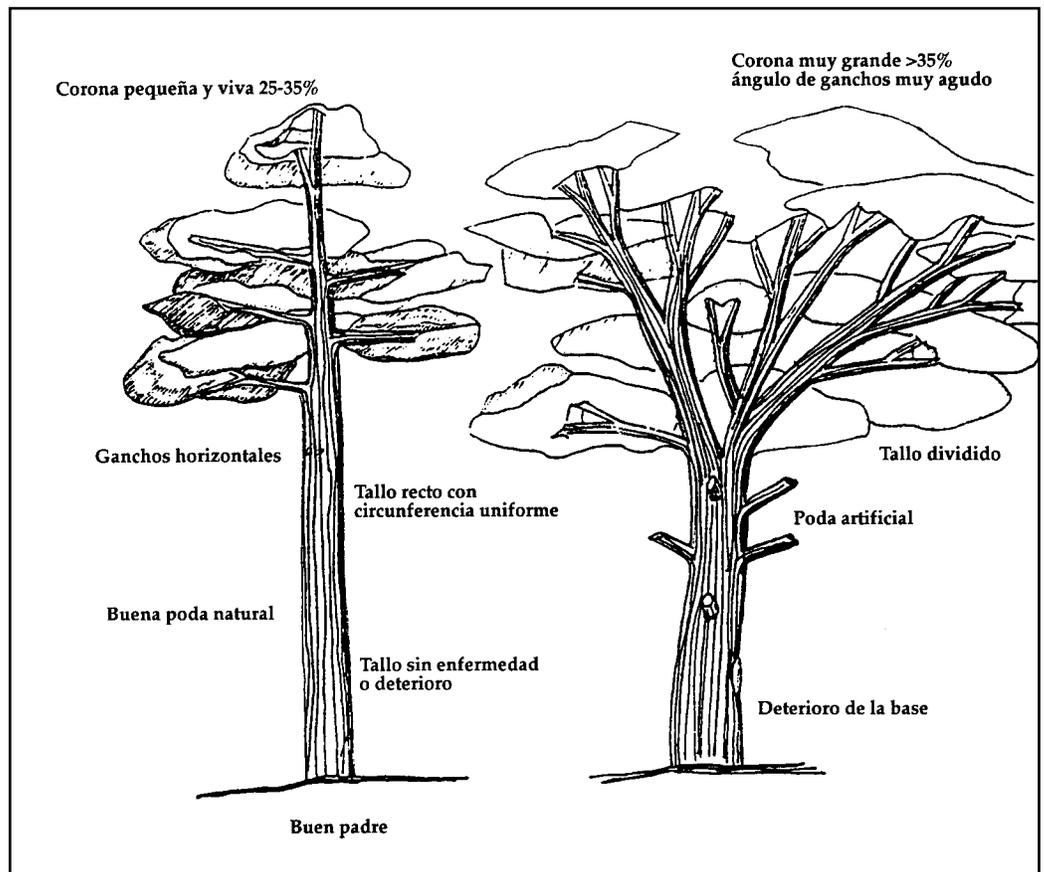


Ilustración 7.4 Guías para la selección de semillas de árboles padre.

men cuando adultas que la progenie de árboles de padres no superiores. Cuando compre las semillas trate de hacerlo de compañías con buena reputación que garantizan cierto porcentaje de germinación (el Apéndice III provee una lista de compañías). Transporte las semillas coleccionadas en sacos de canvas liviano, sacos de papel y cajas abiertas; evite el uso de sacos plásticos pues éstas atrapan la humedad y fomentan el desarrollo de hongos en las semillas.

Inspección y limpieza—El procesamiento de semillas incluye el secamiento y la extracción de los conos para pinos, de vainas para caoba, y de pulpa para kadam. La limpieza incluye la remoción de semillas lesionadas; reducir o mantener el contenido de humedad apropiado y si necesario, la aplicación de tratamientos protectores como los fungicidas. El objetivo final para cada tipo de fruto es el mismo: lograr la máxima producción de semillas limpias con alta viabilidad.

Luego de la colección, seque las semillas y los frutos no pulposos en bombos levantados que permiten el paso del aire y reducen el daño por roedores (Ilustración 7.5). Para operaciones grandes se pueden utilizar secadores solares en hornos. Antes de secar, elimine cualquier semilla con signos visibles de enfermedad, insectos, hongos o humedad. El exceso de humedad y los hongos son la causa de la mayor parte del daño que ocurre en las semillas recién recogidas o almacenadas.

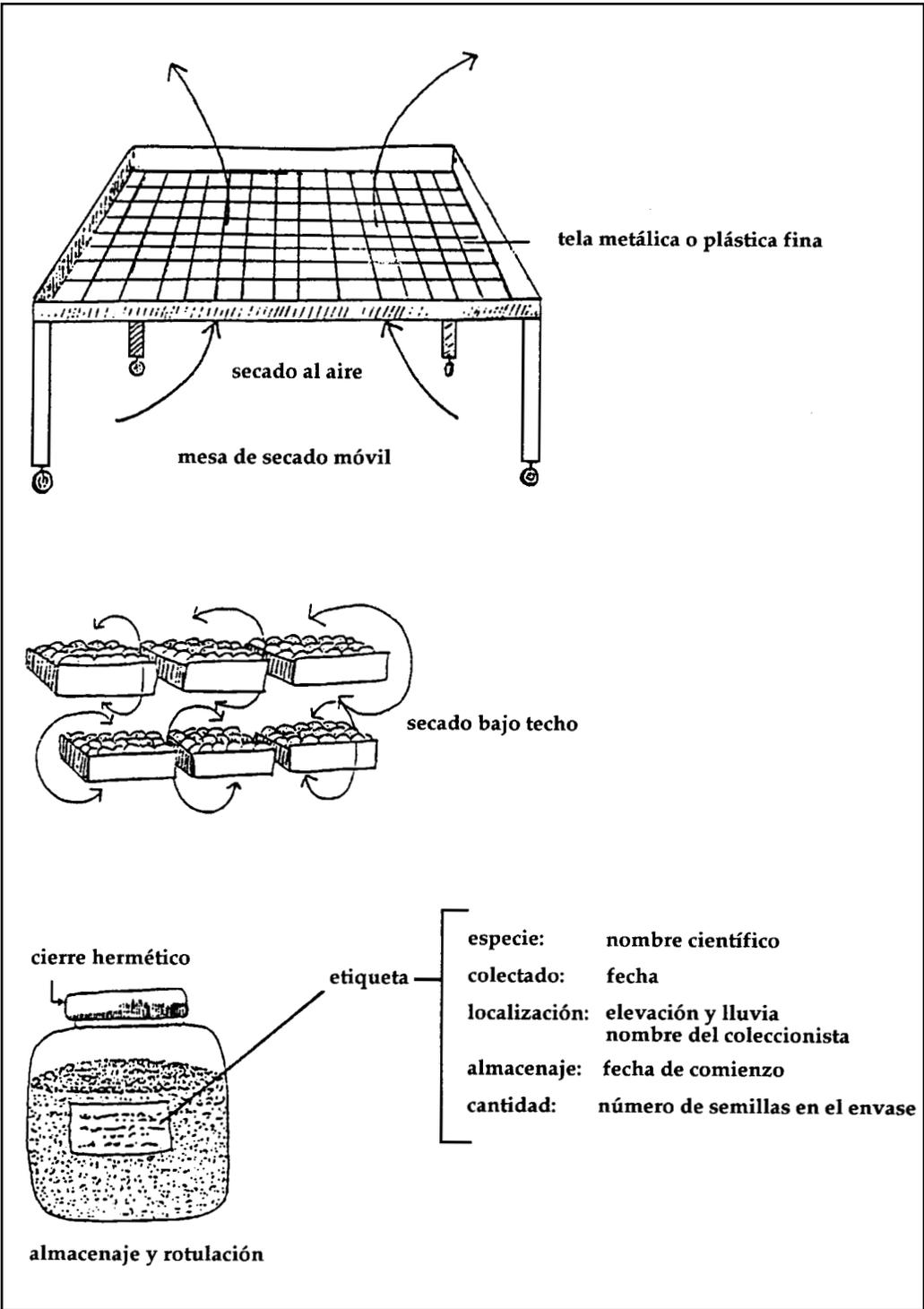


Ilustración 7.5 Extracción de semillas, secado y almacenaje. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

Corte los frutos pulposos y colóquelos con las semillas en un cubo con agua. Afloje la pulpa manualmente o con una máquina; el tipo, la cantidad y el valor del fruto determinarán qué método se utiliza. No importa el método utilizado, se debe hacer rápidamente porque si no, ocurrirá fermentación y las semillas se dañarán por el exceso de humedad y el contenido de azúcar en la pulpa. Seque las semillas con los mismos métodos utilizados para procesar los conos y vainas.

Contenido de humedad y almacenamiento—Para mantener una alta viabilidad en las semillas por largos períodos de tiempo es esencial mantener la humedad y la temperatura baja. Cuando la humedad es alta las semillas comenzarán a germinar prematuramente en los envases, desarrollarán hongos o sufrirán ataques por insectos. El reducir la humedad entre un 10 a 12 por ciento eliminará la mayor parte de estos problemas.

Luego de secarse, algunas semillas como la caoba, no pueden almacenarse por períodos mayores de 2 a 3 meses. Para almacenaje a corto plazo, conserve las semillas a baja humedad y a temperaturas de 18 a 20 °C (55 a 68 °F) en recipientes bien aireados, guardadas en bolsas o recipientes sellados dentro de un refrigerador. En ambos casos, la humedad interna de la semilla se estabilizará entre 12 y 18 por ciento.

Para el almacenamiento a largo plazo, algunas semillas, como los pinos, pueden ser congeladas a temperaturas de 0 °C (32 °F) o inclusive a temperaturas más elevadas. Antes de congelarse, la humedad interna de las semillas debe ser de 5 a 10 por ciento. Durante el período de almacenaje, se deben hacer inspecciones periódicas a intervalos de 6 meses para determinar los cambios en la humedad de las semillas.

Para medir el contenido de humedad de semillas, se usa el método de horno de aire. Pese dos muestras representativas por lo menos a un lugar decimal, seque a 103.2 °C (217 x 4 °F) por 17 x 1 hora, y pese de nuevo después que se enfríen en el secador por 30 a 40 minutos. El porcentaje de humedad (es decir el contenido de humedad de las semillas) se obtiene dividiendo el peso del agua perdida en la secada por el peso mojado, o el peso antes de secarse, y multiplicando el resultado por 100. Si los resultados para los dos lotes difieren por 0.5 por ciento o más, se deberá hacer otra determinación, siguiendo los mismos procedimientos.

Por ejemplo, presuma que el peso mojado de una clase de muestra duplicada, A y B, sea 20.2 y 20.1 gramos. Después de 17 horas los pesos secos para A y B serán 18.0 y 18.1 gramos.

Los contenidos de humedad de las semillas serán:

$$A. \frac{20.2 - 18.0}{20.2} \times 100 = 10.9 \text{ por ciento}$$

$$20.2$$

$$B. \frac{20.1 - 18.1}{20.1} \times 100 = 10.0 \text{ por ciento}$$

$$20.1$$

Dado que la diferencia entre las dos determinaciones es mayor que 0.5 por ciento, otra clase de determinaciones debe ser hecha. Si las diferencias todavía sobrepasan 0.5 por ciento, revise que las técnicas de pesar estén correctas e inspeccione que la balanza esté funcionando apropiadamente.

Si es conocido que el contenido de humedad de las semillas excede 17 por ciento, las submuestras de semillas son pesadas, presecadas a 55 °C (131 °F) de 5 a 10 minutos, repesadas después que se enfrían y entonces corridas a través de la técnica de aereación de horno. El porcentaje de humedad se encuentra dividiendo el peso del agua perdida en las dos secadas por el peso inicial mojado.

Los envases para el almacenamiento a largo plazo deben ser cubiertos de parafina y atornillados apretadamente para restringir la exposición a la humedad y al aire. Para el almacenamiento a corto plazo, los sacos de plástico son económicos y efectivos si se amarran apropiadamente. En ambas circunstancias, la rotulación de la información es esencial (Ilustración 7.5), particularmente para lotes importados de zonas climáticas y elevaciones diferentes de las que van a ser reforestadas.

Tratamiento antes de la siembra—El tratamiento de semillas antes de la siembra es necesario para semillas con reposo vegetativo interno que puede retrasar la germinación por meses o años. Un ejemplo clásico es la semilla de teca que quizás no puede germinar hasta 2 ó 3 años después de la siembra. El reposo vegetativo puede ser beneficioso para la sobrevivencia de una especie, posponiendo la germinación hasta que condiciones más favorables al crecimiento existan para la sobrevivencia de las plántulas. La germinación irregular y retrasada es desastrosa para los viveros, porque las plantas deben alcanzar tamaño uniforme para la plantación en fechas específicas. El propósito de tratamientos previos es abreviar el reposo vegetativo para obtener una germinación más uniforme.

El reposo vegetativo externo y la capa de las semillas pueden ser eliminados por químicos o rompiendo mecánicamente la capa impermeable que rodea las semillas (ejemplo, casi todas las legumbres y la teca). Remojar la madera en agua fría o caliente es uno de los métodos químicos de tratamiento previo de semillas. Las especies de semillas grandes como las legumbres y la teca tienen mejores resultados en agua caliente. El método de humedecimiento en agua caliente envuelve el calentamiento del agua a temperaturas de 77 a 100 °C (171 a 212 °F), poniendo las semillas en agua con por lo menos cuatro a cinco veces su volumen y permitiendo que las semillas se remojen en el agua que se va enfriando gradualmente por 12 a 24 horas. Algunas especies tienen semillas que toleran solamente 30 segundos (*Acacia mangium*) a unos pocos minutos (*Leucaena*) humedeciéndose en agua caliente; éstas deben ser templadas en agua fría antes de que el largo período de remojo a temperaturas de laboratorio comience. Surgen dificultades en:

- Normalizar esta técnica.
- El mantenimiento del control preciso del tiempo de remojo y la temperatura.
- El tratamiento de lotes con semillas grandes.

El proceso de germinación de semillas coníferas ha sido adelantado cuando éstas se remojan en agua en o cerca de temperaturas heladas por unos días o hasta por dos semanas; el método de remojo en agua fría no es satisfactorio para semillas de cáscaras duras para las cuales se usa la escarificación ácida. Se ha aumentado el porcentaje germinativo de la *Terminalia ivorensis* (desde 30 hasta 50 a 70 por ciento) en Ghana cuando se alterna el remojar por el día en agua y el secar en la noche 7 días antes de la siembra. El período de germinación de la *P. caribaea* fue reducido por el remojo de semillas en agua a temperaturas bajas durante 48 horas antes de germinar.

La escarificación mecánica de semillas se hace utilizando filos, hojas de afeitar y cabestrantes guiados por motores ó a mano que estén cubiertos con papel de lija. Se necesitan exámenes tanto en la germinación en lotes pequeños como en la escarificación ácida, para determinar el tiempo de tratamiento óptimo. Esto será verificado por el hinchamiento de la semilla después que el agua se levante o por la examinación visual con un lente manual. El sobre tratamiento dañará las semillas y la germinación será reducida o las semillas sucumbirán rápidamente al ataque del hongo.

Las ventajas de la escarificación mecánica son:

- Menos riesgos de lesiones para los trabajadores.
- No hay necesidad de controlar la temperatura.
- Las semillas se mantienen secas durante el período previo al tratamiento, permitiendo el cultivo inmediato posteriormente.

Las desventajas son:

- Las semillas son fácilmente dañadas por el sobre tratamiento.
- Los lotes grandes requieren un equipo especial.
- Las semillas escarificadas son quizás más fácilmente dañadas que las semillas no escarificadas.
- Las semillas con resina o pulpa suave no pueden ser usadas en envases cubiertos de papel de lija.

La escarificación ácida con ácido sulfúrico (H_2SO_4) de grado comercial realizará lo equivalente a la escarificación mecánica. Sin embargo, se necesitan controles de seguridad rígidos y muchas precauciones. Para determinar el tiempo correcto de inmersión, remoje los lotes de semillas pequeñas en agua que esté a temperatura de laboratorio de 1 a 5 días. El mejor tratamiento es el remojo en agua ácida ya que rinde el porciento más alto de abultamiento en las semillas (causado por la cantidad de agua que retienen) sin quemarlas o exponer la endoesperma. Otra alternativa es poner la semilla en una pila cónica en una superficie dura y plana; aplicar ácido a razón de un litro por 36 kg (79 libras) de semilla; mezclar cabalmente con una pala y enjuagar y secar.

Las ventajas de la escarificación con ácido son:

- Se requiere poco o ningún equipo especial.
- Bajo costo.
- Recuperación del ácido para futuros tratamientos (a menos que se use el método de pila).

