



United States  
Department of  
Agriculture

Forest Service



International Institute  
of Tropical Forestry

General Technical  
Report  
IITF-GTR-18  
March 2002



# Manual de Reforestación para América Tropical



# **Manual de Reforestación para América Tropical**

Editado por Blanca I. Ruiz

Servicio Forestal del Departamento  
de Agricultura de los Estados Unidos  
Instituto Internacional de Dasonomía Tropical  
Estación Experimental Sureña  
San Juan, Puerto Rico  
Marzo 2002



## Tabla de Contenido

<b>1</b>	<b>Capítulo 1 - Introducción</b>
<b>5</b>	<b>Capítulo 2 - La Reforestación: Restaurar la Productividad a la Tierra</b>
<b>8</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>11</b>	<b>Capítulo 3 - El Ambiente Físico para la Reforestación</b>
13	Los Elementos del Clima
13	Radiación solar y temperatura
13	Tipos de sensores de temperatura
14	Lluvia
15	Evaporación
16	Huracanes
18	Restauración
18	Clima y Suelos
18	El clima tropical y la erosión de los suelos
19	Efectos del clima en la fertilidad de los suelos
20	Aprendiendo a conocer los suelos en un área
21	Otros Aspectos del Ambiente Físico
<b>24</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>27</b>	<b>Capítulo 4 - El Ambiente Social para la Reforestación</b>
27	Actitudes de la Comunidad
29	Deficiencias Aparentes
30	Aspectos sociales del desarrollo de proyectos
<b>31</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>33</b>	<b>Capítulo 5 - La Naturaleza de la Reforestación</b>
34	Sistemas para la Administración de los Bosques Naturales
35	La sucesión natural en los bosques
35	Las cortas de entresaca
35	Las cortas por aclareos sucesivos
37	El sistema de corta total
37	Aplicación de métodos a bosques naturales
39	Objetivos para la Siembra
40	Objetivos
45	Las Ventajas y Desventajas de los Diferentes Métodos de Reforestación
45	La sucesión natural
45	El sistema de entresaca o de aclareos sucesivos
46	Las plantaciones cerradas
46	Las plantaciones intercaladas

49	Agroforestación
50	La Selección del Sistema más Adecuado
<b>51</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>53</b>	<b>Capítulo 6 - Las Especies para la Reforestación</b>
54	Propósito
54	Comerciales
54	Domésticos
54	Ambientales
54	Clima
55	Temperatura
55	Precipitación
56	Suelos
57	¿Nativas o Exóticas?
<b>58</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>59</b>	<b>Capítulo 7 - Administración de Viveros</b>
59	Selección del Sitio y Equipo
59	Clima y ambiente
59	Localización y facilidades
60	Suelo y topografía
60	Agua y aire
63	Trabajo
63	Producción de itinerarios
63	Flujograma de los itinerarios para los procedimientos
65	Consideraciones de tiempo
65	Obtención y Tratamiento de Semillas
65	Fuentes de semillas
66	Inspección y limpieza
68	Contenido de humedad y almacenamiento
69	Tratamiento antes de la siembra
71	Si utiliza el ácido, nunca añada agua a éste porque puede ocurrir una explosión o reacción violenta
71	Porcentaje de germinación
72	Sistemas de Envases
73	Consideraciones sobre la forma y volumen del tiesto
73	Selección y preparación del medio de siembra
78	Cómo llenar los tiestos
78	Siembra y cuidado en las primeras fases

79	Medios de semillas
81	Riego
81	Trasplantes
81	Cuidos posteriores
83	Levantamiento y transporte
83	Sistemas de raíces desnudas
85	Orientación y preparación del lecho
85	Barbechos y cosechas para cubierta
86	Cultivo
87	Esterilización de los suelos
87	Siembra y cuidados
88	Control de malezas
88	Agua y fertilizantes
88	Picado sin transplante
89	Picado in situ (plantas)
89	Poda de cabeza o desmoche
89	Levantamiento y transporte
90	Siembra por tocones
91	Propagación Vegetativa
91	Estacas
91	Acodos
93	Injertos
94	Nutrición del Vivero y Fertilizantes
94	Síntomas de deficiencias nutricionales
94	Pruebas de suelos
97	Problemas especiales: acidez y sales
97	Fertilizantes
100	Mezcle el fertilizante con el medio de crecimiento
102	Mezclas solubles de fertilizantes
102	Prepare las soluciones de nutrientes en el lugar de trabajo
102	Protección y plagas
102	Protección de la propiedad y las plántulas
103	Plagas y enfermedades
105	Documentación y mantenimiento de récords
<b>106</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>107</b>	<b>Capítulo 8 - Técnicas de Plantación</b>
107	Preparación del Lugar

107	Control de la vegetación
110	Control de la erosión
110	Conservación del agua
111	La Siembra
111	Espaciamiento
114	Colocación de los árboles
116	Abonos
118	Cuadrillas de siembra
118	Cultivo de la Plantación
119	Desyerbo
121	La poda
123	El aclareo
125	Rendimiento
127	Regeneración
127	Plagas y enfermedades
<b>128</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
<b>133</b>	<b>Capítulo 9 - La Agroforestación y la Madera Combustible</b>
134	Abordar la Silviagricultura
134	Cultivo cambiante
136	Taungya
138	Árboles en hileras
138	La siembra mixta permanente
140	El bosque-pastizal
140	Pastoreo entre árboles de madera
142	Pastoreo temporero
143	Práctica de administración de pastoreo
143	La silviagricultura en gran escala
144	Resumen
145	Madera Combustible
145	Identificación de las necesidades
146	Consideraciones biológicas
147	Consideraciones sociales
147	Consideraciones administrativas
148	Especies satisfactorias de madera combustible
148	Carbón
<b>148</b>	<b>Bibliografía Seleccionada</b>
152	Madera para Leña

<b>155</b>	<b>Glosario</b>
<b>160</b>	<b>Equivalencias al Sistema Métrico</b>
<b>163</b>	<b>Apéndice I</b>
163	Bibliotecas y centros de información de dasonomía en América Tropical
<b>173</b>	<b>Apéndice II</b>
173	Selección de Especies
<b>191</b>	<b>Apéndice III</b>
191	Listas de Suplidores de Semillas
<b>203</b>	<b>Apéndice IV</b>
203	Químicos Recomendados
<b>205</b>	<b>Apéndice V</b>
205	Lista maestra de especies productoras de leña





## **Instituto Internacional de Dasonomía Tropical**

El Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, tiene un programa dedicado a la investigación, del cual surge este manual y que se describe aquí. La misión del Instituto es fortalecer los fundamentos para una buena administración forestal desarrollando prácticas de cultivo que promuevan aumentos duraderos en la productividad de los ecosistemas forestales tropicales y su vida silvestre nativa. Como parte de esta misión el Instituto ofrece actividades de adiestramiento y produce materiales útiles para la implantación de los resultados de las investigaciones. Algunas de las áreas de investigación específicas que el Instituto desarrolla son los estudios de los bosques tropicales naturales y su silvicultura, las experimentaciones con plantaciones para producir energía a la vez que madera y los estudios de las especies tropicales de vida silvestre con especial atención a aquellas en peligro de extinción. En cuanto a adiestramientos el Instituto provee cursos breves en silvicultura tropical, así como adiestramientos a dasónomos tropicales y a estudiantes universitarios. El énfasis en todas las actividades es en la investigación y sus aplicaciones prácticas para la administración de los sistemas naturales. Se promueve la participación de científicos de otras agencias gubernamentales y de las universidades en estudios cooperativos con nuestro personal. Todos los adiestramientos y las actividades cooperativas deben ser formalizadas, previo a su inicio, por medio de acuerdos.

## **Las personas que prepararon este manual**

Pedro Acevedo-Rodríguez, fue el ilustrador del manual. En el momento de redacción, poseía una Maestría en Botánica de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. El doctor Acevedo era consultor del Instituto de Dasonomía Tropical y trabajó como biólogo en el Area de Investigaciones Científicas del Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico. Realizó el arte para la Enciclopedia de los Recursos Naturales de Puerto Rico preparada con el Departamento de Recursos Naturales. Además ilustró su propio libro, Los Bejucos de Puerto Rico, publicado por el Instituto de Dasonomía Tropical (1985).

Barbara Cintrón, trabajó como investigadora en estudios ecológicos con el Instituto de Dasonomía Tropical y como Directora del Area de Asesoramiento Técnico del Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico. Posee una Maestría en Ecología de Plantas de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill. La señora Cintrón fue co-autora del capítulo 3.

JoAnne Feheley, fue especialista en información en el Instituto de Dasonomía Tropical de Puerto Rico. Ella preparó el apéndice I y editó las bibliografías.

Julio Figueroa, fue técnico forestal del Instituto de Dasonomía Tropical y trabajó en la administración de bosques naturales y el desarrollo de parcelas forestales a largo plazo. Su trabajo con el Instituto al momento de colaborar en esta publicación tenía que ver con los patrones de distribución de especies y estudios de caracterización de la vegetación natural en suelos de serpentinita. El señor Figueroa fue co-autor del capítulo 6.

Arnold Krochmal, es un economista botánico retirado que trabajó en el Instituto de Dasonomía Tropical del 1981 al 1982. Posee un Doctorado en Botánica de la Universidad de Cornell y posee una vasta experiencia que incluye trabajo investigativo en el Caribe, el sur de los Estados Unidos y Europa. El doctor Krochmal fue co-autor del capítulo 7 y el apéndice IV.

Connie Krochmal, fue voluntaria del Servicio Forestal de los Estados Unidos y trabajó con su esposo, el doctor Krochmal, en el Instituto de Dasonomía Tropical. Ella ha sido co-autora de numerosos libros, artículos científicos y periodísticos cubriendo un amplio número de temas desde horticultura hasta economía botánica. La señora Krochmal fue co-autora del capítulo 7.

Leon H. Liegel, tiene un Doctorado en Dasonomía y Ciencias de Suelos de la Universidad del Estado de Carolina del Norte en Raleigh. Fue científico investigador de suelos en el Instituto de Dasonomía Tropical. Estuvo a cargo de evaluar el crecimiento y comportamiento de siembras experimentales internacionales de *Pinus caribaea* y *oocarpa* en Puerto Rico. Además estuvo a cargo de evaluar el crecimiento, rendimiento y las relaciones con los tipos de suelos de siembras de *P. Caribaea* a través del Caribe. El doctor Liegel fue co-autor de los capítulo 4, 5, 7 y el apéndice VI.

Ariel E. Lugo, era el Director Interino del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical de Puerto Rico. Sus investigaciones son en el campo de la ecología forestal con énfasis en la productividad y el reciclaje de minerales. Posee un Doctorado en Ecología de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill. El doctor Lugo escribió el capítulo 1 y colaboró en la edición del manual.

Blanca I. Ruiz, la editora, tiene un Bachillerato en Educación y una Maestría en Planificación y otra en Trabajo Social, ambas de la Universidad de Puerto Rico. Ella se ha desempeñado en la planificación y educación ambiental en Puerto Rico desde 1973. La señora Ruiz ha editado varias publicaciones técnicas y gubernamentales tanto en inglés como español. Además de editar la versión en inglés estuvo a cargo de la traducción al español.

Frank H. Wadsworth, tiene un Doctorado en Dasonomía de la Universidad de Michigan y al presente es dasónomo investigador del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical de Puerto Rico, institución que dirigió por 23 años (1956–79). Sus investigaciones pioneras en dasonomía tropical son reconocidas en el mundo entero y utilizadas como referencia en la administración de bosques en estado natural en muchos países tropicales. El doctor Wadsworth fue co-autor de los capítulos 6 y 8 y realizó la edición técnica del manual.

Peter L. Weaver, fue voluntario en los Cuerpos de Paz en Colombia, Sur América y al presente es dasónomo investigador en el Instituto. Posee estudios graduados del Colegio de Dasonomía de la Universidad del Estado de Nueva York y un Doctorado en Ecología Forestal de la Universidad del Estado de Michigan en East Lansing. El doctor Weaver escribió los capítulos 2, 5 y 9 y fue co-autor de los capítulos 3 y 4.

Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ) y B.J. Weidelt por otorgar permiso para utilizar ilustraciones de su publicación: Manual de Reforestación y Control de Erosión para las Filipinas.

J. Evans y Clarendon Press por el permiso para usar ilustraciones del libro: Plantation Forestry in the Tropics.

Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos por el permiso para citar material de su publicación: Firewood Crops: Shrub and Tree Species for Energy Production.

**Otras personas y organizaciones que suministraron información o nos asistieron:**

John P. Bishop y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica por el permiso para usar ilustraciones de su publicación: Workshop Agroforestry Systems in Latin America, 1979.

Charles R. Venator, Fisiólogo de plantas con el Servicio Forestal de los Estados Unidos en Pineville, Louisiana, por sus ideas y comentarios sobre la administración de viveros incorporados al capítulo 7.

Helen A. Nunci, una voluntaria del Servicio Forestal de los Estados Unidos, quien hizo la mayor parte de la edición en computador del borrador preliminar del manuscrito.

Evelyn Pagán, Asistente Editorial con el Servicio Forestal de Estados Unidos, quien produjo la revisión de la versión final en español.

Anne C. Jones, tiene un Bachillerato en Ciencias Políticas de Harvard University y una Maestría en Traducción de la Universidad de Puerto Rico. Asistió en la traducción al español.

Patricia J. Hobbs, Especialista en Procesamiento de Datos quien produjo un borrador del manual en español.

Cecilia O. Leins, especialista en procesamiento de datos quien colaboró en el borrador del manual en español.



# Capítulo 1: Introducción

Aún cuando las comunidades tengan necesidad apremiante de sembrar árboles y tengan conciencia de ésta, la tarea que enfrentan no es sencilla ni barata (capítulo 5). Sin embargo, los beneficios que proveen los árboles son incontables (capítulo 2). De hecho, sin éstos nuestra civilización no podría existir tal cual la conocemos. Este manual fue escrito para ayudar a planificar, organizar y ejecutar programas de reforestación en la América Latina Tropical. La Ilustración 1.1 resume la secuencia de pasos a seguir y los factores a considerar en el desarrollo de un programa de reforestación. Para la conveniencia del lector, en cada paso o factor presentado en el flujo-grama se ha identificado el capítulo y/o apéndice que contiene información relevante al mismo. Por lo tanto, si el voluntario sólo está interesado en un aspecto en particular del programa de reforestación, puede usar la Ilustración 1.1 para encontrar el capítulo de su interés. Cada capítulo se ha escrito de forma que resulte completo e independiente a los demás. Sin embargo, para obtener una visión general y lógica del proceso para el establecimiento de un programa de reforestación se deberá leer el manual a partir del capítulo 2.

Hemos tratado de simplificar el material lo más posible sin sacrificar la precisión científica. Sin embargo, ya que el material es técnico y complejo, hemos incluido un glosario de los términos utilizados. Para aquellos interesados en un mayor detalle técnico o en información adicional sobre algún tema en particular, hemos incluido una bibliografía selecta al final de cada capítulo y una lista de bibliotecas e instituciones en donde obtener información. Invitamos a los lectores a consultarnos sobre cualquier asunto en que estimen podamos serle de ayuda.

Los apéndices incluyen material especializado útil para cualquier esfuerzo de reforestación. Los tópicos incluidos son:

**Apéndice I** - Ofrece una lista de las bibliotecas y los centros de información de zasonomía en la América Tropical.

**Apéndice II** - Provee una guía a las 83 especies de árboles más prometedoras para la América Tropical y su utilidad, además ofrece datos sobre las mejores condiciones para su cultivo. También se incluye una lista de las técnicas de siembra más adecuadas para cada especie.