Las desventajas son:

- La duración del tratamiento debe ser determinada cuidadosamente.
- La temperatura debe ser controlada, particularmente cuando los lotes grandes son tratados de antemano.
- Los trabajadores encaran peligros potenciales de quemaduras por el uso del ácido.

Si utiliza el ácido, nunca añada agua a éste porque puede ocurrir una explosión o reacción violenta.

Además de la cáscara o reposo vegetativo, uno deberá manejar el reposo secundario o interno de algunas semillas de árboles, especialmente para las especies de latitudes frías y templadas o para especies que crecen a elevaciones altas dentro de áreas tropicales. Antes de que estas semillas germinen, deben experimentar cambios químicos o biológicos en donde el embrión de la semilla debe crecer y desarrollarse adicionalmente. La escarificación fría ocasiona estos cambios.

En escarificación fría, las semillas son almacenadas en un medio bien aireado como el musgo y dejadas a temperaturas bajas de 1 a 4 °C (34 a 39 °F) durante 2 a 4 meses. Se deben tomar un número de precauciones. Almacene las semillas sueltas, nunca las empaquet, en las bolsas de plástico o lona que son usadas con frecuencia para almacenaje. Para *Pinus tadea*, las semillas son remojadas toda una noche con agua fría en el refrigerador. Después las semillas son escurridas, envueltas en musgo, encerradas en bolsas de plástico y almacenadas a 4 °C (39 °F) por 30 a 60 días.

Inspeccione las semillas y los medios cada dos o tres días para asegurarse que la humedad es adecuada. Si la escarificación es de 30 días o más, saque las bolsas afuera e inspecciónelas cada dos semanas para formación de hongos o sequedad. Un olor a alcohol será indicativo de aereación pobre y un signo de que la respiración anaeróbica está ocurriendo.

Al final del período de escarificación remueva y limpie las semillas a través de un baño de agua, después séquelas. Se recomienda el cultivo inmediato porque si se secan demasiado tiempo antes de la siembra ésto podría inducir un segundo reposo.

Porcentaje de germinación—Hasta en condiciones ideales no todas las semillas germinarán. Primero, determine qué porcentaje de las semillas que tiene germinarán; luego puede calcular cuántas semillas debe sembrar para obtener un cierto número de plántulas.

El procedimiento para probar el porcentaje de germinación envuelve tomar un número conocido de semillas, remojarlas en papel toalla, en platos petri o en trapos y periódicamente registrar el número actual que germine. La arena esterilizada es otro medio de germinación que es ampliamente usado. Las semillas germinadas son usualmente descartadas para evitar los hongos; el agua que se necesita es añadida para conservar las semillas y el medio de germinación húmedo.

Por ejemplo, tome un lote de 100 semillas que son inspeccionadas después de 7, 14, y 21 días. La cantidad acumulativa de semillas germinadas fue 40, 75, y 85. Los porcentajes correspondientes a la germinación acumulativa son:

$\frac{40}{100}$	semillas germinadas semillas originalmente	7 días × 100 = 40 por ciento
$\frac{75}{100}$		14 días × 100 = 75 por ciento
$\frac{85}{100}$		21 días × 100 = 85 por ciento

Dado que existe gran variación en la germinación entre semillas, la prueba de porcentaje de germinación debe ser repetida dos ó tres veces y los resultados utilizados para calcular un promedio. Si los resultados de tres pruebas después de 21 días fueran 85 por ciento (el ejemplo dado), 80 por ciento y 75 por ciento, el porcentaje promedio de germinación es:

$$\frac{85 + 80 + 75}{3} = 80 \text{ por ciento}$$

Por lo tanto, si se necesitan 200,000 plántulas, se deberán sembrar 240,000 semillas para compensar por el 20 por ciento de semillas que no germinarán.

Siempre tome muestras al azar y de distintos envases, cubos de metal y cajas de almacenamiento. Para lotes muy pequeños la cantidad total de muestras puede ser de 25 o 50 en vez de 100. Se deben hacer por lo menos dos pruebas para cualquier cantidad, sea ésta pequeña o grande.

Recuerde que la viabilidad de la semilla es la capacidad de ésta para germinar y esto es diferente a la germinación o crecimiento. Puede haber viabilidad positiva sin que haya germinación. Pruebas breves y rápidas de viabilidad incluyen un corte con cuchillo para revelar embriones firmes, saludables, indemnes y manchas bioquímicas (embrionales) con tetrazolio.

Sistemas de Envases

Los sistemas de envases (tiestos) son usados cuando las condiciones de los lugares de repoblamiento forestal son muy difíciles (usualmente muy secas o expuestas) para que la cepa de raíces desnudas pueda sobrevivir. Hasta en sitios que no son tan críticos, las plántulas en envases tienen mayor probabilidad de sobrevivir que las cepas de áreas descubiertas. Otras ventajas y desventajas en relación a los sistemas de raíces descubiertas son:

Ventajas:

- No es necesario que haya buen terreno en el sitio en que se establece el vivero.
- El tiempo en el vivero es muy corto.

- Las raíces no son expuestas al sol o al aire durante la transportación al campo.
- El comienzo del crecimiento después de la siembra es más rápido.
- Es posible la extensión de la temporada de cosecha.

Desventajas:

- La cepa de envase es más cara de producir.
- Los tiestos individuales presentan problemas relacionados a la transportación al campo.
- Se pueden transportar pocas plántulas al campo en cada recorrido.
- La extracción de las plántulas de los tiestos es difícil a menos que la humedad del medio sea controlada.
- El peligro potencial a los sistemas de raíces es mayor si las plántulas son reempaquetadas para transporte al campo para conservar los envases de cavidades múltiples para la producción futura de plántulas.
- El riesgo de encuadramiento de las raíces después de la plantación de asiento es mayor.

Consideraciones sobre la forma y volumen del tiesto—Los envases usados más frecuentemente son: de barro (hechos a mano), tiestos de bambú (hechos a mano), sacos de plástico, macetas de papel alquitrán, lotes de metal, cartones de leche, etc. Cualquiera que sea el material, hay dos consideraciones importantes a tomar en cuanto a la forma y el volumen de los tiestos. Los tiestos grandes permiten mayores desarrollos y sistemas de raíces más largos y son mejores para sitios secos; los tiestos menores producen sistemas de raíces pequeñas, pero adecuados para sitios más húmedos.

El mayor tamaño de la maceta también significa que se necesita un volumen y peso mayor del medio en crecimiento para llenarlo. Si se utiliza un medio sintético para llenar las macetas, el costo se convierte en el factor limitante. El volumen también afecta el desarrollo de las plántulas y el tiempo que se mantienen en el vivero. Cuando el volumen disponible para desarrollo de la raíz ha sido usado, las plántulas deben ser sembradas en el sitio de asiento a la brevedad posible para evitar la estrangulación de la raíz y deterioro del vigor de la plántula.

Las macetas que se pueden reusar son más caras que las desechables pero pueden reducir los costos de producción a largo plazo. Lo ideal es escoger una maceta que provea el volumen y el crecimiento del sistema de raíces adecuado para los sitios que se están sembrando, después de permanecer un tiempo razonable en el vivero. Para pinos, esto significa permitir que las plántulas crezcan hasta 29 a 35 cm (10-14 pulgadas) en 6 a 8 meses, o en 4 a 5 meses si son “forzadas” a crecer rápidamente por el uso frecuente de fertilizantes y agua.

En general, tanto los sistemas que usan labor humana intensiva como los mecanizados siguen los mismos pasos básicos (Ilustración 7.6).

Selección y preparación del medio de siembra—Los medios de siembra son materiales baratos y fácilmente disponibles en la comunidad o aquellos que pueden ser importados económicamente. Las alternativas son: tierra solamente; mezclas de

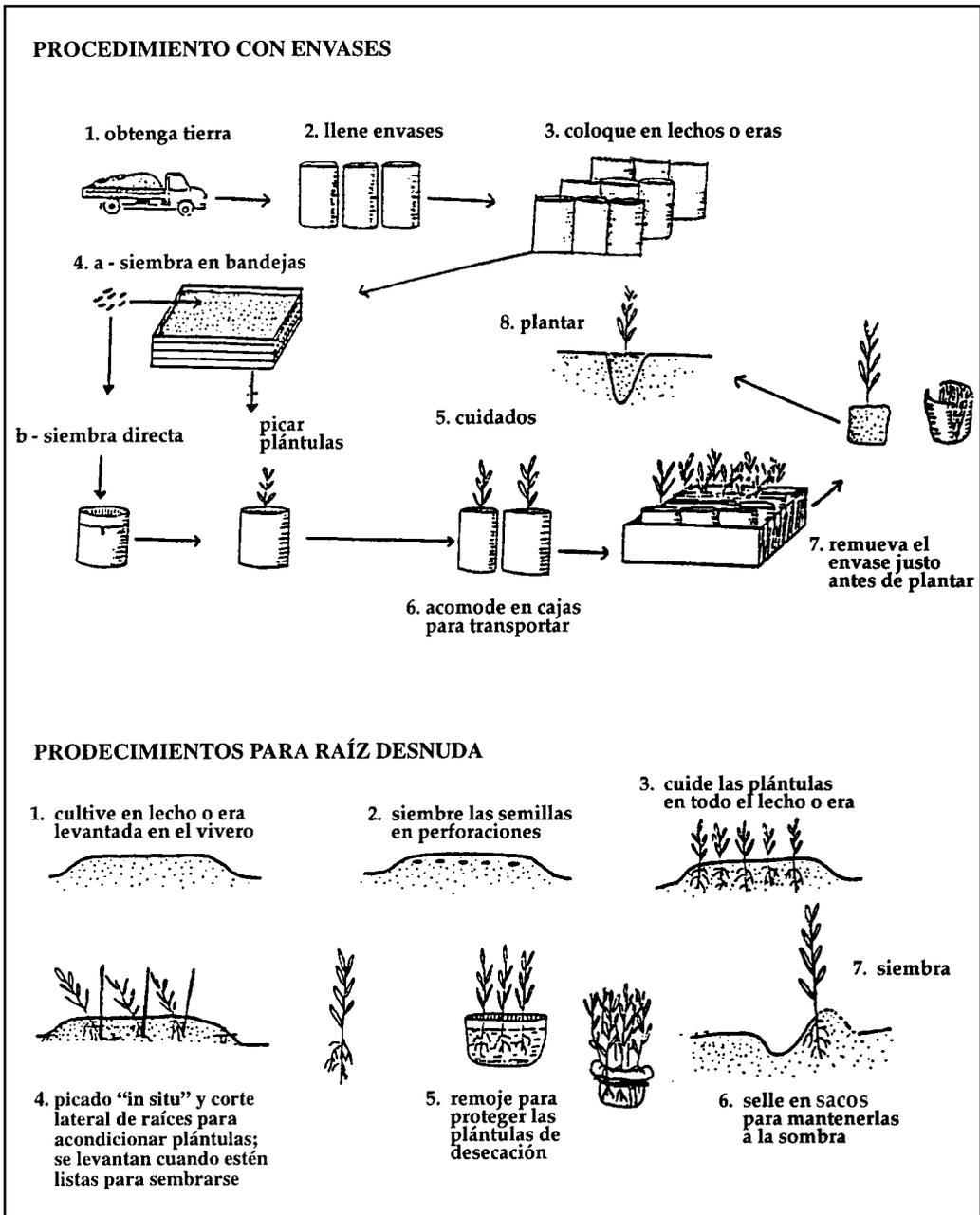
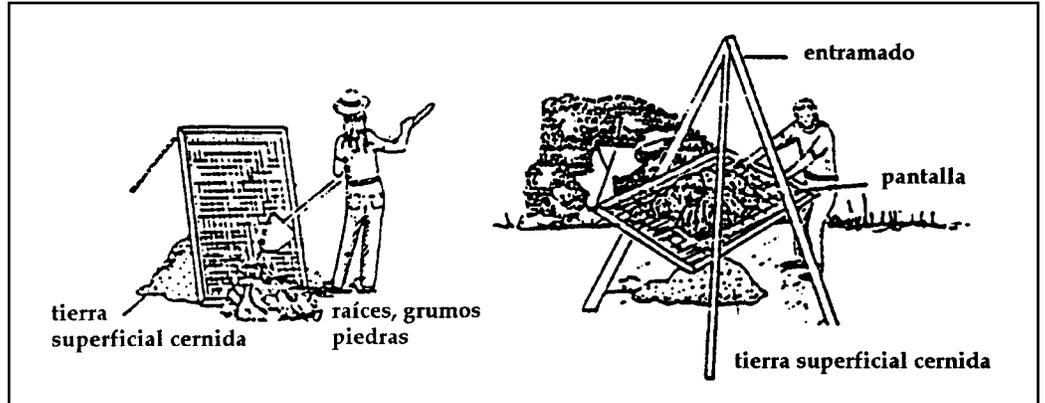


Ilustración 7.6 Procedimientos para siembra en envases y a raíz desnuda en el vivero. Adaptado de J. Evans (1982).



A - Pantallas para cernir las mezclas de tierra



B - Embudos para llenar sacos, tubos u otros envases



C - Mesa para llenar envases

Ilustración 7.7 Técnicas de envase. Adaptado de German Techncl Agency (GTZ) (1975).

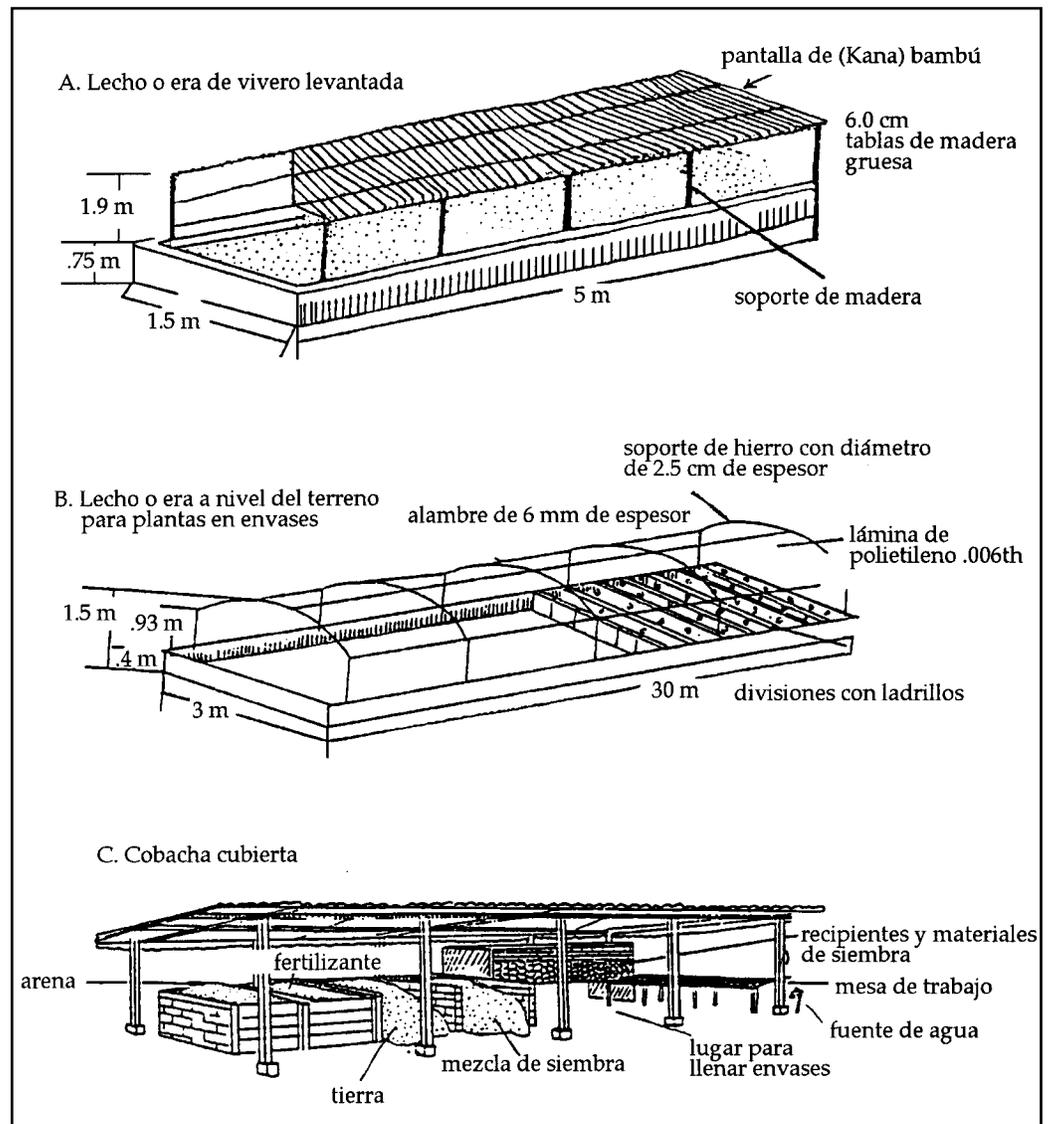
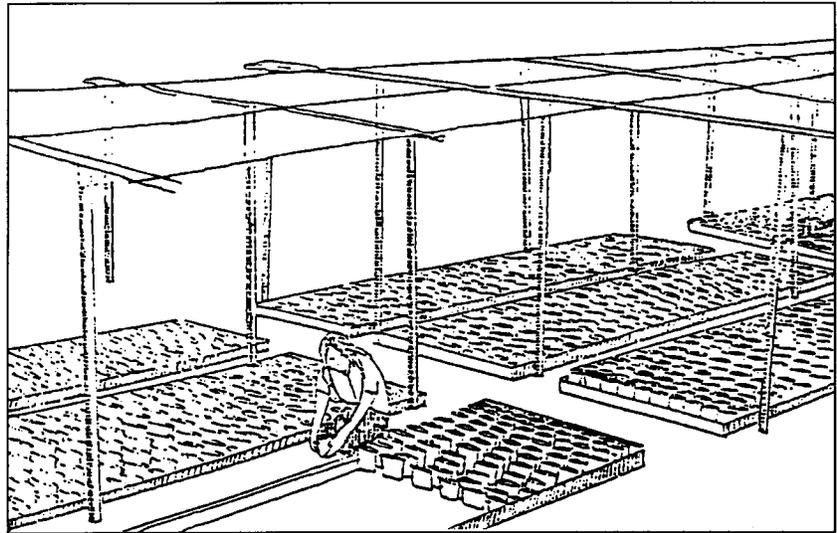


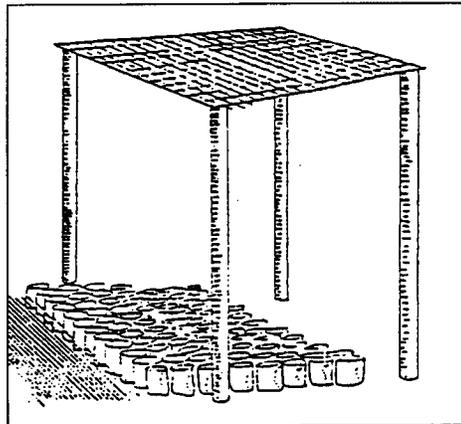
Ilustración 7.8 Estructuras para viveros. Los diagramas A y B de A. Krochmal, el diagrama C adaptado de German Technical Agency (GTZ) (1979).

tierra/arena; mezclas de material orgánico con varias proporciones de musgo, compost, desperdicios de caña de azúcar, arroz desvainado, polvo de sierra y corteza; y las mezclas sintéticas.