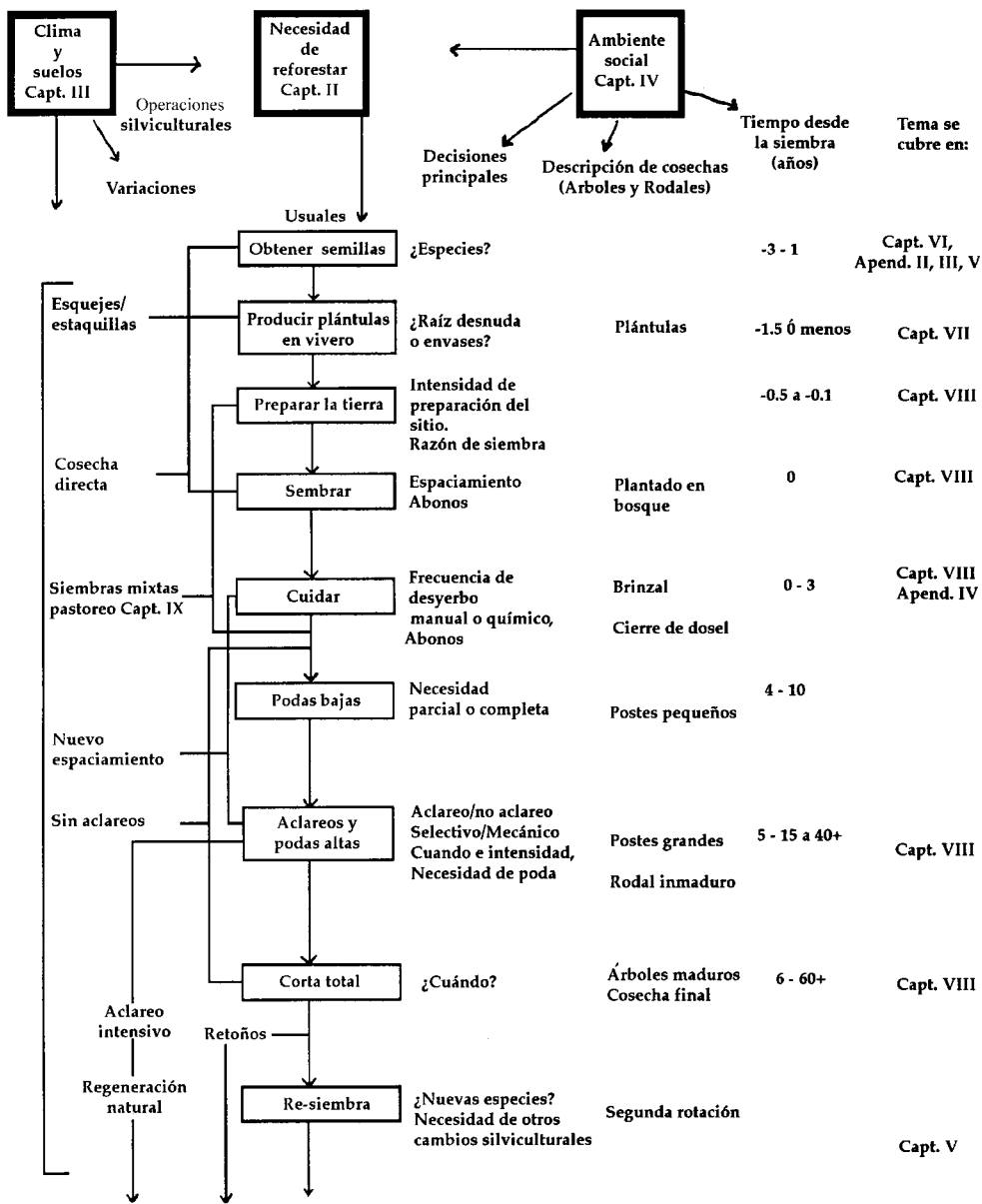
**Apéndice III** - Ofrece una lista de suplidores de semillas por país de origen.

**Apéndice IV** - Provee algunas pautas para el uso de plaguicidas y ofrece una lista de productos genéricos de valor comprobado contra plagas específicas.

**Apéndice V** - Esta lista maestra de especies para producir leña o combustible resume las recomendaciones de 20 expertos consultados por la Academia Nacional de Ciencia de los Estados Unidos en el 1980.

Por último llamamos su atención a la Ilustración 1.2. Aquí presentamos un diagrama de cómo el crecimiento, el rendimiento y el valor total de un árbol varía en el transcurso de su vida. El mensaje primordial de esta ilustración es que el tiempo es un factor de crucial importancia en el crecimiento y valor de los árboles. En el transcurso del tiempo el valor total del árbol, su crecimiento y los productos que rinde aumentan, llegan a valores máximos y luego declinan. Cada parámetro tiene una trayectoria y un período de tiempo característico. Cada bosque representa una inversión de tiempo y

## ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA PLANTACIÓN



Adaptado de: J. Evans, 1982.

Ilustración 1.1 Representación esquemática de la vida de una plantación.

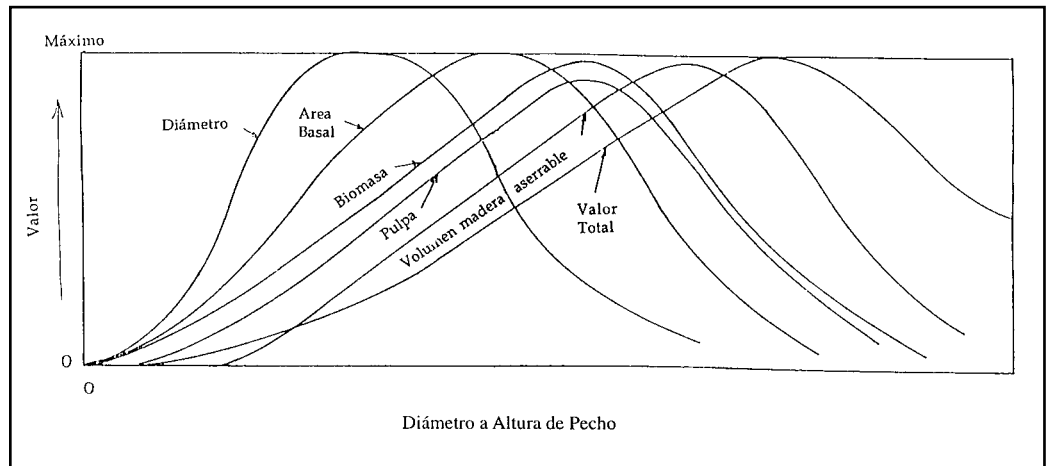


Ilustración 1.2 Cambios en el diámetro, área basal, cantidad de pulpa, volumen de madera aserrable y valor total del árbol que se registran a medida que el diámetro del árbol aumenta.

el administrador deberá decidir cuándo resulta más beneficioso cosechar o reponer un rodal por otro. Sin lugar a duda, el tiempo es un factor clave en cualquier programa de reforestación, ya que un error de juicio puede tomar de 20 a 50 años para corregirse.

En este manual hacemos hincapié en que, debido al factor tiempo, hay que ser extremadamente cauteloso antes de remover la vegetación aunque sea para sembrar árboles. La siembra de árboles es un recurso de manejo de última instancia. Deberá usarse sólo cuando las alternativas de regeneración natural y los bosques naturales ya no existan.





## Capítulo 2

# La Reforestación: Restaurar la Productividad a la Tierra

Es necesario considerar las consecuencias que la pérdida de la cubierta vegetal conlleva antes de poder evaluar a cabalidad los beneficios de la reforestación.

En primer lugar está la pérdida de los beneficios directos provistos por la cubierta vegetal que incluyen: la sombra, la madera, la leña y los productos alimenticios, como frutas y nueces para los humanos y la vida silvestre. El corte indiscriminado y a gran escala reduce los recursos genéticos y la diversidad de especies y puede llevar a la extinción de la flora y fauna local. En áreas donde no se han realizado inventarios de los recursos del bosque y de la vida silvestre estas pérdidas pueden pasar desapercibidas.

Luego siguen las alteraciones a los suelos. En todos los casos se remueven grandes cantidades de materia orgánica directamente en forma de madera o se alteran las mismas mediante la agricultura tipo "corte y quema". Como consecuencia de lo anterior, la caída de hojarasca y la descomposición orgánica se disminuyen grandemente o se eliminan, causando la disgregación de las partículas de tierra, la pérdida de la capacidad para retener la humedad y la fertilidad del suelo. El terreno así expuesto se desintegra fácilmente por el impacto de la lluvia, rodándose y siendo llevado por las escorrentías a las quebradas y ríos. El rico suelo vegetal se lava a los ríos que lo llevan como sedimento a depositarse en los embalses o si no, finalmente al mar.

Con frecuencia, al cultivar la tierra ésta se compacta. Al ocurrir lo anterior, se reduce la infiltración y la percolación de la lluvia a una fracción de los niveles anteriores. La escorrentía se hace variable y fluye torrencialmente aumentando las inundaciones que a su vez causan daños a los cursos de las quebradas y a los sistemas naturales de las llanuras. Un aumento en escorrentía conlleva una mayor capacidad para arrastrar sedimentos lo que a su vez, aumenta la erosión. La calidad del agua disminuye. La disminución en infiltración y percolación reduce el agua subterránea y baja el nivel freático. Lo anterior causa que los manantiales se sequen y produce el empobrecimiento del régimen acuático, o sea del suministro del flujo de agua a través del tiempo. Los ríos también se secan o se tornan efímeros y dejan de ser fuentes confiables de agua.

Otra consecuencia posible es la modificación del clima en la localidad. La transformación de grandes extensiones de bosque a usos agrícolas o a pastos reduce la cantidad de evapotranspiración y aumenta la reflectividad de la tierra. Ambos factores contribuyen a reseca la tierra. En la cuenca Amazónica, por ejemplo, se cree que gran parte de la lluvia se deriva de la transpiración local. Un desmonte extenso podría reducir la cantidad de lluvia, ¡afectándose adversamente los propios proyectos agrícolas para los cuales se deforestó originalmente!

Como resulta evidente, los efectos están interrelacionados, son cumulativos y las personas los padecen todos. La leña, el alimento y la madera se pierden o se encarecen creando una carga de trabajo mayor a los miembros de la familia. La vida silvestre se empobrece y no está disponible a los cazadores. Los cambios en el clima de la locali-

dad afectan la agricultura. La pérdida de la capa superior de tierra vegetal disminuye la capacidad productiva de la campiña y se crea la necesidad de desmontar nuevos terrenos forestales. Las inundaciones, el empobrecimiento de la calidad del agua y el flujo esporádico de los ríos afectan directamente a los usuarios domésticos, comerciales, industriales y agrícolas de los abastos de aguas. En resumen, al destruir los bosques los seres humanos se convierten en víctimas de los azares de los sistemas naturales que ellos han alterado.

Este cuadro hipotético destaca los efectos detrimentales de la pérdida de los bosques. Por desgracia, en muchos casos esta descripción es válida y empeora cada día. Sin embargo, las personas necesitan usar la madera y otros productos forestales, así como la tierra en que éstos se producen. Estos usos con frecuencia confluyen con la conservación de los bosques.

Como punto de partida, de entre los innumerables beneficios que se derivan de la repoblación forestal, discutiremos primero aquellos que son la antítesis a los problemas asociados con la ausencia de bosques, es decir:

- los beneficios directos de sombra, madera y leña;
- el mejoramiento de la calidad del agua y la regulación de su régimen lo que se traduce en una reducción de la sedimentación, las inundaciones y un suministro de agua más equitativo a través del año;
- el mejoramiento del suelo que incluye la reducción de la erosión potencial;
- una mayor capacidad para retener humedad y, por ende, una mayor fertilidad;
- la provisión de hábitat para la fauna silvestre.

Estos resultados de la reforestación representan la restauración de las condiciones ambientales normales de los paisajes forestales. En cuanto a la fauna silvestre, el suelo y el agua, es probable que el beneficio máximo se logre preservando los bosques naturales.

Las áreas forestadas proveen muchos beneficios a las comunidades rurales: materia prima para la construcción, las artesanías y las industrias familiares—todos productos rentables. Esta materia prima provee la base para aumentar los niveles de ingresos en la comunidad, diversificar la economía y proveer más empleos. Los bosques proveen alimento, forraje, combustible y madera todos los cuales son necesidades básicas de las comunidades rurales. Los árboles dispersos a través de las tierras en cultivo protegen las mismas de la erosión del viento y del agua. Además, las raíces profundas del árbol absorben agua y ayudan al reciclaje de nutrientes que podrían perderse al ser arrastrados por percolación a niveles inaccesibles en el perfil del suelo.

¿Qué otros beneficios provee un programa masivo de reforestación? En la medida en que los países en desarrollo se modernizan y aumentan sus niveles educativos, la demanda por productos forestales aumenta. Al presente, la mayoría de los países en desarrollo tienen un déficit comercial de productos forestales aunque muchos de ellos tienen grandes áreas forestadas o el potencial para desarrollarlas. Con frecuencia falta la base industrial para procesar la madera. Si ésta pudiera desarrollarse, las naciones ahorrarían al reducir la importación de productos forestales y mejorarían su balanza de pagos.

Las actividades de desarrollo forestal son particularmente adecuadas a las necesidades de los países en desarrollo. En primer lugar, están directamente relacionadas a la agricultura. Luego, proveen una amplia gama de productos que incluyen bienes de consumo e intermedios que fluyen a muchos sectores de la economía. Entre éstos están la madera, el enchapado de madera, los productos de pulpa y papel, la madera prensada y multilaminada, la leña, los postes, la madera rolliza, el carbón, las resinas y taninos, los productos de tornería y un sinnúmero de otros. La escala de la operación ofrece gran flexibilidad ya que puede abarcar desde empresas familiares que emplean un puñado de trabajadores no diestros o semi-diestros hasta complejos industriales que emplean personal altamente capacitado. Entre éstos se encuentran los administradores forestales, los investigadores científicos, un sinnúmero de personal técnico diestro además de supervisores de labor de campo semi-diestros y los trabajadores que participan en la siembra, producción, extracción y transportación de árboles y productos de madera. De esta forma la reforestación y las actividades forestales producen empleos en la región, ¡algo sumamente importante en la actualidad!

Se desconoce la extensión total de tierras que necesitan reforestación en la América Tropical. Sin embargo, en estudios recientes la FAO ha realizado inventarios de terrenos catalogados como "forestales baldíos". Se designan así todos los complejos de vegetación leñosa que surgen del desmonte para cultivo nómada o rotativo de bosques latifoliados cerrados, incluyendo el matorral secundario, los bosques secundarios jóvenes y los rodales de Cecropia. Por lo general se incluyen extensiones pequeñas de bosques naturales y de cultivos por la dificultad que presenta el descontarlos. Un resumen de estas estadísticas para 1980 se encuentra en la Tabla 2.1.

Puede ser que no todas las áreas incluidas en las estadísticas sean apropiadas para la reforestación. Sin embargo, la tabulación omite muchas áreas desmontadas que sí necesitan reforestarse. El área total considerada equivale a la mitad de la extensión del estado de Texas, Estados Unidos. Es casi 50 veces mayor que la plantación industrial más grande en la región y como 160 veces mayor que el área total que se esperaba sembrar entre 1980 y 1985 en esta parte del mundo.

**Tabla 2.1—Áreas de bosques baldíos en los trópicos del Nuevo Mundo.**

País	Bosques baldíos (10 <sup>3</sup> ha)
Belise	525
Bolivia	1,100
Brasil	46,420
Colombia	8,500
Costa Rica	120
Cuba	700
Ecuador	2,350
El Salvador	22
Guyana Francesa	75
Guatemala	360
Guyana	200
Haití	43
Honduras	680
Jamaica	159
México	26,000
Nicaragua	1,370
Panamá	124
Paraguay	3,270
Perú	5,350
República Dominicana	267
Surinam	270
Trinidad y Tobago	57
Venezuela	10,650
Total	108,612

Fuente: FAO 1980.

**Bibliografía  
Seleccionada**

- Colman, E.A. 1953.** Vegetation and watershed management. The Ronald Press Company, New York. 412 p.
- Golfari, L. 1963.** Climate requirements of tropical and subtropical conifers. *Unasyuva* 17:33-42.
- Lanly, J.P. y J. Clement. 1979.** Present and future natural forest and plantation areas in the tropics. *Unasyuva* 31(123):12-20.
- Leopoldo, P.R., W. Franken, y E. Matsui. 1984.** Hydrological aspects of the tropical rain forest in central Amazon. *Interciencia* 9(3):125-131.
- Mergen, F. (editor). 1981.** Tropical forests: utilization and conservation. Proceedings of an international symposium at Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, Connecticut. 199 p.
- National Academy of Sciences. 1980.** Conversion of tropical moist forest. Office of Publications, National Academy of Sciences, Washington, DC. 205 p.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1981.** Proyecto de evaluación de los recursos forestales tropicales (en el marco del SIN-UVIMA). Los recursos forestales de la América Tropical. FAO Informe Técnico 1. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 343 p.
- Salati, E., T.E. Lovejoy, y P.B. Vose. 1983.** Precipitation and water recycling in tropical rain forest (with special reference to the Amazon basin). Commission of Ecology Occasional Paper No. 2, IUCN. The Environment 3:72-78.
- Sommer, A. 1976.** Attempt at an assessment of the world's tropical moist forest. Unasylva 28(112-113):5-25.
- Watters, R.F. 1971.** Shifting cultivation in Latin America. FAO Forestry Development Paper No. 17. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 305 p.
- Westoby, J.C. 1961.** Forest industries in the attack on economic underdevelopment. Unasylva 15(1):168-201.



# Capítulo 3

## El Ambiente Físico para la Reforestación

El clima y los suelos de la América Tropical son variados y en el pasado gran parte de esta región estuvo cubierta de bosques. Aún al presente una extensión considerable del área se conserva en bosques, casi toda en el Amazonas. En los lugares donde el bosque ha sido desmontado podría restituirse por medio de reforestación. En este



Ilustración 3.1 Los límites de las áreas libres de heladas o con heladas ocasionales en la América Tropical.



tratado se definen los trópicos de América como el área terrestre, a nivel del mar, entre los límites norte y sur no sujetos a heladas y las tierras altas tropicales no sujetas a heladas.

La presencia de la cordillera andina produce que los climas en la América Tropical sean complejos. La extensión de los trópicos Americanos se presenta en la Ilustración 3.1. La región cubre desde el sur de México, a través de América Central y las islas del Caribe y hacia el sur, a ambos lados de los Andes, a Chile, Bolivia, Paraguay y Brasil. Los climas en esta región incluyen: los desiertos costaneros del norte de Chile, Perú y la costa noroeste de México; los climas estacionales muy secos del norte de la Península de Yucatán; la islas Caribeñas de Sotavento; la Península Guajira de Colombia, Venezuela y el noreste de Brasil; los climas estacionales de lluvias y sequías de la costa del Pacífico de América Central, Venezuela y Ecuador y gran parte del Paraguay y de la costa este del Brasil; los climas lluviosos de la costa oeste colombiana, la costa este de Centro América y gran parte de la cuenca del Amazonas y finalmente los complejos climas de las alturas andinas donde la elevación ejerce tanto control sobre el clima como la latitud. No existe otra región tropical tan diversa en el mundo.