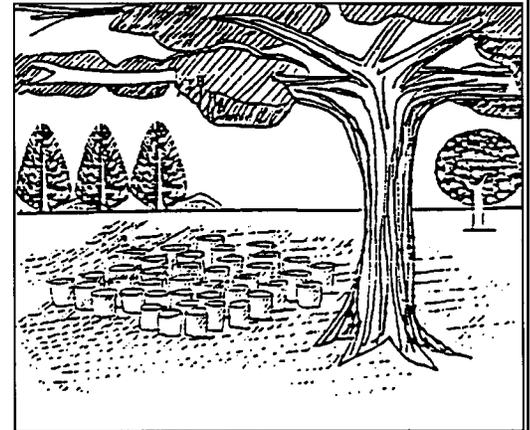
La tierra solamente es usualmente poco deseable por el exceso de peso. Sin embargo, si esto es lo único disponible, seleccione materiales arenosos o de tierra franca arenosa, no el barro (o arcilla), por las razones presentadas anteriormente. Las mezclas sintéticas y prefabricadas son usualmente muy caras, excepto para proyectos grandes y especializados con un énfasis considerable en la investigación. Las mezclas de material orgánico son deseables porque ellas pesan menos y poseen mejor textura y gran capacidad de retención de agua.



Pantallas para proveer sombra sostenidas por estructura en forma de T y cubiertas de plástico; se puede usar palmas o bambú en vez de plástico.



Enrejillado de paja o juncos sobre postes



Utilización de un árbol frondoso para proveer sombra a viveros transitorios.

Ilustración 7.9 Alternativas para proveer sombra en viveros. Adaptado de D.K. Paul (1972) y ACTION/Peace Corps (1977).

Los cocientes precisos de arena, tierra y estiércol o materiales orgánicos varían de acuerdo a los materiales locales usados. La fertilidad, el pH y la composición física son diferentes para los suelos de arena, arcilla y limo. Use las pruebas replicadas en el vivero para determinar la mejor proporción de mezcla para el medio de envase. Como punto de partida, trate una mezcla de 1:8:1 (por volumen) de tierra, arena de río y estiércol deteriorado o material orgánico.

Cómo llenar los tiestos—Pase la tierra por un colador o pantalla para remover grumos y piedras antes de usarse sola o con otros materiales (Ilustración 7.7A). Utilice embudos de metal y madera para guiar el medio de siembra a los envases (Ilustración 7.7B). El tener mesas de siembra con medios de siembra y tiestos a mano para ser llenados resulta muy práctico (Ilustración 7.7C), particularmente cuando están localizados bajo una sombra protectora (Ilustración 7.8C). Llene los envases de paredes rígidas directamente con una pala luego de colocarlos en línea en los lechos o eras de siembra. Evite que el exceso de la tierra se derrame entre las macetas, ya que las hierbas crecerán fácilmente entre los espacios.

Mientras algunos trabajadores llenan las macetas, otros pueden ponerlas diestramente en líneas o hileras (Ilustración 7.9). Dado a que las plántulas sufren un doble choque, primero al ser removidas del lecho de germinación sombreado al sol y luego por el trasplante, debe proveerse sombra en un 30 a 50 por ciento del tiempo a los trasplantes por lo menos por dos semanas; para los tiestos sembrados directamente se debe proveer un 20 a 30 por ciento del tiempo a la sombra por el primer mes. Los métodos para sombrear las plantas pueden ser simples o complejos, utilizando marcos-T de madera y árboles de sombra para operaciones de viveros transitorios muy temporeros (Ilustración 7.9) o marcos de metal especialmente contruidos para estos propósitos (Ilustración 7.8A y B).

Siembra y cuidado en las primeras fases—Los resultados de las pruebas de porcentajes de germinación determinan cuántas semillas son actualmente necesarias para obtener un número específico de plántulas. Siempre permita al menos 20 por ciento

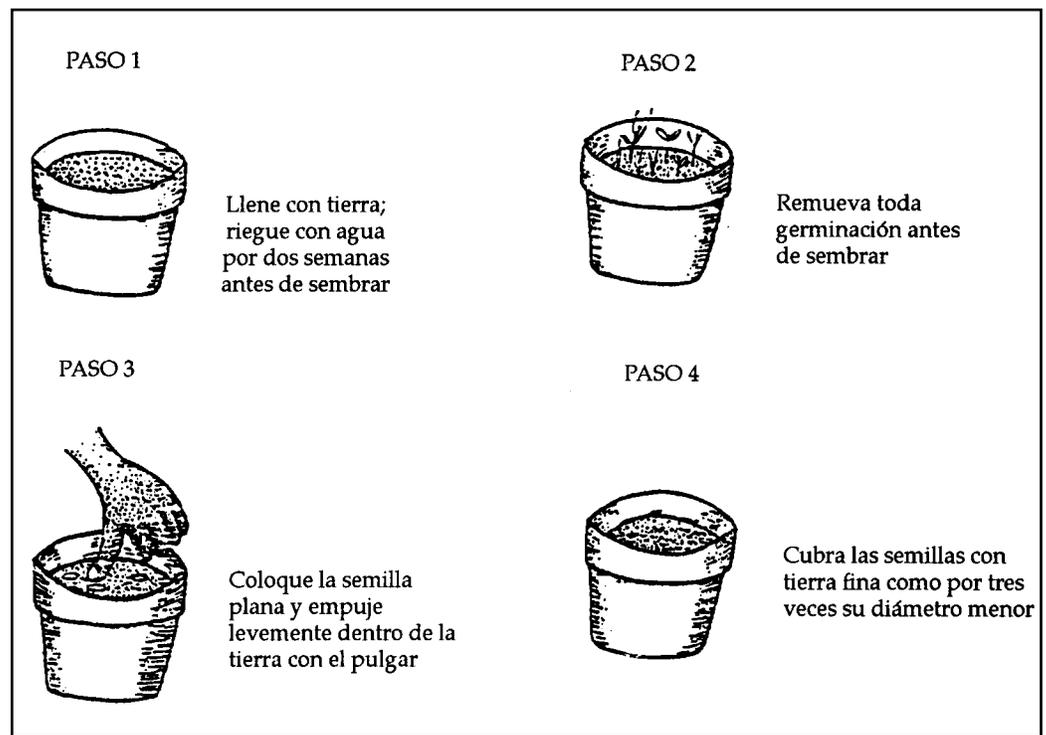


Ilustración 7.10 Procedimiento para siembra de semillas medianas a grandes. La misma técnica se utiliza al sembrar en lechos o eras levantadas. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

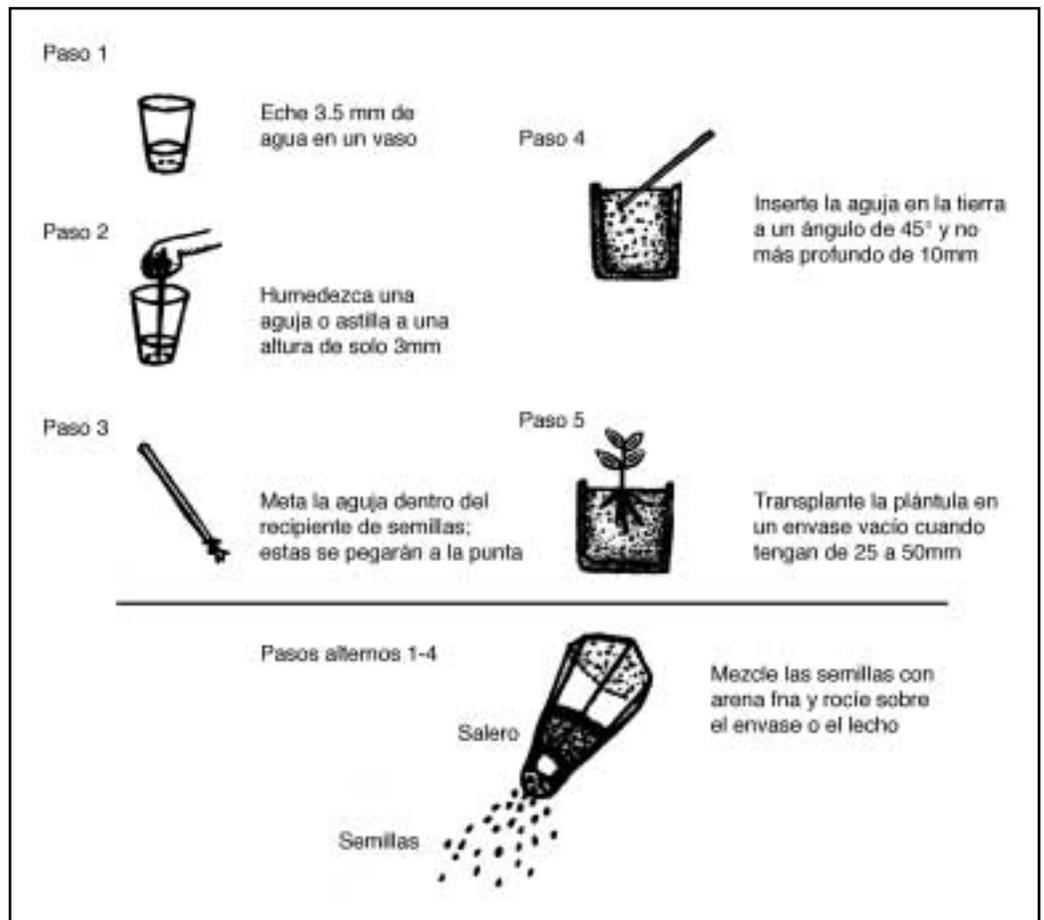


Ilustración 7.11 Siembra de semillas muy pequeñas como el eucalipto y el kadam. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

para mortalidad natural y para desecho en el vivero. Por ejemplo, si se necesitan 15,000 plántulas, el porcentaje de germinación es 85 por ciento, y 20 por ciento es la mortalidad admisible, entonces se requieren 21,250 semillas:

$$15,000 + (15,000 \times 0.15) + (15,000 \times 0.20) = 21,250$$

donde 0.15 representa el fracaso de germinación y 0.20 el potencial de mortalidad.

Las semillas son sembradas en dos formas:

- Las grandes (pinos, melina; Ilustración 7.10) van directamente al medio de siembra.
- Las que son muy pequeñas (eucalipto y kadam) primero se ponen en el medio sobre un plano o semillero de metal o madera y unos días después de germinar son transplantadas a las macetas (Ilustración 7.11).

Medios de semillas—Los medios posibles para planos o semilleros son la vermiculita, arena de río lavada y esterilizada, mezclas de tierra y arena, desechos de arroz y papel toalla para semillas muy pequeñas (Ilustración 7.11). Esterilice la arena y las mezclas de arenas y tierra primero utilizando un tratamiento químico como el bromuro

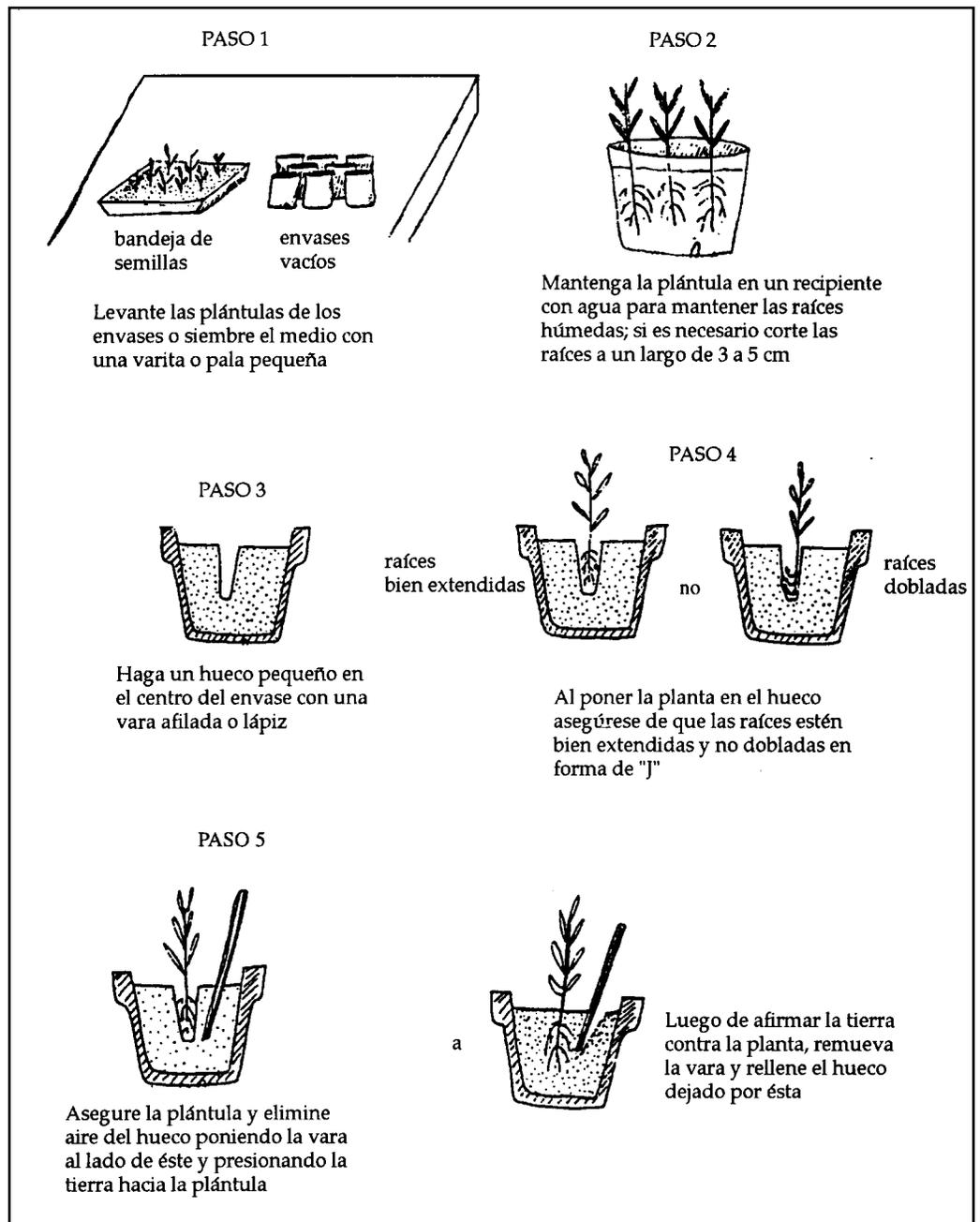


Ilustración 7.12 Procedimiento de trasplante de plántulas.

metálico, la inmersión con vaporización, o el secado por calor en un horno (> 120 °C [248 °F] por 2 horas) para evitar el surgimiento anterior o posterior de humedad. Si se usan químicos, lea todas las instrucciones con cuidado y siga todas las precauciones de seguridad. La vermiculita requiere costos adicionales pero es ideal para los semilleros de germinación ya que es estéril, tiene un pH mixto y tiene un tamaño óptimo de partícula, permitiendo a la humedad pasar entre las semillas y el medio sin restringir el

nuevo desarrollo de raíces. Para semillas de tamaño mediano a grande como las de pino, siembre a razón de 100 semillas por cada área de 30 × 30 cm (12 × 12 pulgadas).

Cubra las semillas con 6 a 10 mm (0.1 a 0.4 pulgada) de vermiculita, cáscara de arroz o arena fina esterilizada. Este tratamiento facilita el brote de las plantas mejor que el usar tierra solamente. El empujar las semillas grandes muy hondo evitará su nacimiento, particularmente si se usa una mezcla de arena y tierra. Para la caoba, remueva los lóbulos antes de poner la semilla plana en el medio de germinación. Nunca empuje la semilla en el medio de modo que los lóbulos sobresalgan ya que esto produce la formación de raíces en forma de "J" (Ilustración 7.12). Coloque las bandejas y tiestos en un lugar con un 20 a 50 por ciento de sombra (Ilustración 7.9). Reduzca gradualmente la sombra a medida que las semillas crecen hasta lograr 100 por ciento de exposición a la luz solar antes del trasplante.

Riego—Coteje la humedad en el medio de germinación por lo menos dos o tres veces al día; si el medio se siente húmedo al contacto con los dedos, pero no se puede exprimir agua de éste, la humedad es adecuada. Si se riega demasiado, remueva temporeraamente de la sombra para acelerar la evaporación. Para evitar que las semillas pequeñas sean lavadas de los lechos al regarlos se necesita utilizar un riego muy fino desde arriba con boquillas de irrigación, bombas de mochila o latas rociadoras.

Trasplantes—El tiempo para trasplantar o picar las plántulas (Ilustración 7.12) de las bandejas de semillas a recipientes varía por especie. Para pinos el trasplante óptimo ocurre entre 3 a 6 días luego de germinación y antes de que la cubierta de la semilla se descarta. Especies con semillas más pequeñas como el eucalipto deben tener por lo menos 2 cm de altura. Las plántulas que no han germinado bien, de acuerdo a experiencia pasada, o que lo hacen muy lentamente, deberán ser desechadas. Las germinaciones tardías son indicativas de fisiología inferior y no se desempeñarán bien en el campo. Una excepción es la teca, como mencionáramos con anterioridad.

El evitar los sistemas de raíces en forma de "J" es muy importante para picar las plántulas (Ilustración 7.12). Si se plantan en el campo, las plántulas con sistemas de raíces deformes o enfermos tienen un crecimiento muy pobre. Si sufren daños por vientos cuando ya mayores, las plántulas o árboles jóvenes que tienen sistemas de raíces pobres sufren más daño por los insectos y/o las enfermedades.

Cuidos posteriores—Los envases con plántulas trasplantadas se pueden alinear en el suelo, en otras superficies (Ilustración 7.9, 7.13A) o en lechos permanentes levantados o a nivel del suelo (Ilustración 7.8, A y B).

Antes o después del trasplante, las plántulas de coníferos deberán ser inoculadas con hongos micorraizales. Para las áreas que no tienen coníferos nativos los hongos micorraizales tendrán que ser importados. De otra forma, recoja humus o barujo semi-descompuesto de los 2 cm superiores (0.8 pulgadas) de los suelos minerales en una plantación o bosque, muélos e incorpóelos al medio para los envases. Otra alternativa es mezclar inóculo con la mezcla del medio (2 por ciento por volumen) antes de llenar el recipiente.

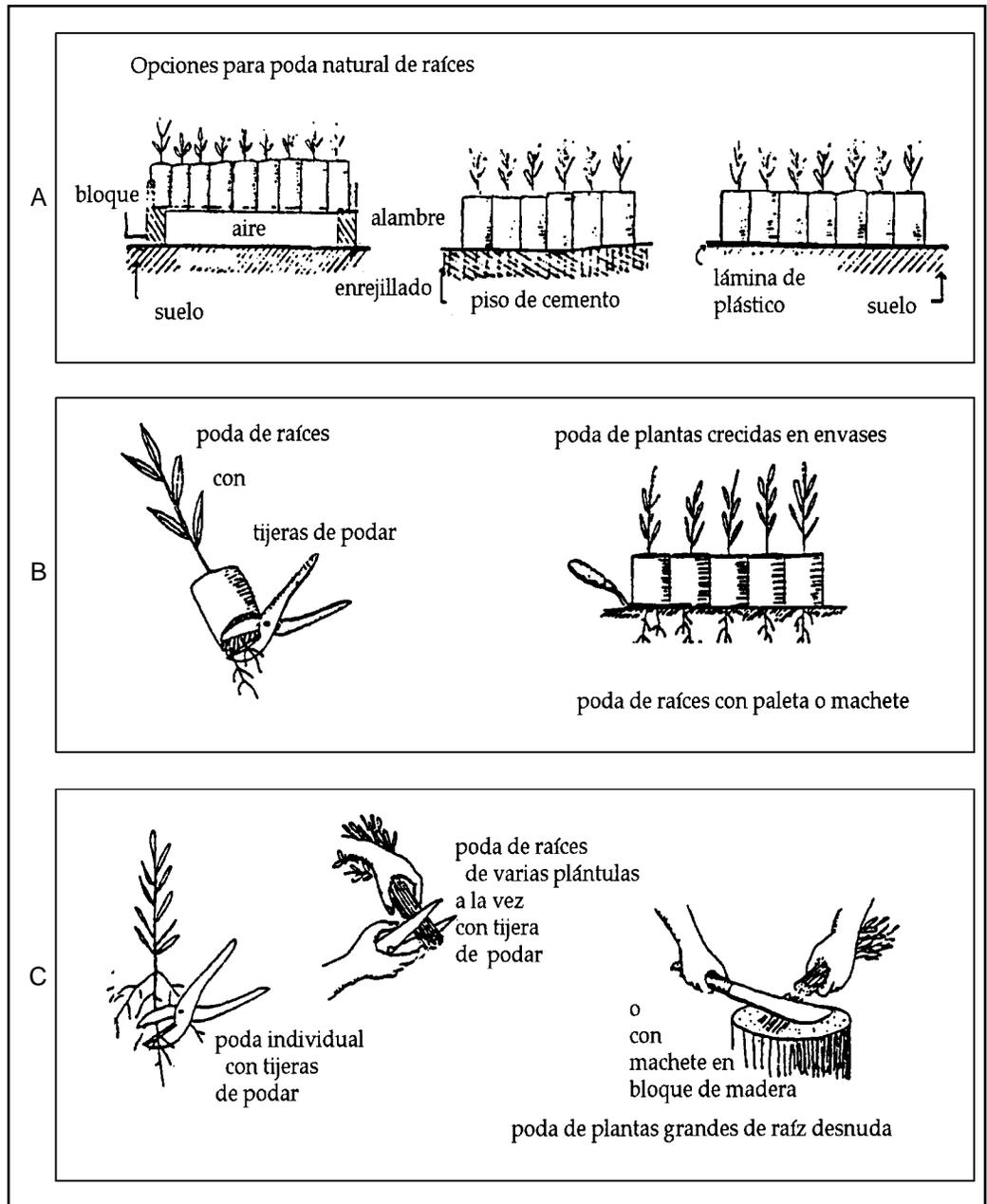


Ilustración 7.13 Poda y remoción de plántulas para la siembra. Adaptado de German Technical Agency (GTZ) (1975).

Coteje la humedad del medio en los envases cada día, usando el tacto, como se ha descrito con anterioridad. La frecuencia del riego dependerá de los componentes del medio, la estación del año y la exposición del vivero. Las pérdidas de agua serán menores temprano en la mañana o al atardecer cuando los rayos solares son más indirectos.

Según se desarrollan las plántulas, algunas sobrepasarán a otras en altura y desarrollo de follaje. Las de crecimiento rápido estarán listas para trasplante antes que las de crecimiento lento. Cuando los obreros son abundantes, las plántulas de distintos tamaños se pueden agrupar en áreas distintas del vivero, varias veces durante su desarrollo. Nunca permita que el crecimiento rápido de unas pocas plántulas afecte el crecimiento de las otras circundantes.

Las yerbas deberán ser jóvenes, pequeñas y suculentas cuando se remuevan de los envases. Esto causa daños mínimos al sistema de raíces de las plántulas y previene el que las yerbas echen semillas. La labor manual es suficiente para el desyerbo, excepto en las orillas de los lechos donde será necesario la utilización de herramientas pequeñas para la eliminación de las yerbas más grandes.

El estado de fertilidad de las plántulas se debe cotejar continuamente. Si utiliza fertilizantes, siga las guías de la sección sobre nutrición del vivero y fertilizantes.

Todos los envases necesitan algún tipo de drenaje, que usualmente se provee por pequeñas perforaciones en el fondo. Sin embargo, cuando los recipientes descansan en la tierra, las raíces tenderán a crecer a través de éstas. Si esto sucede, el remover los envases para el transporte se dificulta y los sistemas de raíces se pueden dañar. Se puede promover la poda natural de raíces por aire al colocar los envases en pantallas de alambre levantadas del suelo o en pisos de cemento o cubiertos de laminado plástico, de los cuales el exceso de agua rueda adecuadamente (Ilustración 7.13A). De otra forma, utilice tijeras (Ilustración 7.13B) o un machete (Ilustración 7.13C) para podar las raíces antes de levantar el envase.

Levantamiento y transporte—El riego se deberá reducir grandemente antes de remover los envases. Como unas 4 a 6 semanas antes del levantamiento reduzca el agua a un día sí y otro no. Una reducción progresiva del riego se puede continuar a menos que los árboles se pongan mustios. Si esto ocurre, riéguelos inmediatamente para prevenir daños permanentes. Un día o dos antes del levantamiento, los envases de tubo de espuma plástica deberán inundarse de modo que las plántulas puedan ser removidas en su totalidad sin que se partan los tallos o las raíces.

Mientras transporte las plántulas, manténgalas a la sombra el mayor tiempo posible. Empaque los recipientes de modo que evite el movimiento en el vehículo de transporte que puede causar daño al sistema de raíces. Dependiendo del largo del viaje y el tipo de transporte utilizado, puede ser necesario el hacer una o dos paradas para regar las plantas.

Si la siembra se retrasa, mantenga los envases en la sombra, provea agua, y colóquelos en trincheras llanas para conservar la humedad (Ilustración 7.14). Nunca permita que los envases que han sido levantados del semillero se queden sin atender durante un fin de semana antes de sembrarse. Si se planifica y ejecuta con cuidado la producción y la distribución de los itinerarios se evitarán los retrasos.

Sistemas de raíces desnudas—El material de raíz desnuda del vivero se puede producir por sistemas manuales o mecanizados. Los sistemas de raíz desnuda tienen ciertas ventajas y desventajas sobre los sistemas de envases:

Ventajas:

- Se evita el trasplante luego de la germinación.
- El cuidado de las operaciones mecanizadas es más fácil.

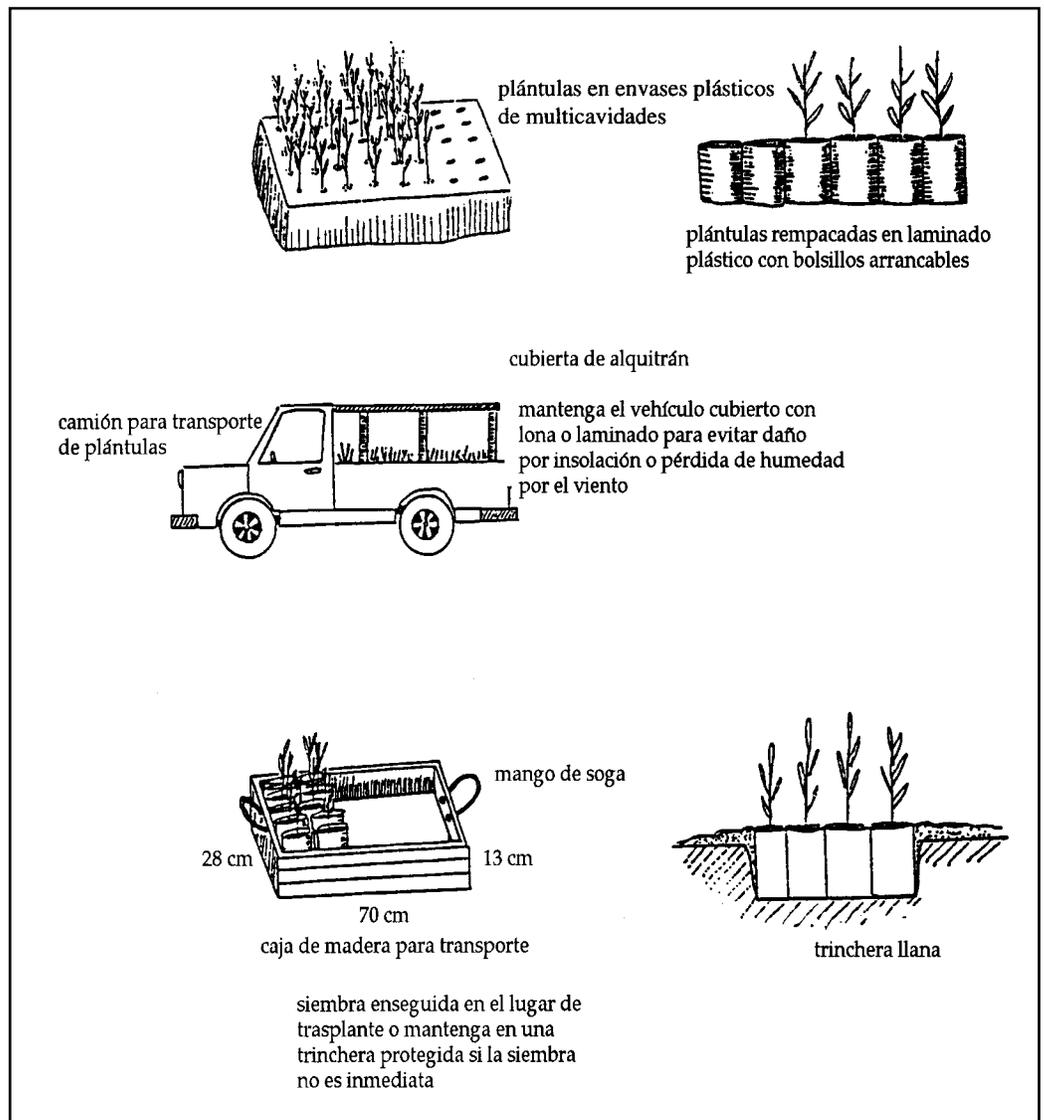


Ilustración 7.14 Transportación de plántulas del vivero a área de plantación.

- Se pueden producir más plantas por unidad de área.
- El transporte de las plántulas del vivero al campo envuelve menos peso, lo que permite llevar mayor número de plantas por viaje.
- El agrupar, manejar y empacar las plantas es bastante simple para el transporte.
- La siembra con máquinas es bastante simple con material de raíz desnuda.

Desventajas:

- Los lugares para viveros deben tener buenas características físicas y químicas si se desea hacer un uso permanente de éstos.
- Se necesita más espacio para los lechos en el vivero.

- El daño a las raíces es potencialmente mayor si éstas están expuestas al aire por un período largo luego de levantadas.

Las especies que crecen con éxito con sistema de raíz desnuda son *Pinus*, *Cordia*, y *Cedrela* sp., y la teca, *Gmelina arborea* y el kadam.

Orientación y preparación del lecho—La orientación de los lechos o eras para material de raíz desnuda en los trópicos puede ser de este/oeste, o como en las áreas templadas, de norte/sur. Las áreas tropicales se encuentran cerca del Ecuador y por lo tanto los rayos del sol son más directos que en latitudes más al norte o al sur. La orientación este/oeste provee sombra para los lechos pequeños cubiertos durante la parte más calurosa del día y ayuda a minimizar el material requerido para eficazmente proveer sombra a las plántulas. En viveros grandes, la orientación de los lechos es más influenciada por la disponibilidad de terrenos y la topografía existente.