Los elementos climáticos que más afectan el crecimiento de los árboles en los trópicos son: la lluvia, la temperatura, la evaporación y el viento. Este último es de especial importancia en la zona sujeta a huracanes. El clima en las montañas varía drásticamente aún a cortas distancias debido a que los cambios en elevación afectan la cantidad de lluvia y la temperatura.

El clima tropical afectará al voluntario en dos formas principales. La primera es el efecto directo que la temperatura, la lluvia y el viento tendrá en los árboles y los cultivos que se siembren. La otra, quizás más sutil, pero no menos importante, es la forma en que el clima de una localidad afecta los estilos de vida y las condiciones de trabajo. La gente evoluciona y se adapta al clima en formas que le permiten lograr el máximo de trabajo con el mínimo de incomodidad. Resulta sabio el aprender todo cuanto se pueda sobre el clima de la localidad antes de planificar un proyecto de reforestación. Busca y escucha con atención a las personas de la comunidad que tienen un buen conocimiento práctico de las condiciones locales. Aquí solo podemos brindar un resumen de los principales tipos de clima. Existen estaciones climatológicas a través de la América Tropical aunque en muchos lugares será necesario extrapolar de la información disponible para áreas cercanas.

Los visitantes de los trópicos se sorprenden al descubrir que los climas tropicales pueden ser marcadamente estacionales. Por ejemplo, el 49 por ciento de la América Central y el 22 por ciento del Caribe y Sur América Tropical tienen largos períodos de sequía durante los cuales el crecimiento vegetal casi se detiene. Un 36 y 55 por ciento adicional, respectivamente, de estas tierras experimenta estaciones de lluvia-sequía menos marcadas. Sólo el 15 por ciento de América Central (incluyendo el Caribe) y el 22 por ciento de Sur América Tropical tienen climas húmedos a través de todo el año. Esto contradice la visión estereotipada del trópico como un lugar donde prevalece un clima de bosque pluvial. Debido a que los cambios en temperaturas a través de las estaciones no son tan marcados en los trópicos como en las zonas templadas, resulta fácil pero incorrecto, el pasar por alto la estacionalidad de los trópicos. Los árboles en los trópicos pueden estar tan estrechamente sincronizados a las estaciones como los de las zonas templadas. A pesar de que muchas de las especies utilizadas por los dasónomos parecen tener una amplia tolerancia climática, ésta puede deberse a que

existen gran variedad de razas genéticas ecológicamente distintas. Aunque luzcan idénticas cada una puede ser bien específica en sus requerimientos ambientales. Otros factores climáticos también pueden ser importantes. En las zonas de huracán el dasónomo preferirá, naturalmente, utilizar especies resistentes al viento. La selección de las especies a sembrar y el tiempo más adecuado para hacerlo guardará estrecha relación con el clima de la localidad.

## Los Elementos del Clima

**Radiación solar y temperatura**—La temperatura del aire está mayormente determinada por la cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre. Cerca del Ecuador la cantidad diaria de radiación solar varía muy poco durante el año y por ende las fluctuaciones mensuales son pequeñas. En la mayor parte de los trópicos las variaciones en un mismo día suelen ser mayores que las variaciones entre estaciones. En los húmedos llanos tropicales cerca del Ecuador los cambios en temperatura entre estaciones son casi imperceptibles: Belem, Brasil (1 °S) tiene una variación de temperatura estacional de sólo 0.3 °C (0.5 °F) entre el mes más frío y el más caluroso mientras que el alcance de las variaciones en temperaturas diarias es de 13 °C (23.4 °F). Las temperaturas promedio anuales alcanzan desde 23 °C (73 °F) en los bordes extremos al norte y al sur de las llanuras costaneras no sujetas a heladas hasta 30 °C (86 °F) en algunas áreas de Sur América.

El largo del día no varía mucho en el trópico. En el Ecuador todos los días tienen exactamente 12 horas, 7 minutos. A los 10° de latitud el día más largo es de 12 horas, 40 minutos y el más corto es de 11 horas, 30 minutos. Aún a los 20° de latitud la diferencia entre el día más corto y el más largo es de menos de 2½ horas.

Aún así, muchas plantas tropicales pueden necesitar un fotoperíodo (largo del día) específico para florecer y dar fruto. A los árboles nativos a zonas templadas se les dificulta adaptarse a estas condiciones por lo cual se les hará imposible florecer y dar fruto o disminuir su respiración como estrategia de crecimiento. En ocasiones resulta difícil lograr una buena reproducción de una especie de árbol tropical cuando éste se cambia de latitud, aún cuando todos los demás factores climáticos son iguales. La respuesta parece radicar en que la especie tiene una tolerancia muy baja a cambios en su fotoperíodo.

### Tipos de sensores de temperatura

**Heladas**—Las especies de árboles tropicales, por lo general, no toleran condiciones de heladas. Se encuentra un marcado contraste en la composición de especies en bosques nativos entre áreas donde no hay o hay heladas aunque sea ocasionalmente, ya sea en las márgenes de los trópicos o a mayores alturas en las montañas de los trópicos. La línea de heladas que marca los límites norte y sur del trópico corresponde aproximadamente a la isoterma de 18 °C (65 °F) en temperatura promedio para el mes más frío, pero fluctúa entre años. En las alturas tropicales, la delimitación para la formación de heladas se encuentra entre 1700 y 2400 m (5,576-7,872 pies) de elevación, dependiendo de la latitud. Es posible calcular la elevación promedio aproximada de la línea de heladas para un área al restar 5.5 °C (9.9 °F) de la temperatura promedio a nivel del mar por cada 1000 m (3,280 pies) de diferencia en elevación (lapse rate) hasta llegar a una temperatura promedio de 16 a 18 °C (61 a 64 °F).

Las heladas dañan las especies sensibles al formar cristales de agua dentro de las células causando daños mecánicos. No hay forma de evitar este tipo de daño, excepto en el caso de especies que son resistentes al frío por cortos períodos de tiempo. Las especies tropicales de la llanura no se pueden usar en lugares propensos, aunque ocasionalmente, a heladas.

**Temperaturas bajas constantes**—En algunas zonas tropicales del altiplano las temperaturas del aire son persistentemente bajas y en gran parte del año por las noches se llega a niveles de congelación. En estas alturas no se producen bosques y se dice que están sobre el “límite para árboles” de los trópicos. Entre la línea de heladas y el límite para árboles hay una zona de bosques característicos de zonas templadas o boreales con sus especies distintivas. La reforestación en esta zona debe efectuarse con especies adaptadas a esos tipos de temperaturas bajas constantes. Estas áreas con frecuencia exhiben temperaturas bajas durante todo el año tanto de día como de noche y no tienen un verdadero “verano” distinto a zonas similares en las regiones templadas.

**Tensión por temperaturas altas**—Las temperaturas máximas en los trópicos casi siempre ocurren en la época de sequía. Las plantas normalmente liberan el exceso de calor a través de sus hojas por la evaporación del agua y este proceso se llama transpiración. Cuando un árbol está sujeto a tensión por la sequía, las estomas de sus hojas se cierran y el efecto refrescante de la transpiración se reduce. En un bosque cerrado de las zonas tropicales húmedas la tensión por temperaturas altas no causa problemas. Sin embargo, en áreas desmontadas o en climas secos estacionales, las hojas pueden calentarse a temperaturas mayores que las del aire circundante, cuando éstas están sujetas a tensiones por sequía. La hoja está compuesta casi en su totalidad de tejido proteico y las proteínas se desnaturalizan o destruyen por temperaturas ligeramente sobre 35 °C (95 °F). Las quemaduras causadas por el sol en la vegetación sensible se deben a este tipo de tensión por calor y pueden evitarse al proveerles sombra y/o agua adicional. Las plántulas de muchos árboles tropicales se desarrollan a la sombra parcial o total en el ambiente húmedo del bosque y son especialmente susceptibles a la tensión por calor.

Un esquema de clasificación climática de amplio uso en la América Tropical para determinar los límites de crecimiento de las plantas utiliza una medida conocida como biotemperatura para delimitar las zonas climáticas. La biotemperatura se calcula sumando todas las horas con temperaturas sobre 0 °C (32 °F) y bajo 30 °C (86 °F) durante un año y dividiendo por el número total de horas en ese período. En los bordes de los trópicos ecuatoriales, sobre las latitudes 13° N y S y en las zonas áridas, las biotemperaturas tienden a ser más bajas que las temperaturas promedio, ya que todas las medidas sobre 30 °C se omiten. Sin embargo, en los altiplanos tropicales las biotemperaturas tienden a ser más altas que las temperaturas promedio ya que todos los valores bajo 0° (32 °F) se omiten. La biotemperatura, la lluvia y la elevación se utilizan para identificar las zonas de vida en el sistema desarrollado por Holdridge. Los mapas con las zonas de vida están disponibles para la mayor parte de los países tropicales de América (Tabla 3.1). Este es sólo uno de varios sistemas en uso, pero al presente es el más utilizado en la región. Su utilidad para la reforestación radica en que identifica homoclimas, donde las especies de árboles podrían adaptarse bien si son introducidas de otra zona de vida similar en otro lugar.