Barbechos y cosechas para cubierta—El propósito de los barbechos y las cosechas de cubierta es tratar de reconstruir el nitrógeno y la materia orgánica en los suelos para la próxima cosecha de plántulas. Los lechos que han estado en barbecho deberán ararse de 4 a 6 meses antes de sembrar las semillas, permitiendo que las yerbas y malezas se descompongan primero. Los ciclos de siembra/descanso varían así como los de cosecha/descanso. Los especialistas en suelos o los agrónomos de la localidad pueden ayudar con sus recomendaciones. Dos tipos de ciclos posibles son 2/1 (ejemplo 2 años de producción de plántulas/1 año en barbechos) y 2/2. En algunos casos se puede utilizar una cosecha comerciable como cubierta.

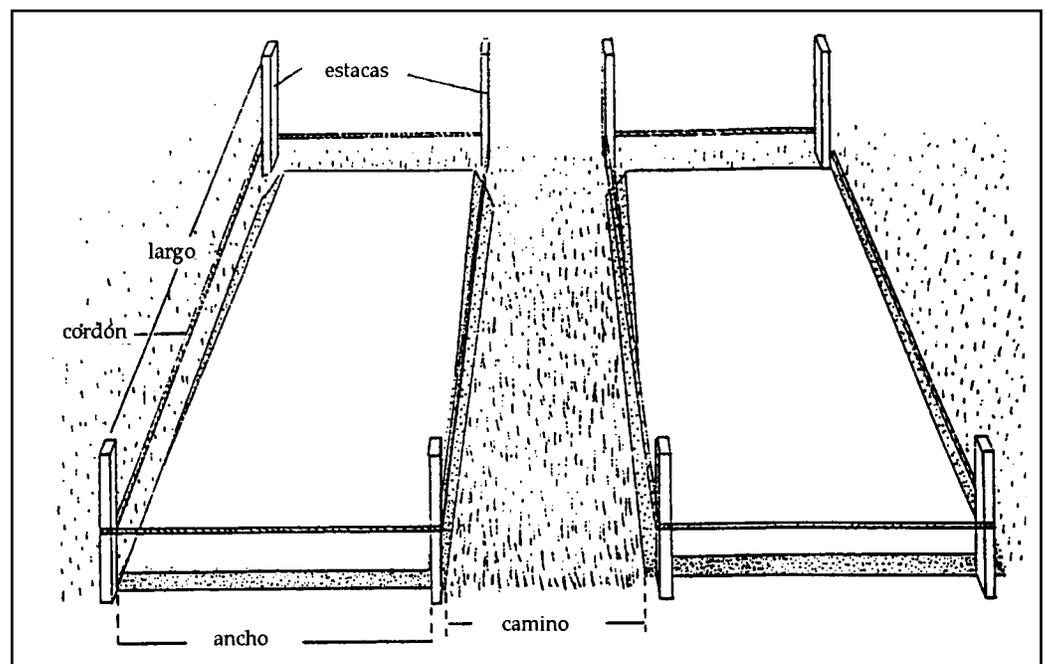
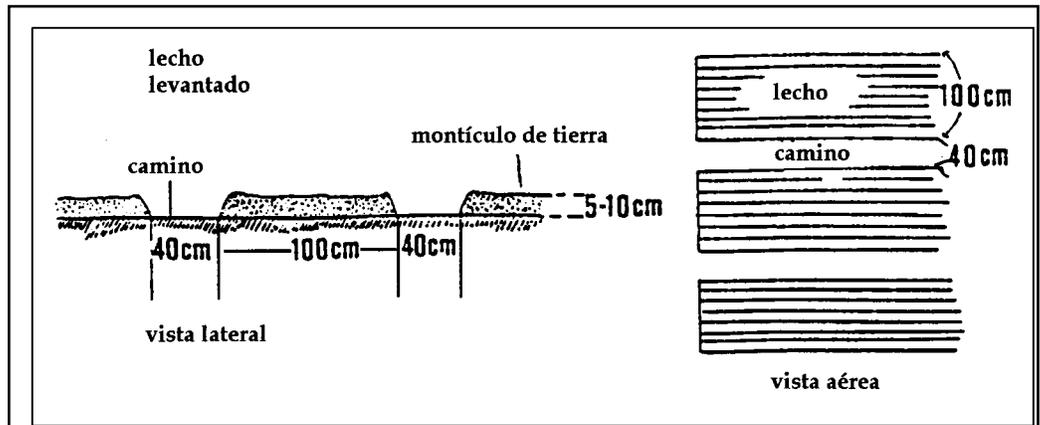
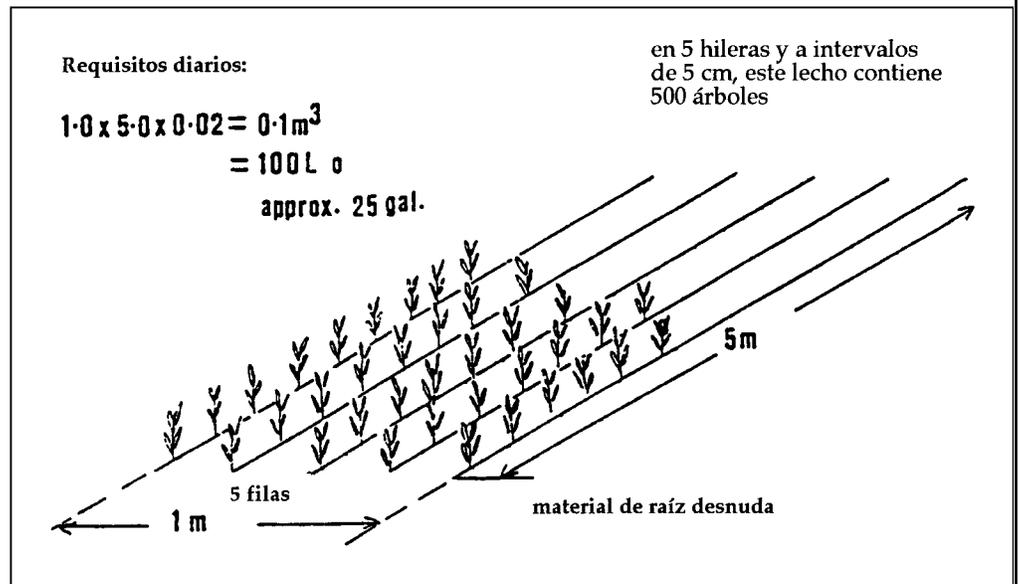


Ilustración 7.15 Método adecuado de arreglar las eras o lechos pequeños a nivel de suelo para plántulas de raíz desnuda o semilleros. Adaptado de Peace Corps (1982).



A. Lecho o era levantada para riego desde arriba



B. Cálculos de la necesidad de agua

Ilustración 7.16 Consideraciones de riego para un lecho del vivero. Diagrama B tomado de ACTION/Peace Corps (1977).

Cultivo—Los lechos son cultivados a mano o con caballos, buyes, mulas o tractores. Las operaciones mecanizadas tienen lechos de 60 a 100 m (197 a 328 pies) de largo; las operaciones manuales utilizan lechos tan cortos como 5 m (16 pies) (Ilustración 7.15). Lechos de tamaño estándar son de 1.2 m (4 pies) de ancho con siete hileras de plántulas (Ilustración 7.16). Los caminos deberán ser de por lo menos 45 cm (18 pulgadas) de ancho para permitir buen acceso y facilitar el desyerbo.

A través del tiempo, los tractores y el equipo pesado puede compactar el suelo o formar una tosca bajo los lechos. Para corregir este efecto hay que arar a una profundidad de 30 cm (12 pulgadas) o más, o pasar un escarificador de subsuelo a través (orientación de 90°) de los lechos.

Los lechos deben estar levantados o ser tipo montículo (Ilustración 7.16a). Esto se logra manualmente o con arados especiales si están disponibles. Los beneficios de levantar o monticular el lecho son:

- Los suelos sueltos en los montículos aumentan la aereación que es vital para un buen crecimiento de raíces.
- Los lechos levantados aumentan el drenaje y reducen el potencial para acumulación de agua.
- Las porciones levantadas del lecho quedan sobre el paso del tractor por lo cual no son afectadas por la compactación.

Esterilización de los suelos—Los viveros grandes fumigan los lechos rutinariamente antes de monticularlos. La esterilización de los suelos ayuda al control de malezas, nemátodos (gusanos), hongos patógenos y otras plagas de suelos que pueden destruir una cosecha entera de plántulas valorada en miles de dólares por hectárea. La esterilización se hace comúnmente por medio de fumigación con gases tales como el bromuro de metilo. Los fumigantes son tóxicos a los humanos y los animales. Por lo tanto sólo pueden utilizarse cuando todas las precauciones de seguridad se pueden seguir minuciosamente.

Para viveros pequeños se pueden utilizar otras alternativas de control de malezas como la utilización de herbicidas para prevenir el nacimiento de éstas o la saturación de los lechos con una solución de 4 litros (1.0 galones) de formalina y 100 litros (42.3 galones) de agua. Siembre los lechos por lo menos 21 días luego de haberlos saturado. La esterilización por vapor es también efectiva para cantidades pequeñas de suelos si la maquinaria está disponible de operaciones hortícolas o agrícolas.

En el mayor número de casos, la esterilización también mata los hongos micorrizales necesarios para la producción de nitrógeno y se precisa una reinoculación de los suelos. Muela humus y suelos superficiales de plantaciones cercanas (según se explica en la sección sobre cuidados posteriores, sistema de envases) o importe inoculaciones micorrizales cuando éstas no están disponibles en la comunidad. Esta última opción requerirá el cumplir con requisitos fitosanitarios. Al presente están disponibles pellas (burujo) con semillas o solas que se pueden usar para operaciones comerciales o mecanizadas.

Siembra y cuidados—Las sembradoras mecánicas perforan tanto la semilla como el fertilizante a profundidades predeterminadas y lo cubren todo en una sola operación. Para operaciones más pequeñas, cave surcos a lo largo de guías de cordón y estacas (Ilustración 7.15). Cubra las semillas con tierra a una profundidad de dos a tres veces su ancho. Las semillas de pino pueden ser empujadas directamente a la superficie o sembradas en la superficie. Fertilice por el lado o bajo las semillas, nunca directamente sobre éstas; porque esto quemará las plántulas o puede causar brotes de hongos.

Inmediatamente luego de la siembra, riegue una capa fina de pajuzo no tóxico, biodegradable sobre el lecho. El pajuzo provee:

- Protección de los pájaros y de que las semillas sean lavadas por la lluvia o los riegos.

- Reducción de la erosión de los lechos.
- Conservación de la humedad del suelo que ayuda a la germinación.

El pajuzo no debe ser tan pesado que evite el brote de las semillas al germinar o que se pudra sobre el lecho. Algunas alternativas de pajuzo son: aserrín; arena o cascajo (esterilizados); vermiculita; agujas de pino picadas; paja, cáscara de arroz, cáscara de café y otros productos agrícolas similares así como corteza picada o papeles de periódico.

Control de malezas—El desyerbo a mano es adecuado cuando los lechos son pequeños y la mano de obra es abundante y barata. Sin embargo, los herbicidas son necesarios para el control químico de malezas en los viveros grandes. Se conocen tres tipos de herbicidas:

- Para antes de la siembra—se incorporan a la tierra antes de sembrar.
- Pre-emergentes—se aplican luego de la siembra, pero antes de que las semillas germinen en los lechos.
- Post-emergentes—se aplican luego de la germinación de las semillas.

En los países en vías de desarrollo la disponibilidad de productos será el principal factor en determinar qué tipo utilizar.

La preocupación mayor será el utilizar herbicidas que no sean tóxicos a las plántulas que se van a rociar. Cuando tenga dudas sobre si un producto es tóxico, haga una prueba aplicando a un grupo pequeño de plántulas antes de rociar el vivero completo. Siempre siga cuidadosamente todas las indicaciones en el envase del herbicida y utilice el equipo de seguridad recomendado tal como guantes y máscaras.

Agua y fertilizantes—El material de raíz desnuda que se siembra sin sombra necesitará más agua que el material que crece a la sombra. Coteje la humedad del suelo por lo menos dos veces al día por el tacto. No permita que las plántulas se marchiten. Los suelos arcillosos retienen más agua y pueden provocar que las raíces se pudran; evite ese tipo de suelos.

Si el agua utilizada para el riego contiene mucho cloruro de sodio (NaCl, sal) o bicarbonato de calcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), será necesario regar abundantemente por lo menos una vez por semana para filtrar las sales más allá del nivel de las raíces. Si no se hace lo anterior los niveles de sales en el suelo y la alcalinidad aumentarán (frecuentemente a valores de pH sobre 7.0 y hasta 8.0). Todos los ciclos de riego deberán ser lo suficientemente largos como para saturar el terreno hasta la profundidad cubierta por las raíces.

Coteje la fertilidad de las plántulas continuamente. Si utiliza fertilizantes, siga las guías en la Sección sobre nutrición del vivero y fertilizantes.

Picado sin transplante—El picar las raíces estimula su crecimiento lateral. Se hace con una cuchilla horizontal que el tractor pasa en ambas direcciones bajo el lecho. Esta técnica es realmente un corte, levante y caída de nuevo del sistema de raíces. Esto causa numerosas grietas en el terreno, aumenta la aereación y promueve un crecimiento abundante de las raíces. El primer corte se hace a aproximadamente 10 cm (4 pulgadas) bajo la superficie del suelo con cortas subsiguientes a 15 y 18 cm (6-7 pulgadas), cada 21 a 30 días. Las navajas deberán estar bien afiladas y lisas para promover cortas limpias. Siempre riegue inmediatamente después de la corta.

Picado in situ (plantas)—Esta operación puede llevarse a cabo con tractores o a mano con machetes o alambres finos halados bajo el suelo; esto logra un corte limpio de la raíz primaria del plantón. Esta técnica estimula el crecimiento lateral de las raíces pero detiene el crecimiento de brotes. Es eficaz para disminuir el crecimiento superior del plantón.

Las desventajas in situ:

- El picado in situ con tractor y a velocidad lenta en suelos húmedos causará que los plántones se halen.
- Cortas repetidas a la misma profundidad pueden compactar el terreno y restringir el crecimiento de raíces o disminuir el drenaje.
- La corta in situ con alambre funciona bien sólo en lechos de terrenos arenosos, no en los arcillosos que son húmedos.

Poda de cabeza o desmoche—La mayor parte de los coníferos pueden ser podados de cabeza luego del quinto mes. Esta operación disminuye el crecimiento de los más rápidos que amenazan con suprimir a los otros. También promueve el desarrollo de una tasa de brotes a raíces más uniforme entre los plántones y promueve una altura uniforme para la siembra en el campo.

El corte se hace con tractores, podadores o a mano con tijeras. Los problemas potenciales son:

- El cortar el plantón demasiado si el tractor cae en un hoyo en el camino.
- Los tallos y agujas heridas por el corte son puntos susceptibles a las enfermedades.

Esta operación se hace inmediatamente antes del levantamiento. El propósito es cortar los sistemas de raíces que crecen entre las hileras de plántones. La poda lateral también reduce el tiempo requerido para separar los plántones mientras se clasifican y empacan. En los viveros grandes se usan cortadoras rodantes haladas por tractores mientras que en los pequeños se utilizan machetes.

Levantamiento y transporte—El material joven se puede levantar a mano o con palas o cortado en el lugar y levantado por tractores. En las operaciones manuales se sacude la tierra de las raíces luego del levantamiento. Luego se podan las raíces (Ilustración 7.13C), si necesario, y se empacan en agua, barro o musgo húmedo. La siembra deberá hacerse a pocas horas del levantamiento para obtener mejores resultados, especialmente cuando los suelos en el lugar de plantación también están húmedos. Por lo tanto, debe programarse la siembra para el comienzo del período o la temporada de lluvia.

Porque los trópicos tienen temperaturas altas y reciben los rayos solares directamente, las raíces de los plántones se deben mantener protegidas y húmedas todo el tiempo. Esto se aplica a las operaciones del vivero, al transporte o en el campo antes de la siembra. Si luego del levantamiento ocurren retrasos, deje los plántones en un lugar bien sombreado y protegido del viento, metidos en baldes con mucha agua o utilizando un refrigerador si está disponible. La sombra y la protección de los vientos reducirá las pérdidas de agua por transpiración en los plántones. En algunos árboles, como neem y khaya, el eliminar las hojas laterales evitará mayor pérdida de agua de los tejidos (Ilustración 7.17A). Evite el desgarre de las partes del plantón, en particular la yema terminal.

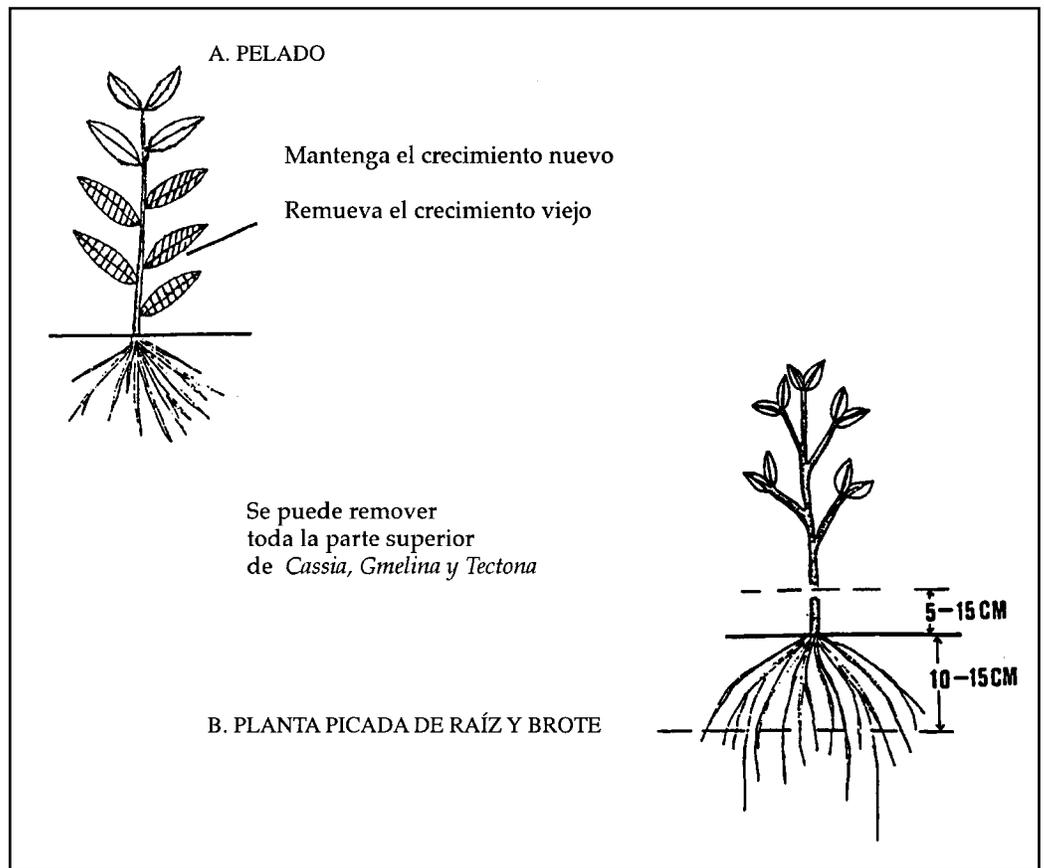


Ilustración 7.17 Procedimientos para pelar los plántones antes de transplantarlos en campo abierto (A) preparación de la planta picada de raíz y brote (B). ACTION/Peace Corps (1977).

Cuando la labor lo permita, los plántones deberán clasificarse y envolverse (100 plántulas es un número conveniente) en clases por tamaño, basándose en diámetros del collar de la raíz. Las plántulas inferiores se deben eliminar. Sólo las de mayor tamaño y mejor desarrollo deberán sembrarse ya que existe amplia evidencia de que los plántones más grandes crecen más que los más pequeños. Los sembradores podrían eliminar las plántulas más pequeñas en el campo, pero esto toma mucho tiempo y es improbable que lo hagan si se les paga por el número de plántulas sembradas y no por día de trabajo.

Mantenga los vehículos de trabajo a la sombra para evitar daños por viento de las plántulas y evite viajes muy largos que impidan el que éstas se puedan sembrar el mismo día que se levantan. Cuando los caminos son muy malos, se debe poner cuidado especial al empaque y manejo ya que el agua de los recipientes se puede perder con facilidad.

Siembra por tocones—Algunas especies como *Cassia*, *Cordia*, *Cedrela*, *Gmelina*, y la teca pueden tolerar el corte de toda la porción superior de la planta y gran parte de su sistema de raíces. El resultado luego de la poda es un tocón de 15 a 30 cm (6-12 pulgadas) de largo (Ilustración 7.17B). Los tocones se envuelven, empaican y

Propagación Vegetativa

transportan fácilmente. El peso es mínimo y se pueden mover más plantas por día en comparación a material en envases o hasta de raíz desnuda. Siga las instrucciones de proveer sombra y agua según descritas para el material de raíz desnuda.

La reproducción asexual o vegetativa se refiere al uso de ciertas partes de la planta, en vez de la semilla, para promover crecimiento nuevo de tallos, hojas o raíces. Para árboles frutales la reproducción vegetativa es la forma más importante de propagación. Para los árboles forestales el método es menos común. Este método importante es para establecer ornamentales y huertos de semillas (de pinos o latifoliadas) ya que producirá semillas de material genéticamente superior.

Estacas—Este método incluye el uso del tallo o de pedazos de raíces. Las estaquillas de raíces se hacen de especies (ejemplo, eucaliptos) que producen renuevos en buen número. No haga estaquillas de raíces de plantas injertadas porque la planta a su madurez tendrá solo las características del material de la raíz. El método más utilizado comúnmente son las estaquillas de tallos. Se toman de trozos del tallo de árboles maduros y saludables.

Las estaquillas son de 10 a 14 cm (4-6 pulgadas) de largo y de 1.2 cm (0.5 pulgadas) de ancho (Ilustración 7.18A). Saque estaquillas de brotes terminales o crecimientos nuevos. Se deben eliminar las hojas de la mitad basal mayor y si posible, trate esta parte con hormonas de crecimiento. Las estaquillas se entierran en lechos levantados o a nivel del suelo a separaciones de 30 cm (2-12 pulgadas). Utilice la sombra y proteja de exceso de pérdida de agua. Riegue regularmente, pero pruebe con frecuencia la humedad de la tierra para evitar el sobre riego que causa que la estaquilla se pudra.

Las estaquillas deberán echar raíces de 2 a 3 meses. Esto se debe revisar periódicamente sacando una o dos para ver si las raíces han salido. El material vigoroso tiene tallos rígidos y raíces laterales bien desarrolladas. El tamaño óptimo para la siembra en el campo varía por especie: de 25 a 35 cm (10-14 pulgadas) para los pinos y de 30 a 60 cm (12-24 pulgadas) para la mayor parte de las latifoliadas. Siempre siembre en la época de lluvia. En la última década, se han utilizado estaquillas con raíces para la siembra operacional de miles de hectáreas de eucaliptos anualmente en Brazil.

Acodos—En este método se cubren partes o ganchos de un árbol con tierra (Ilustración 7.18B). La parte del gancho que se va a cubrir se rompe levemente para formar un “codo” y es aquí donde el crecimiento de raíces se desarrolla; en el punto del rompimiento se acumulan substancias de crecimiento que promueven el desarrollo de las raíces. Luego de que se desarrollan suficiente número de raíces, tanto los ganchos como los sistemas de raíces, se sacan y se siembran como unidades separadas. Hay cuatro tipos comunes de acodos: de punta, de montículo, de aire y simple.

En la codadura de aire, se colocan capas de musgo (antes inmersas en polvo de raíces sobre) una rama totalmente anillada de la copa (Ilustración 7.18D). Para retener la humedad el musgo es entonces cubierto con láminas de plástico o papel de aluminio. Se formarán raíces en 6 a 8 semanas, pero se deja la rama hasta que éstas estén firmes y hayan desarrollado raíces laterales. Corte la rama de 10 a 12 cm (4-5 pulgadas) bajo el anillo y siémbrela en un medio apropiado; las plantas son llevadas al campo después que el sistema de raíces esté bien desarrollado. El acodo de aire es frecuentemente utilizado en especies que no se propagan fácilmente por recortes e injertos.

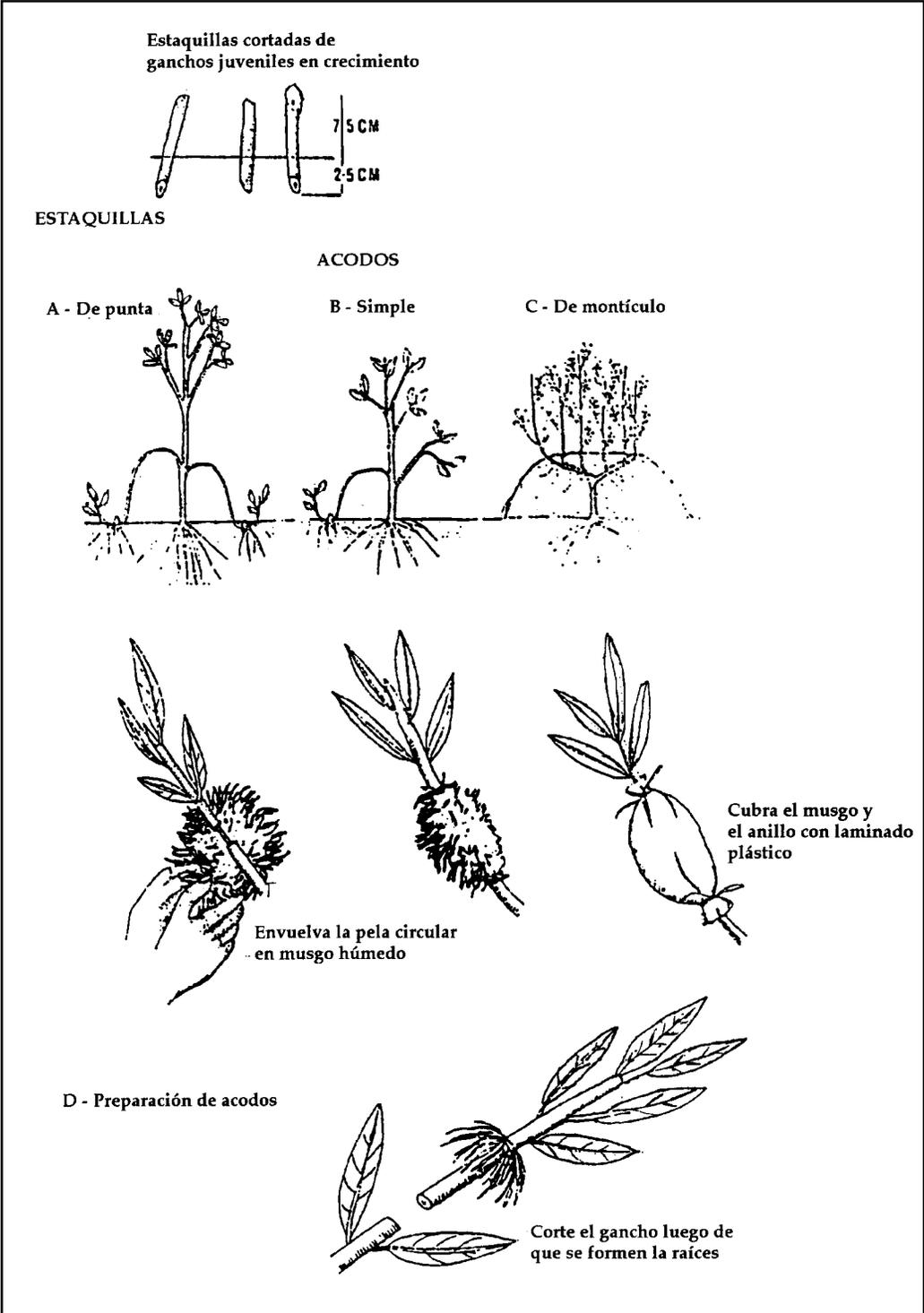


Ilustración 7.18 Técnicas de propagación vegetativa. Adaptado de K.W. Dorman (1976) y Peace Corps (1982).

Injertos—Este es un método mucho más complejo en el cual partes de un tallo fisiológicamente joven de una planta (injerto) usualmente proveniente de la parte superior de la copa, se unen (injertan) a la raíz o rizoma de otra planta (Ilustración 7.19). La precaución mayor a tomarse en esta técnica es el asegurarse que hay una buena unión entre las capas de cambio del injerto y la raíz de modo que estas continúen creciendo y formen un sello compatible y permanente. La habilidad requerida para lograr lo anterior con éxito repetidamente, requiere bastante práctica y es más fácil para algunas especies que para otras. Por lo tanto, este método es laborioso, caro y se reserva para el establecimiento de huertos para semillas.

La mejor forma de hacer injertos en especies que detienen su crecimiento en la época de sequía es justo antes de que empiecen a crecer los brotes en la época de lluvia. Para los pinos y otras especies que crecen todo el año en los trópicos húmedos no hay restricciones para usar la técnica. Se debe poner mucho cuidado en amarrar los cortes con la cinta para injertos de forma tal que queden bien juntos. El añadir cera a una película fina de polietileno en la unión ayuda a conservar la humedad y evitar la penetración de esporas que producen enfermedades. Luego que el injerto ha unido bien y está creciendo será necesario remover la cinta y la cera con mucho cuidado para evitar la estrangulación del mismo.

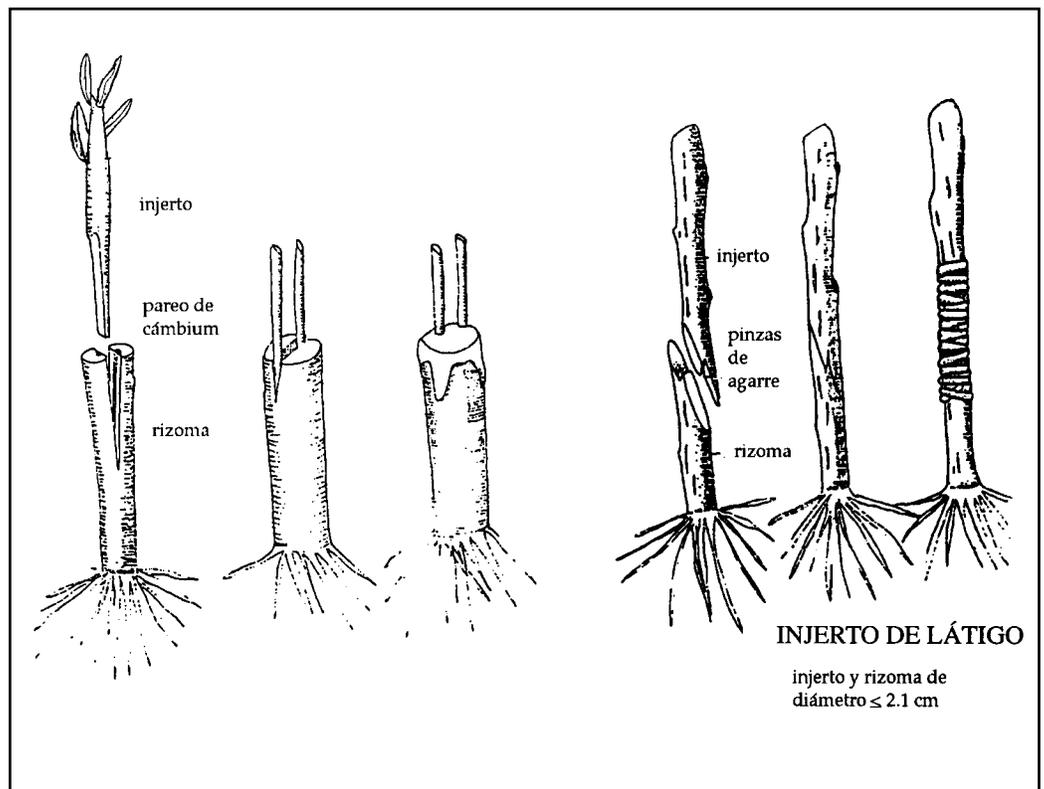


Ilustración 7.19 Propagación vegetativa por injerto. Adaptado de Peace Corps (1982).

Nutrición del Vivero y Fertilizantes

La dificultad mayor en hacer injertos consiste en que no todos los injertos y raíces son compatibles. Más aún la incompatibilidad puede que no sea evidente hasta 5 a 10 años luego de hecho el injerto original. Sin embargo, esta técnica es la forma de propagación más común para los huertos de árboles porque ofrece mayor flexibilidad en unir diferentes injertos a distintas clases de raíces. El utilizar diferentes tipos de raíces permite lograr árboles más pequeños, árboles tolerantes a altos niveles salinos del suelo, o más resistentes a un pH bajo en éstos. Los injertos por hendidura o tipo látigo son más favorecidos (Ilustración 7.19).

El crecimiento y la ejecución de la cepa del vivero están relacionados a la composición genética y al vigor de las semillas sembradas. Casi de igual importancia es el estado nutricional del suelo o el medio de envase en el cual las plántulas crecen en el vivero. Para poder predecir la fertilidad del suelo del vivero se pueden usar métodos químicos o biológicos. Si hay deficiencias nutritivas, éstas pueden ser corregidas a corto o largo plazo por fertilizantes orgánicos o inorgánicos.

Síntomas de deficiencias nutricionales—Los síntomas visuales son usualmente los primeros signos de que las plántulas están creciendo anormalmente. Los síntomas observables más comunes son: atrofia severa, crecimiento anormal o retrasado que se puede notar en agujas torcidas o malogradas, descoloramiento de las hojas (amarillo brillante o rojo en vez de verde) y crecimiento anormal de la raíz.