**Lluvia**—El agua es indispensable para el crecimiento de los árboles y por lo tanto la cantidad y la distribución de la lluvia son dos de las características más importantes del clima tropical. El patrón de lluvia a través del año determina las estaciones en el

trópico. La cantidad total de lluvia que cae en los trópicos puede variar grandemente, aún sobre distancias muy cortas. Las Ilustraciones 3.2 y 3.3 muestran los promedios anuales de lluvia en mm.

**Evaporación**—Las plantas deben transpirar para sobrevivir. Por lo tanto, el total de la pérdida de agua en una región forestada es la suma de la evaporación directa del agua en el suelo más la transpiración y se llama evapotranspiración. El potencial del aire para absorber vapor de agua es función de la temperatura y de la cantidad de agua ya presente en éste. Mientras más alta sea la temperatura del aire, mayor será su capacidad para retener vapor de agua y también mayor será la cantidad de humedad del suelo absorbida para la evapotranspiración. Por lo tanto, si todas las otras condiciones fueran iguales, o se mantienen constantes, a mayor temperatura promedio anual en una región, mayor será la evapotranspiración. Esto quiere decir que un promedio de lluvia anual de 1200 mm (48 pulgadas) en la latitud de Nueva York (temperatura promedio anual—12 °C [54 °F]) “vale más” en términos de evapotranspiración que 1200 mm en Managua (temperatura promedio anual de—28.1 °C

**Tabla 3.1 Países para los cuales existen mapas de zonas de vida de acuerdo al sistema de Holdridge.**

País	Escala de mapa	Referencia <sup>1</sup>
Brasil	1:10,000,000	Tosi (1983)
Colombia	1:1,000,000	Espinal et al. (1963)
Costa Rica	1:750,000	Tosi (1969)
Ecuador	1:1,000,000	Vivanco de la Torre, et al. (n.d.)
El Salvador	1:1,000,000	Holdridge (1959a)
Guatemala	1:1,000,000	Holdridge (1959b)
Haití	1:500,000	OAS (1972)
Honduras	1:1,000,000	Holdridge (1962b)
Jamaica <sup>2</sup>	1:500,000	Gray and Symes (1969)
Nicaragua	1:1,000,000	Holdridge (1962c)
Panamá	1:500,000	FAO (1971)
Perú	1:1,000,000	Tosi (1960)
Puerto Rico	1:250,000	Ewel and Whitmore (1973)
República Dominicana	1:250,000	Tasaico (1967)
Venezuela	1:2,000,000	Ewel et al. (1968)

<sup>1</sup>Para los países en que existe más de un mapa se hace referencia al más reciente.

<sup>2</sup>De datos climatológicos y topográficos.

[8.6 °F]). Ambos lugares reciben cerca de 1250 mm (50 pulgadas) de lluvia al año. En Managua, la evapotranspiración es mayor que la lluvia durante seis meses al año, mientras que en Nueva York hay un excedente de agua durante todo el año.

En el sistema de zonas de vida de Holdridge, mencionado con anterioridad, la evapotranspiración (en mm) se asume que sea igual a biotemperatura anual promedio multiplicada por 58.93. Los valores anuales promedio para evaporación en la América Tropical se muestran en las Ilustraciones 3.4 y 3.5.

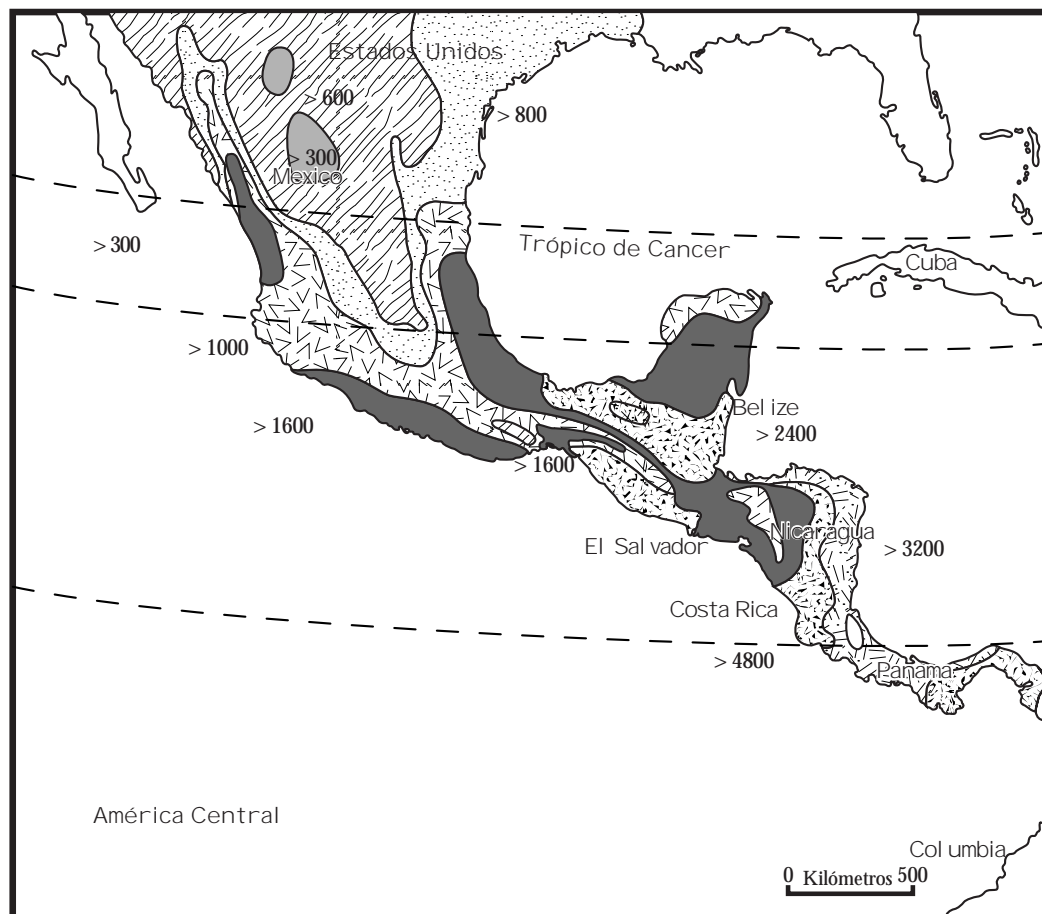


Ilustración 3.2—Precipitación promedio anual en mm para la América Central.

## Huracanes

Los vientos tropicales más notorios son los producidos durante los disturbios tropicales tipo ciclón. Estos disturbios son sistemas de baja presión gigantescos que se forman sobre los océanos en algunos lugares de los trópicos. Pueden alcanzar desde 430 a 650 km (267 a 404 mi) en diámetro. Hay dos áreas en latinoamérica donde ocurren ciclones: en la cuenca del Caribe y en las costas este del Pacífico cerca de las costas de Colombia, Panamá y Costa Rica y al norte de la costa oeste de México. Los ciclones del Pacífico no son tan numerosos como los del Caribe ni tan propensos a afectar áreas terrestres. La Ilustración 3.6 muestra las trayectorias conocidas de los huracanes tropicales ocurridos entre 1886 al 1977 en la cuenca del Caribe.

En un ciclón tropical en el hemisferio norte, el aire y las nubes se mueven hacia el centro y hacia arriba en dirección contraria a las manecillas del reloj. A medida que el aire sube y se enfría se produce un alto volumen de lluvia que cae en bandas alrededor del centro u "ojo" de la tormenta. La lluvia no ocurre en forma continuada dentro del disturbio, sino en forma de fuertes aguaceros y vientos que se alternan con períodos de relativa calma según las bandas de nubes pasan sobre el observador. Si el disturbio tiene vientos con intensidades de 119 km/hr (74 mph) o más se le llama huracán. Algunas ráfagas del huracán pueden alcanzar 200 km/hr (120 mi/hr) o más.