Algunos síntomas visibles no están relacionados de ninguna manera a deficiencias nutricionales. Por ejemplo, cuando las plántulas se ponen amarillas, primero inspeccione los sistemas de raíces para ver si el riego excesivo y la saturación del suelo han reducido los nutrientes y el agua disponible a la planta.

Muchos síntomas visibles son causados por múltiples deficiencias nutritivas que son imposibles de diagnosticar simplemente por la observación. Antes de que las deficiencias sean observables, es muy posible que ya hayan ocurrido daños irreparables a las raíces (o tallos de las plántulas) reconociendo estas limitaciones resulta crítico el diagnóstico temprano de los síntomas. Para ayudar en la localización de los síntomas visuales, la Tabla 7.2 presenta una lista muy generalizada de éstos.

Pruebas de suelos—Las pruebas de suelos determinan directamente si las cantidades de nutrientes en el suelo son adecuadas para el crecimiento de las plántulas. Para interpretar los resultados se requieren conocimientos básicos de química y de los instrumentos de laboratorio. Estos conocimientos usualmente están disponibles en la estación de suelos; son más rápidos que las pruebas de follaje; y además indican el estado nutricional del suelo mucho antes de que las plántulas germinen y crezcan en los lechos o eras de los viveros. Otros objetivos para las pruebas de suelos son:

- Mantener la fertilidad a largo plazo de los lechos del vivero.
- Predecir si el uso de cal o fertilizantes podría aumentar significativamente el crecimiento de las plántulas.

Los nutrientes de mayor interés son las cantidades de cationes (Ca, Mg y K) fósforo y materia orgánica. Los problemas a causa de sal y del pH son también importantes.

El aspecto más importante de las pruebas de suelos es obtener una muestra representativa. Todas las áreas que varíen en apariencia, vertientes, drenaje, tipo de suelo o tratamiento anterior deben ser examinadas separadamente. Para cada área, tome una sola muestra de 0.5 a 1.0 kg (1.1 a 2.2 libras) que consiste de un total de 10 a 20

Tabla 7.2 Clave para los síntomas clásicos de varias deficiencias nutricionales.

Síntomas	Este síntoma puede relacionarse a:
a. El síntoma dominante es follaje clorótico (descoloración).	
b. Toda la hoja está clorótica.	
c. Solo las hojas inferiores están cloróticas y se mueren (necrosis) y falta de desprenden.	Nitrógeno
cc. Todas las hojas de la planta están afectadas y se tornan color crema.	
bb. La decoloración amarillenta de las hojas (clorosis) es intravenosa.	
c. Solo las hojas más viejas exhiben la clorosis intravenosa.	Magnesio
cc. Solo las hojas más jóvenes exhiben la clorosis intravenosa.	Hierro y/o Manganeso
d. Este es el único síntoma.	
dd. Mientras las hojas jóvenes muestran clorosis intravenosa las puntas y lóbulos de las otras hojas se mantienen verdes y luego desarrollan clorosis intravenosa seguida de necrosis rápida y extensa de la hoja.	Cobre
ddd. Las hojas jóvenes son muy pequeñas, a veces le faltan sépalos y los internódulos están muy juntos ofreciendo una apariencia de roseta.	Zinc
aa. El síntoma principal no es clorosis del follaje.	
b. Los síntomas aparecen en la base de la planta.	
c. Al principio, las hojas son verde oscuro y más pequeñas que lo normal. Luego las hojas más viejas se tornan púrpura.	Fósforo
cc. Los márgenes de las hojas más viejas se queman o aparecen pequeñas manchas de necrosis en las hojas.	Potasio
bb. Los síntomas aparecen en la parte superior de la planta.	
c. Las yemas terminales se mueren formando hilachas.	Boro
cc. Los márgenes de las hojas jóvenes no se forman adecuadamente produciendo hojas falsas. El punto de crecimiento se atrofia dejando una punta chata (despuntada).	Calcio

Tabla 7.3 Método táctil para determinar la textura general del suelo.¹

Tipo de suelo	Apariencia	Probar exprimiendo	Palpar cuando está mojada
Arena	Suelta, granosa	Cuando está seca y se exprime, ésta se desmorona. Si está mojada se puede moldear, pero se desmenuza rápidamente si no se manipula con cuidado.	Arenosa
Tierra franca arenosa	Suelta	Cuando está seca y se aprieta, se puede moldear pero se desbarata fácilmente cuando se suelta. Si está mojada, se puede moldear y manejar sin que se rompa fácilmente.	Arenosa
Suelo franco	Algunos terrones	Cuando está seca y se aprieta, forma un molde que necesita ser manipulado delicadamente. Si está mojada, el molde puede ser manipulado libremente sin romperse.	Un poco arenosa, pero levemente plástica
Tierra franca limosa	Con terrones que se rompen fácilmente, empelotada	Igual que el anterior.	Levemente plástica tiene una consistencia parecida al talco
Barro tierra franca arcillosa	Con terrones y empelotada cuando seca	Cuando mojada y exprimida se puede moldear y manejar moldeada.	Plástica; forma cintas cuando se aprieta entre el índice y el pulgar, pero se rompe fácilmente
Barro o arcilla	Terrones duros o empelotada	Al moldearse mojada se puede empelotar y tirar repetidamente sin que se rompa.	Muy pegajosa y plástica; forma cintas con facilidad

¹Fuente: Leonard 1980.

tubos de muestras o tierra raspada con una pala o regla sembradora. Las muestras son llevadas a la profundidad normal de las raíces de las plántulas del vivero, usualmente entre 10 y 15 cm (4 y 6 pulgadas).

Todas las muestras deben ser hechas antes de la plantación de asiento, para poder aplicar los fertilizantes si es necesario. Los agrónomos locales o los agentes de extensión agrícola pueden responder a otras preguntas relacionadas con la toma de muestras

de suelos. Cuando se tomen las muestras de suelos, se puede determinar la textura del suelo por el método del “tacto” (Tabla 7.3). Los tipos generales de texturas son indicativos del drenaje del suelo (e.i., suelos con alto contenido de arcilla tienen un drenaje muy pobre).

Problemas especiales: acidez y sales—Suelos con un valor de pH bajo 7.0 son ácidos mientras aquellos con valores pH sobre 7.0 son alcalinos. La escala pH es logarítmica; así que el aumento o disminución en una unidad pH significa un cambio en acidez diez veces mayor. Por ejemplo, un suelo al 5.0 pH es 10 veces más ácido que un suelo de 6.0 pH, pero un suelo al 4.0 pH es 100 veces más ácido que otro al 6.0 pH.

La acidez del suelo influye mucho en la disponibilidad de nutrientes en éstos o en las mezclas de los envases en los viveros. Los macronutrientes se pueden obtener fácilmente dentro de una escala pH de 6.0 a 8.0, pero la accesibilidad disminuye rápidamente cuando el pH es menor de 6.0 o mayor de 8.0. El hierro y el zinc no están disponibles si el valor pH es mayor de 7.5. Las plántulas de pino crecen mejor en suelos ácidos, de pH entre 4.5 y 6.0. Si se siembran pinos en suelos con un alto valor pH (> 7.0), las plántulas desarrollarán un color amarillo pronunciado causado por falta de hierro.

En lugares donde los suelos son muy ácidos para el óptimo crecimiento de plantas, la aplicación de varios grados de cal puede corregir la situación. Las cantidades de cal que se necesitan varían de acuerdo al grado de cambio en pH deseado, la textura del terreno existente, el contenido de material orgánico y el tipo de cal usada. Cuando los valores pH son muy altos, se deben utilizar fertilizantes que forman ácidos para neutralizar su efecto. Los agrónomos y los científicos del suelo pueden ayudar en la selección de alternativas para mejorar la fertilidad del vivero.

Se deben llevar a cabo inspecciones frecuentes de los lechos y envases del vivero, para detectar la presencia de sales solubles particularmente en climas áridos y semi áridos. Muchas especies no tolerarán condiciones salinas y pueden ser lesionadas por los altos niveles de sodio, boro y cloruros que se encuentran en el agua de riego. En climas secos la alta evaporación y la falta de lluvia causan que las sales se acumulen cerca de la superficie del suelo. Los componentes de los fertilizantes pueden, además, descomponerse en sales solubles que se acumulan en el suelo o en el medio de siembra.

Fertilizantes—Los fertilizantes son clasificados como orgánicos, inorgánicos, naturales y sintéticos. Estos pueden estar compuestos de uno o varios elementos y están disponibles en forma líquida o seca.

Los fertilizantes completos tienen los tres elementos primarios, expresados como porcentaje elemental N, P_2O_5 , y K_2O (potasa). Por lo tanto si la etiqueta indica 5-10-5 eso significa 5 por ciento N, 10 por ciento P_2O_5 y 5 por ciento K_2O en un kg o 1,000 gm (2.2 libras o 35.3 onzas); esto es 50 gm (1.8 onzas) N, 100 gm (3.5 onzas) P_2O_5 y 50 gm (1.8 onzas) K_2O .

El exceso de sales fertilizantes inhibe la absorción de otros nutrientes y causa quemaduras físicas (ejemplo, desecación por osmosis) y cuando la concentración es muy alta causará la muerte de las raíces. Cuando los síntomas (los extremos de las raíces y las hojas se tornan marrón y se secan; o hay sales visibles en la superficie de las hojas) son detectados a tiempo, el riego con abundante agua lavará estas sales. No

todos los fertilizantes tienen el mismo potencial para producir quemaduras (Tabla 7.4). Cuando tenga duda, evite que los fertilizantes tengan contacto directo con las raíces y hojas de las plantas.

Tabla 7.4 Potencial de producir quemaduras de distintos fertilizantes.¹

Fertilizante	Fórmula	Índice salino por 9 kg (20 libras) de nutrientes de plantas	
Nitrato de sodio	16-0-0	6.0	Más alto
Nitrato de potasio	14-0-46	5.3	
Sulfato de amonio	21-0-0	3.2	
Nitrato de amonio	33-0-0	2.9	
Fosfato mono-amónico	11-48-0	2.5	
Sulfato de potasio	0-0-22	2.0	
magnesio			
Cloruro de potasio	0-0-60	1.9	
Urea ²	45-0-0	1.6	
Fosfato diamónico ²	18-46-0	1.6	
Sulfato de potasio	0-0-54	0.9	
Superfosfato simple	0-20-0	0.4	
Superfosfato triple	0-48-0	0.2	
Yeso			Más bajo

¹Fuente: Leonard 1980.

²Urea y PDA pueden causar más daño que el sulfato de amonio porque pueden liberar más amonio.

Si se mezcla cal con fertilizantes de urea o amonio se formará gas de amonio. De igual forma, si se mezcla cal con fosfatos de amonio, super fosfatos y con cualquier fertilizante con fósforo esto hará que casi todo el fósforo sea insoluble. Otras mezclas incompatibles de fertilizantes se presentan en la Ilustración 7.20.

Para viveros pequeños, las tasas para aplicación son más útiles si se expresan en gm (onzas) por largo de la hilera o en gm (onzas) por plantas en vez de kg por ha (libra por cuerda). El conocer la clasificación en términos de cucharadas, puñado y otras medidas de volumen puede resultar útil. Para hacer conversiones del tipo de aplicación de una base en peso a una base por volumen es necesario determinar la densidad del fertilizante utilizando una pesa y una probeta calibrada. La densidad relativa (DR) del fertilizante se calculará:

$$DR = \frac{\text{peso seco de fertilizante (gm u onzas) en 100 cc}}{\text{volumen (100 cc)}}$$

Se usa "densidad relativa" porque los fertilizantes almacenados sin cubierta atraen agua y esto aumenta la unidad de peso. Si se sospecha que un fertilizante está "mojado", se deja una muestra al sol por unas pocas horas o se seca en el horno a una temperatura de 70 °C (158 °F) por 2 ó 3 horas. El instrumento de medir debe tener capacidad para por lo menos 100 cc. Anote el peso seco para la cantidad en el cilindro. Donde las balanzas de pesar son escasas, trate de obtener una del farmacéutico local. Con la balanza y la probeta calibrada desarrolle una tabla simple (Tabla 7.5).

Tabla 7.5 Peso aproximado de volúmenes conocidos de fertilizante seco.¹

Fertilizante	Peso aproximado de volúmenes de fertilizantes		
	1 cucharada rasa (15 cc)	100 (cc)	1 taza (240 cc)
----- Gramos -----			
Sulfato de amonia, superfosfato	17	118	270
NP, NPK fertilizantes	14	100	225
Urea, nitrato de amonia	11	80	185

¹Fuente: Leonard 1980.

	Cloruro de potasio	Sulfato de potasio	Sulfato de amonio	Nitrato de sodio y nitrato de potasio	Nitrato de calcio	Urea	Mono y triples superfosfatos	Mono- y Di-fosfato de amonio	Cal
Cloruro de potasio				x	x	x			
Sulfato de potasio				x	x	x			
Sulfato de amonio				x	x	x			O
Nitrato de sodio y nitrato de potasio					x	x	x	x	
Nitrato de calcio						x	O	O	x
Urea							x	x	x
Mono y triples superfosfatos									O
Mono- y Di-fosfato de amonio									O
Cal									

Ilustración 7.20 Compatibilidades entre fertilizantes. Tomado de: Leonard, 1980.

Tabla 7.6 Contenido promedio de nutrientes de estiércol animal fresco antes de procesarse para abono.¹

Elemento o nutriente	ganado	pollos	caballo	ovejas	cerdos
----- Porciento -----					
Nitrógeno (N)	0.53	0.89	0.55	0.89	0.63
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.29	0.48	0.27	0.48	0.46
Potasio (K ₂ O)	0.48	0.83	0.57	0.83	0.41
Calcio (Ca)	0.29	0.38	0.27	0.21	0.19
Magnesio (Mg)	0.11	0.13	0.11	0.13	0.03
Cobre (Cu)	0.00079	0.0006	0.00079	0.00079	0.00016
Manganeso (Mn)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.0008
Zinc (Zn)	0.0016	0.0021	0.002	0.002	0.0006
Cloro (Cl)	0.03	0.08	0.08	0.08	0.03
Azufre (A)	0.036	0.06	0.036	0.06	0.03
Boro (B)	0.016	0.016	0.016	0.016	0.0005
Materia orgánica	16.74	30.70	27.06	30.70	15.50
Contenido de humedad	81.33	64.82	68.85	64.32	77.56
Ceniza	2.06	4.72	6.70	4.72	6.02

¹Debido a que el porcentaje de humedad en el estiércol es muy variable, los porcentajes de nutrientes indicados son valores muy generales.

Los fertilizantes naturales orgánicos o compost varían grandemente en las cantidades de N, P, y K que ellos contienen (Tabla 7.6). El compost se prepara colocando capas alternas de desperdicios de plantas y animales para que se descompongan en un estaca o pozo. Los procedimientos para hacer una estaca de pila compost se describen en la Tabla 7.7.

Hay tres opciones posibles en la aplicación de fertilizantes:

- Mezclar los fertilizantes directamente con el medio de crecimiento.
- Usar mezclas de fertilizantes solubles que están disponibles comercialmente.
- Formular o mezclar los fertilizantes en el lugar de trabajo.

Cada opción tiene ventajas y desventajas particulares, dependiendo de si las plántulas son producidas a campo raso o en envases.

Mezcle el fertilizante con el medio de crecimiento—Esta alternativa es usada comúnmente para fertilizantes de antes de sembrar aplicados a los lechos y las mezclas de macetas en los viveros. Estos pueden ser incorporados por taladros halados, por tractores o a mano. Las desventajas son el alto costo de mezclar fertilizantes diferentes para varias etapas del crecimiento de las plántulas y la tendencia de casi todos los fertilizantes de acción diferida, propicios para la mezcla en envases, de aumentar el valor pH del medio de crecimiento.

Tabla 7.7 Procedimientos para la construcción de una pila de compost.