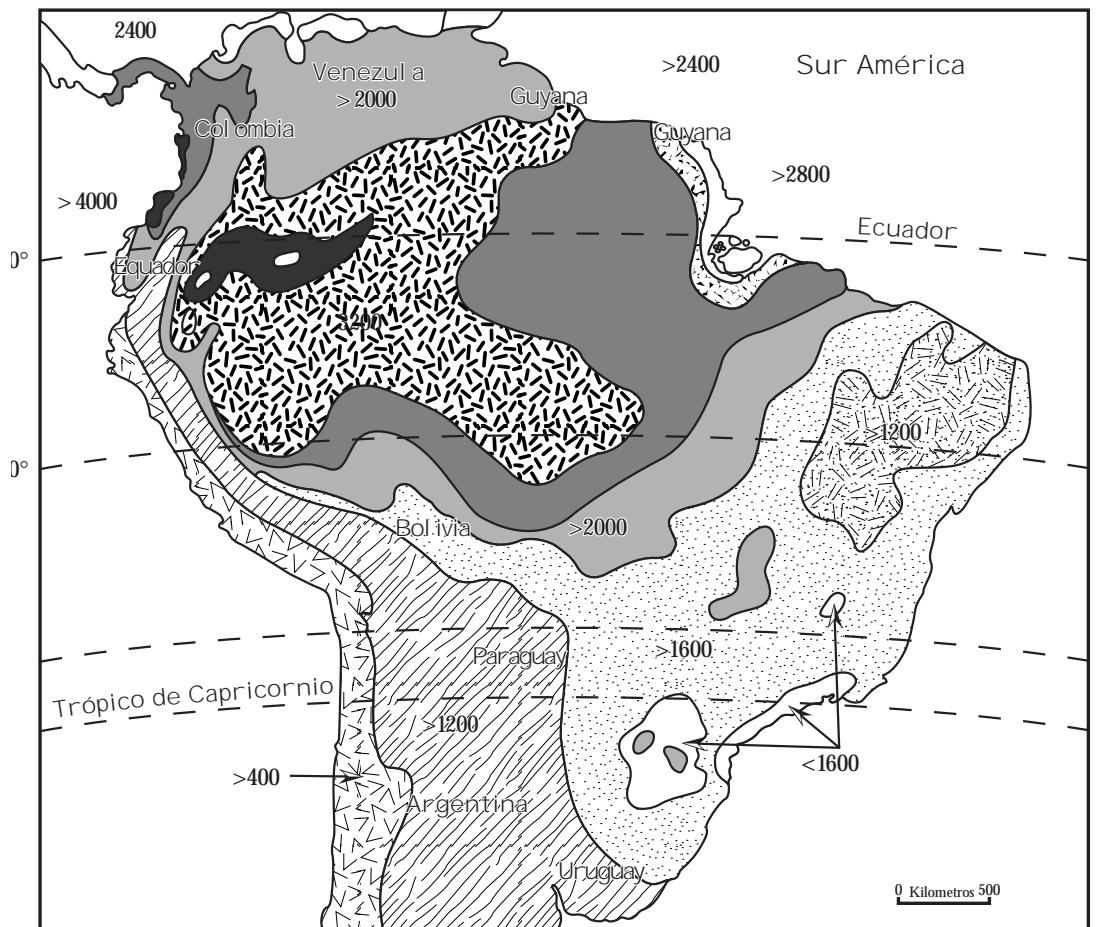


Ilustración 3.3—Precipitación anual en mm para Sur América.

Además, los ciclones fuertes producen tronadas violentas, chorros de agua y hasta pequeños tornados dentro de las bandas centrales de nubes, todos los cuales añaden el daño producido por los vientos.

Los huracanes se forman sobre el mar cuando las temperaturas exceden los 26 °C (79 °F) por lo que son, generalmente, un fenómeno de verano. La temporada de huracanes en las Indias Occidentales va del primero de junio al 15 de octubre aunque ocasionalmente se pueden formar tormentas durante cualquier otro mes del año. Estas tormentas representan un alto potencial de daño para los bosques.

La frecuencia de huracanes en la cuenca del Caribe para cualquier localidad promedia una tormenta fuerte cada 10 a 20 años. Por lo tanto, en estas regiones las plantaciones forestales están expuestas a huracanes durante algún período de su ciclo de vida. Las especies nativas tienden a ser más resistentes a los huracanes que las exóticas y los bosques nativos se recuperan más rápidamente que las plantaciones de sus efectos. Sin embargo, por su crecimiento más lento, los bosques nativos pueden ser afectados por los huracanes en etapas más jóvenes.

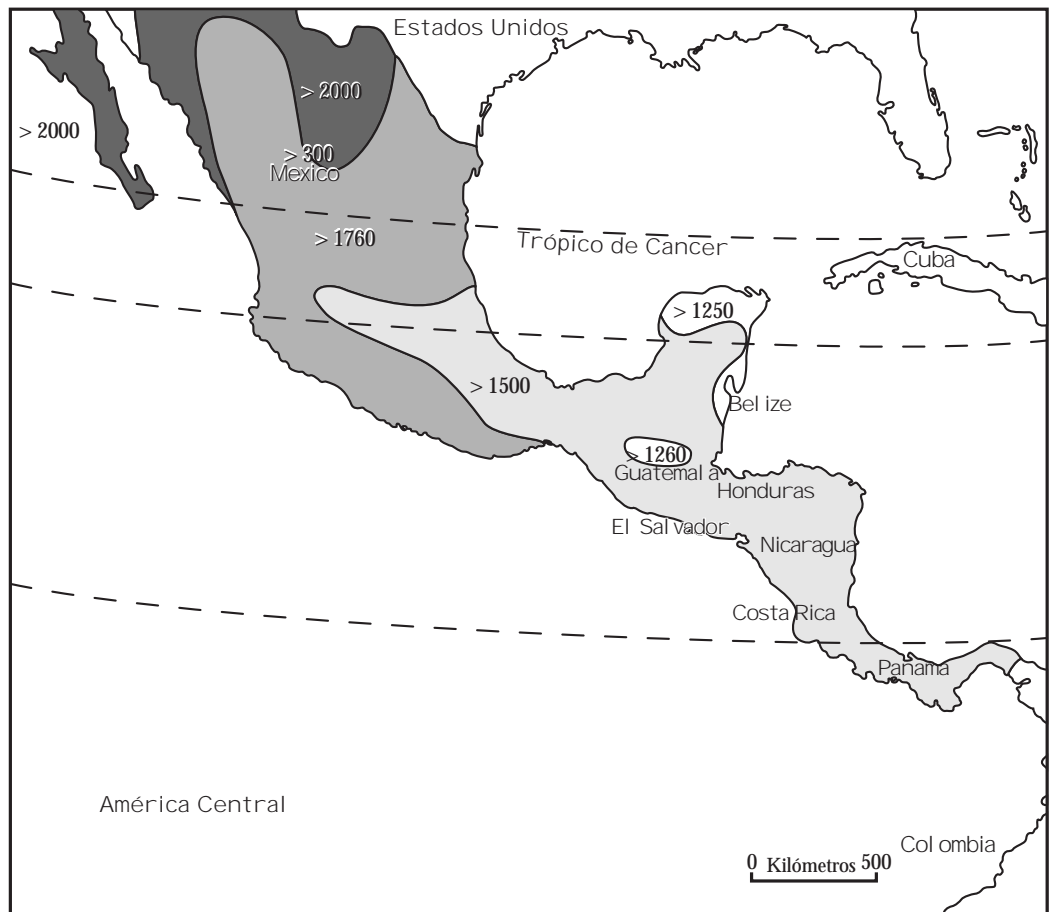


Ilustración 3.4—Cálculo de valores para evaporación anual promedio en mm para la América Central.

**Restauración**—Luego de una tormenta habrá muchos postes y trozas tanto vivos como muertos. Los huecos del dosel serán invadidos rápidamente por especies secundarias. El daño causado al bosque pronto será invisible ya que las trepadoras y los árboles de las especies secundarias de rápido crecimiento lo cubrirán todo. Sin embargo, luego de sufrir los efectos directos de un gran huracán el bosque carecerá de árboles grandes por largo tiempo. Por lo tanto, el rescate de las maderas valiosas debe comenzar lo antes posible antes que la descomposición degrade la calidad de la madera.

## Clima y Suelos

**El clima tropical y la erosión de los suelos**—Las lluvias tropicales se caracterizan por intensos aguaceros de corta duración en vez de lluvias de poca intensidad pero persistentes. Por lo tanto, las inundaciones son un problema frecuente en las épocas lluviosas así como los deslizamientos de tierra que ocurren con facilidad luego de los grandes aguaceros. El desgastamiento de las rocas es un proceso rápido en los trópicos húmedos debido a las altas temperaturas y fuertes lluvias. Las gruesas gotas de lluvia desprenden con facilidad las partículas que las escorrentías arrastran a las quebradas y ríos.