Número de actividad	Actividad/explicación
1	Organice una base de material orgánico (alto en carbono) de 2 × 2 m (6.6 × 6.6 pies) tal como de hojas, arroz molido, desechos de café, desperdicios de caña de azúcar o rastrojos de la cosecha. La altura de la primera capa debe ser de cerca de 20 cm (8 pulgadas).
2	Añada una segunda capa, cerca de 10 centímetros (4 pulgadas) de espesor, de material de alto contenido de nitrógeno, usualmente estiércol fresco de animales (no estiércol ya procesado para compost). La capa nitrogenada provee N para que los hongos y las bacterias descompongan de camada orgánica.
3	Durante el proceso de construcción de la pila, humedezca cada camada levemente. El agua debe ser aplicada con una roseta de rocío fino para evitar el quitar capas durante el proceso de lavado. La mezcla debe estar húmeda pero no empapada (es decir, no debe salir agua al exprimir el material con los dedos).
4	Añada capas adicionales de estiércol y organismos hasta que la pila esté cerca de 1.5 m (5 pies) de alto. La capa superior es alta en N (estiércol).
5	Haga una depresión o canal grande en el centro de la camada superior. Esta recoge agua de lluvia o agua aplicada para mantener la humedad alta (cerca de 50 por ciento) en la pila.
6	Si la pila está al aire libre, cúbrala con una lona o con hojas para protegerla del viento; esto ayudará a conservar el calor generado por los microorganismos que es necesario para matar semillas de malas hierbas y organismos de plagas en la pila.
7	Tome lecturas diarias de temperatura del centro y los márgenes de la pila por las primeras 3 semanas. Si la temperatura sobrepasa los 60 °C (140 °F), el calor interno probablemente ha matado los organismos en descomposición. Cuando esto ocurre, el proceso de descomposición se ha detenido y debe ser restaurada antes de que ocurra descomposición adicional. La “restauración” envuelve el dar vuelta completa a los materiales de la pila para disipar el calor y proveer aereación e introducir capas de desperdicio animal de altos niveles al centro de la pila.
8	El mantener la aereación adecuada en la pila es crítica para completar el proceso de compost y para evitar que se torne pegajosa. Dar vuelta a la pila una o dos veces a la semana es ideal, pero virarla cada dos o tres semanas es más realista a menos que un tractor reemplaze el trabajo manual. Si se usa el método de doble cargador, la virada envuelve la transferencia del cargador lleno al vacío.
9	El proceso de compost toma de dos a seis meses para completarse. Así, si el compost va a ser usado para mezcla de macetas, el proceso debe ser comenzado mucho antes de que la producción de plántulas comience.
10	Las pilas o cargadores de compost deben ser localizados viento abajo de las estructuras del vivero de modo que el viento empuje los olores y las moscas lejos de los edificios. Probablemente se necesite utilizar una cerca a prueba de roedores. El establecimiento de la pila en un cobertizo con piso de concreto permite la colección y el reciclaje de K y los materiales de lixiviación de NO ₃ .

Mezclas solubles de fertilizantes—Esta alternativa es ideal para viveros pequeños que necesiten poco consumo de fertilizantes y viveros muy grandes con buen equipo de irrigación. Los polvos o gránulos de fertilizantes comerciales se disuelven en agua y se aplican a las plántulas con una bomba de rocío manual o son inyectados a los sistemas de irrigación de agua. Los fertilizantes químicos solubles (formulados comercialmente) son fáciles de comprar y preparar siguiendo un mínimo de instrucciones y preparaciones. Sin embargo, lo que funciona bien en una localidad quizás no funcione eficazmente en otra, dadas las diferencias en la calidad del agua de río o del pozo local, las propiedades químicas inherentes al suelo o el medio de crecimiento del vivero y otros factores climáticos.

Prepare las soluciones de nutrientes en el lugar de trabajo—Esta alternativa consiste de hacer fertilizantes “domésticos” que son aplicados a mano o inyectados a un sistema de irrigación. Las soluciones o mezclas domésticas no son prácticas para viveros de envases o campo reducido, pero son muy efectivas en reducir los costos en los viveros grandes que necesitan acomodar sus fertilizantes a tipos de cultivos, suelos, mezclas para envases y a composiciones de agua particulares. La desventaja mayor es que el usuario debe tener conocimientos especializados en química y debe poder manejar materiales peligrosos en forma cuidadosa y segura.

En general, use fertilizantes cuando sea necesario, pero solamente en las cantidades requeridas para corregir problemas conocidos, como es indicado por los pruebas de terreno. El utilizar fertilizantes en exceso es costoso, puede aumentar el ataque de pestes y causar problemas de sal.

Protección y pestes—La siembra y crecimiento de plántulas envuelve la inversión de una cantidad considerable de tiempo, recursos financieros y humanos. Si no se protege esta inversión pueden ocurrir pérdidas grandes o totales. Cuando las plántulas son necesarias para comunidades que producen leña o protegen cuencas de agua críticas, estas pérdidas serían catastróficas. Tanto los viveros grandes como los pequeños necesitan protección contra varios elementos, especialmente de insectos y enfermedades.

Protección de la propiedad y las plántulas—El proveer protección a las plantas y a la propiedad del vivero de animales y de visitantes no deseados utilizando guardianes durante 24 horas resulta muy costoso. Esto, sin embargo, podría ser la única alternativa en áreas donde hay alta densidad de animales y seres humanos. Esboce claramente las responsabilidades de los guardias, particularmente en relación con herramientas pequeñas y plántulas que han sido robadas o destruidas cuando los guardias han estado en servicio. Para comunidades pobres, la paga en especie en vez de dinero podría ser lo mejor.

Tanto en áreas de mucho o de poco riesgo, el cercar adecuadamente impedirá la entrada no deseada de animales y seres humanos. Las verjas son costosas, pero si están hechas de madera tratada y con los materiales apropiados, éstas se conservarán mucho tiempo. Durante un proyecto de reforestación a largo plazo, los postes para reposición de cercas pueden ser cosechados de los campos de siembra y tratados con aceite “diesel” y pentaclorofenol en barriles. En algunas instancias el uso de “setos vivos” de árboles, plantas espinosas, o arbustos locales podría ser suficiente. Si la gente de la localidad no saben como construir portones que se cierran ellos mismos y otras estructuras típicas de cercas, consulte los diagramas del manual de los Cuerpos de Paz, Reforestación en Tierras áridas, por Webber, citado en la Bibliografía.

Los rompevientos son muy importantes en áreas con vientos secos constantes que podrían evaporar la humedad de los lechos de semillas o los envases. Use especies locales como rompe vientos cuando sea posible, pero no use las mismas especies que fueron sembradas en el vivero, particularmente aquellas que son prolíficas produciendo semillas como la *Leucaena*. Las semillas podrían volar al área del vivero y alterar las hileras de semillas o germinar sobre las macetas y bandejas de semilla. La remoción de los invasores pueden desbaratar los sistemas de raíces o promover el quebramiento de tallos entre las especies deseadas que ya están creciendo en los lechos y bandejas.

En montes de pastos o en áreas donde son frecuentes los fuegos naturales o causados por el ser humano, deje una franja desnuda de tierra de 2 a 3 m (9 a 10 pies) alrededor de todo el perímetro del vivero. Riéguela frecuentemente para así mantener su efectividad como barrera contra el fuego. Establezca salidas para agua en varios sitios cerca del perímetro para facilitar la disponibilidad del agua en caso de que el fuego pase la franja aisladora de tierra.

Pestes y enfermedades

Síntomas—Cuando se coleccionen o importen semillas o materiales vegetativos del exterior, inspecciónelos para síntomas de enfermedades o ataque de insectos inmediatamente que lleguen al vivero. Desafortunadamente, hasta los certificados fitosanitarios no aseguran que criaturas indeseables no hayan obtenido un viaje gratis.

Algunos insectos pueden ser detectados por las perforaciones que mastican en las hojas, otros se ven cuando se examina la parte trasera de éstas. La presencia de telaraña y huevos son otros signos de la existencia de insectos. La Ilustración 7.21 presenta algunos.

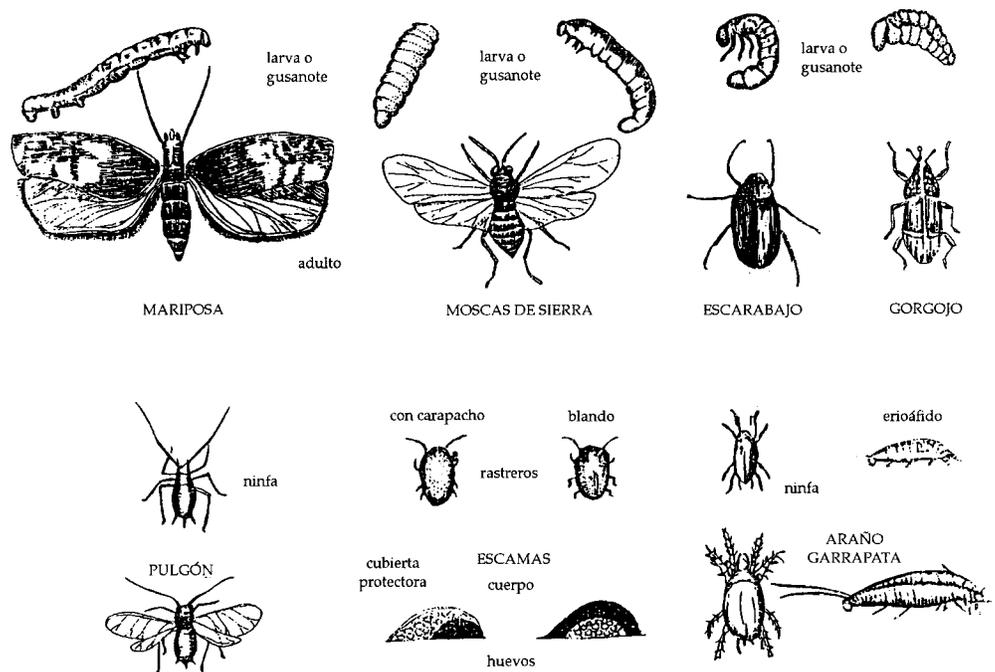


Ilustración 7.21 Insectos comunes en los viveros.

Los síntomas de enfermedades pueden incluir materiales tiznados, una forma de hongos; puntos enmohecidos; descargas húmedas y descoloración de las hojas. Este último síntoma puede ser causado tanto por deficiencias minerales como por organismos de enfermedades.

Control— Si ocurre un brote de insectos o enfermedades se necesitan tomar medidas de control rápidamente. Los controles biológicos (es decir, no químicos) son ideales, pero los procedimientos operacionales para su uso son raramente accesibles hasta en los países desarrollados. El otro medio de control es la aplicación de químicos apropiados. El tipo de control químico usado depende de lo que está disponible localmente y del tipo de peste envuelta.

Los insectos están divididos en dos grupos mayores: aquéllos que mastican hojas y aquéllos que chupan jugo de las plantas. Los controles generales para cada uno son muy diferentes. Para los insectos que hacen agujeros y chupan, es requerido un veneno de contacto directo, es decir un veneno que los cubra y los mate. Para los insectos que mastican, el depositar sustancias tóxicas en las hojas es más que suficiente ya que los insectos ingieren el material y eventualmente mueren.

Los áfidos son plagas comunes en los viveros. Estos se encuentran usualmente en grupos, alrededor de los tallos y debajo de las hojas de plantas jóvenes. Los áfidos secretan un tipo de miel dulce que puede llevar a la formación de un hongo tiznado negro.

Los gusanos blancos son otra plaga mayor relacionada con los áfidos. Ellos no son muy visibles hasta que empiezan a reproducirse y sus números aumentan substancialmente. Otras plagas comunes que chupan son las escamas *diaspididae*. Sus cuerpos están cubiertos de cera y varían en color de verde a castaño.

Pueden ocurrir garrapatas; su daño aparece en sitios pequeños, usualmente en la parte inferior de la superficie de plantas. Estas tienen ocho patas en vez de seis como los insectos verdaderos.

Los insectos que mastican incluyen especies familiares como los saltamontes, las orugas, los caracoles y las lapas. Estos son más fáciles de ver que los insectos que chupan ya que son más grandes y el daño que hacen es más visible. Los venenos que afectan el estómago son los mejores para manejar un brote de este tipo de plaga.

Los pesticidas son aplicados en forma de polvo o rocío. Para un daño o problema limitado, las bolsas pequeñas de tela empolvadas son adecuadas. El rocío con bombas de mochila y tractores rociadores es mejor para grandes ataques ya que es menos probable que el material se desvíe del área en que se aplique. Si se manejan apropiadamente, tanto los anímicos en polvo como los de rocío satisfacerán las necesidades del administrador del vivero.

Enfermedades que presentan problemas universales a los viveros son el mal de semillero (*damping off*) y fusarium. La primera afecta semillas que están germinando y a las plántulas jóvenes, causando que se desprendan al nivel del terreno. Se puede utilizar el *Captan* para empapar los suelos cada 2 ó 3 semanas lo que provee un buen control para el mal de semillero. El fusarium aparece cuando las plantas tienen alrededor de 10 cm (4 pulgadas) de alto, y causa que ellas tengan un color azulado. Use un rocío para hongos como el *Dithane* o el *Benlate*.

Otros pesticidas particulares aparecen en el apéndice IV. Úselos solamente como es indicado en las instrucciones de la etiqueta y utilice respirador, guantes, lentes de plástico y ropa adecuada para reducir los riesgos de toxicidad a la persona que aplique los químicos.

Documentación y mantenimiento de récords—El mantenimiento de récords implica más que la mera documentación del número de semillas germinadas, las plántulas producidas y transportadas del vivero a lugares específicos en el campo. Los administradores deben mantener un registro completo de todas las actividades del vivero, desde las proporciones exactas de los medios para envases, cuándo y dónde fueron obtenidos estos medios y si los medios utilizados usualmente fueron substituidos por mezclas especiales, hasta cantidades y frecuencias de riego, los tipos y la composición de los fertilizantes aplicados y las técnicas especiales de levantamiento y manejo usadas.

La documentación detallada ayuda a refinar la programación de la producción futura y puede proveer explicaciones futuras sobre la ejecución de las plántulas después de la plantación de asiento. Si se establecen otros viveros en sitios similares o en otras comunidades, los récords disponibles pueden ayudar al nuevo personal del vivero a evitar errores costosos en la preparación de la tierra y las prácticas de cuidado del vivero.

Una buena forma de llevar récords detallados es el mantener un diario. El administrador registra lo que se ha hecho, que personas trabajaron y lo que ellos hicieron y cuántas horas fueron dedicadas a cada tipo de actividad por persona. Cuando el vivero produce muchas especies resulta provechoso el tener un diario separado para cada una.

Para la planificación general del proyecto de reforestación, son necesarios los informes mensuales sobre las actividades del vivero. Cada administrador puede desarrollar un formato conveniente y cómodo. La información esencial debe incluir:

- Un resumen de todas las actividades del mes anterior, basado en las entradas más detalladas del diario.
- Un plan básico de actividades para el próximo mes.
- Una explicación breve si las actividades planeadas difieren de las que realmente fueron llevadas a cabo.

Estas comparaciones y explicaciones facilitan tanto al administrador del proyecto como a las agencias patrocinadoras, el mejor entendimiento y el apoyo del proyecto y promueven buenas líneas de comunicación sobre los problemas y sobre las actividades exitosas.

**Bibliografía
Seleccionada**

- Aldhous, J.R. 1972.** Nursery practice. Forestry commissioner Bulletin 43. Her Majesty's Stationery Office, London, England. 184 p.
- Barnett, J.P. y J.M. McGilvray. 1981.** Container planting systems for the south. USDA Forest Service Research Paper SO-167. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 18 p.
- Burley, J. y P.J. Wood, Compiladores. 1976.** A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics. Tropical Forestry Papers No. 10. Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford, Oxford, England. 226 p.
- Davey, C.B. 1984.** Pine nursery establishment and operations in the American tropics. CAMCORE Bulletin on Tropical Forestry No. 1, North Carolina State University, Raleigh, NC. 36 p.
- Davidson, H. y R. Mecklenburg. 1981.** Nursery management administration and culture. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 450 p.
- Dorman, Keith W. 1976.** The genetic and breeding of southern pines. Agricultural Handbook No. 441. U.S. Department of Agriculture. Washington, DC. 407 p
- FAO. 1979.** Eucalypts for planting, FAO Forestry Series No. 11. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 677 p.
- Galloway, G. y G. Borgo. 1983.** Manual de viveros forestales en la Sierra Peruana. Proyecto FAO-Holanda/INFOR, Lima, Perú. 123 p.
- Leonard, Dave. 1980.** Soils, crops and fertilizer use. Peace Corps Information Collection and Exchange Reprint No. R-8. Peace Corps, Washington, DC. 162 p.
- Low, A.J. y J.S. Oakley. 1975.** Tubed seedlings. Forestry Commission Leaflet 61. Her Majesty's Stationery Office, London. 17 p.
- Naphier, I.A. y R.L. Willan. 1983.** Nursery techniques for tropical and subtropical pines. DANIDA Forest Seed Centre Technical Note No. 4. DANIDA, Humblebaek, Denmark. 22 p.
- Paul, D.K. 1972.** A handbook of nursery practice for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and other conifers in West Malaysia, Pilot plantations of quick growing industrial tree species, Malaysia. Working Paper No. 19., FO:SF/MAL 12 United Nations Development Programme. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Kuala Lumpur. 139 p.
- Tinus, R.W. y S.E. McDonald. 1979.** How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. USDA Forest Service General Technical Report RM-60. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO. 256 p.
- Tinus, R.W., W.I. Stein, y W.E. Balmer, editores. 1974.** North American containerized forest tree seedling symposium, Proceedings of the symposium held in Denver, Colorado, August 26-29, 1974. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68, U.S. Government Printing Office. Washington, DC. 458 p.
- U.S. Forest Service. 1974.** Seeds of woody plants in the United States. Agricultural Handbook No. 450. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC. 883 p.