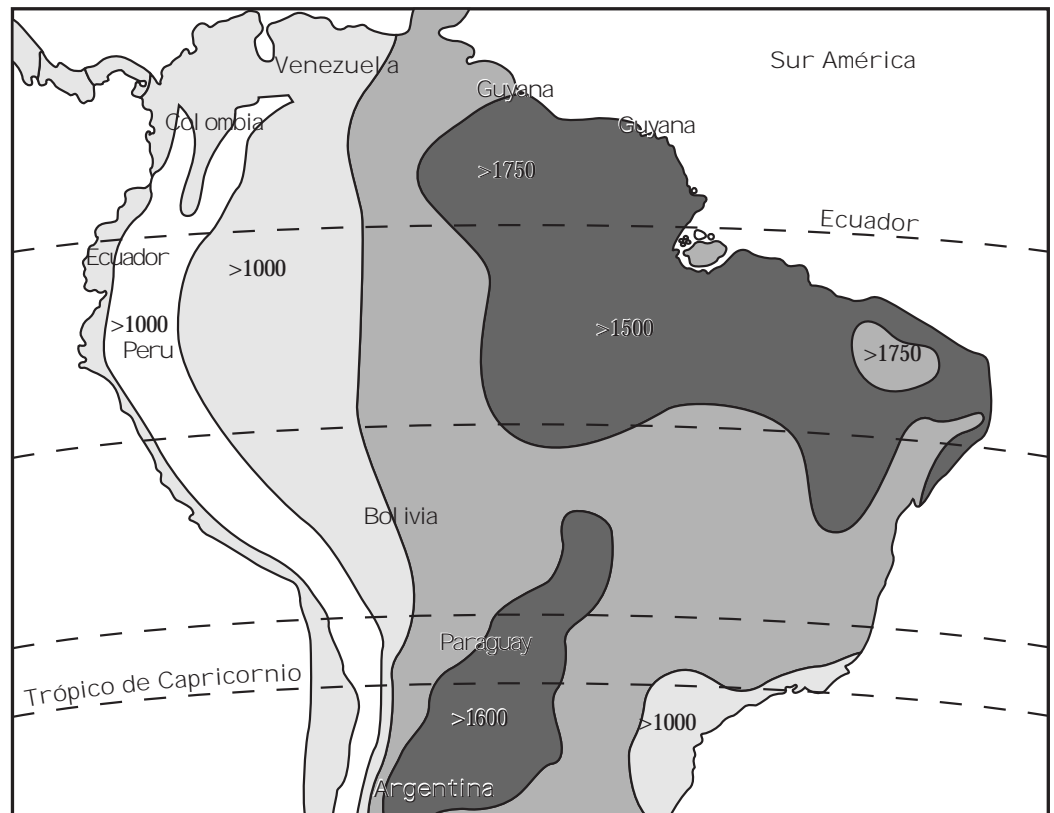


Ilustración 3.5—Cálculo de evaporación anual promedio en mm para la América del Sur Tropical.

Existen muchas formas de controlar la erosión en los viveros y las plantaciones jóvenes hasta que éstas crezcan lo suficiente como para que su dosel y el sotobosque controle la erosión. Si el área de plantación fue limpiada en su totalidad previo a la siembra, es una buena idea el construir diques a lo largo de los contornos y trincheras entre ellos. Las aperturas en las trincheras de una línea se alternarán con los diques de la próxima de modo que la absorción de la lluvia aumente y las escorrentías y la erosión se minimicen. Esta técnica sirve un doble propósito: el aumentar la humedad en el suelo en beneficio a la plantación y reducir la erosión.

**Efectos del clima en la fertilidad de los suelos**—La fertilidad de los suelos es función del material originario del cual proviene y del clima que lo produce. Los suelos de tierras anegadas son casi siempre ácidos. En los suelos tropicales sujetos a altos niveles de precipitación los nutrientes minerales solubles se lixiviarán rápidamente. Cuando ocurren estaciones alternas de sequía y lluvia, los suelos serán más básicos y un poco más fértiles, pero el agua puede ser un factor limitante. La siembra se debe hacer aprovechando al máximo la época de lluvia.

En las regiones áridas, la lixiviación de los nutrientes no es un problema. Los suelos serán neutrales o ligeramente básicos, pero la acumulación de sal puede ser un problema. El crecimiento arbóreo se verá limitado durante casi todo el año por la escasez de agua.



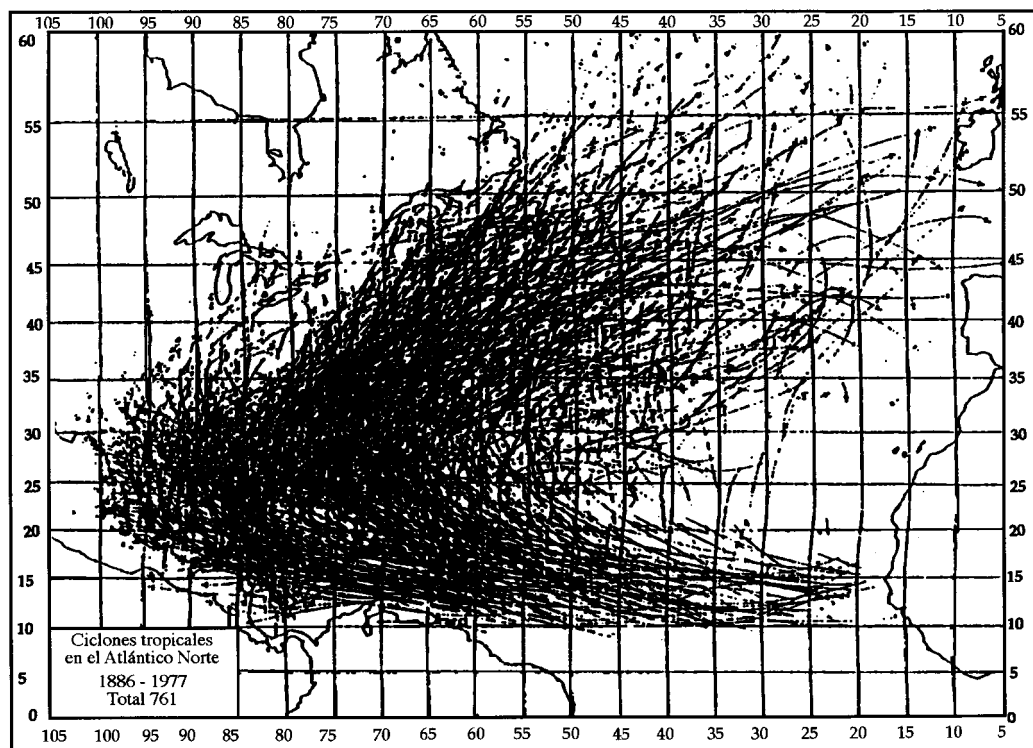


Ilustración 3.6—Gráfica por computador mostrando las trayectorias de 761 ciclones tropicales conocidos en el mar Atlántico y que registraron por los menos intensidades de tormenta tropical en el período de 92 años entre 1886 y 1977.

Los viveros en los climas húmedos pueden tener problemas de infertilidad de suelos (en particular por deficiencias de fósforo y nitrógeno) y por la acidez de éstos. En general, las especies de árboles adaptadas a suelos ácidos no prosperan en suelos neutrales o alcalinos y vice-versa, pero existen algunas especies de amplia tolerancia. En los climas de savanas (con estaciones húmedas y secas), la lluvia estimula la acción de los microorganismos fijadores de nitrógeno del suelo de modo que hay más nitrógeno disponible luego de comenzada la época de lluvia. Por la abundancia de agua, éste es el mejor momento para sembrar.

**Aprendiendo a conocer los suelos en un área**—Resulta difícil hacer generalizaciones útiles acerca de los tipos de suelos en los trópicos. El clima, el material originario, la topografía, la vegetación y el tiempo interactúan de incontables formas para producir tremendas variedades en los suelos, aún dentro de un área relativamente pequeña. De hecho, las tierras forestales contienen varios tipos de suelos que difieren en color, textura, pendiente, profundidad, drenaje, tempero y pH (una escala utilizada para medir la reacción del suelo de ácido a básico).

Para poder sembrar árboles es preciso conocer antes los suelos del área. La mejor forma es ir al campo a examinarla. Una gran cantidad de información puede obtenerse del uso de una simple pala y equipo sencillo de medir pH. Una pala de tiente es un tubo de metal hueco de 46 a 91 cm (18-36 pulgadas) de largo que permite examinar el

perfil de un suelo al extraer una columna del mismo luego de ser enterrada en éste. Coteja las características que afectan el crecimiento: la textura, tempero, drenaje, profundidad y pH.

Aprende a descifrar situaciones problemáticas. Por ejemplo, puede ser que encuentres que el crecimiento de las raíces se vea entorpecido por una estrata de suelo rocoso o por un nivel freático alto o por un subsuelo muy ácido. El jaspeado o vetado en el subsuelo indica que hubo pobre drenaje en la temporada de lluvias.

En general, las características físicas del suelo son más importantes que las químicas en términos del crecimiento del árbol. Sin embargo, si sospechas que los suelos son demasiado pobres aún para los árboles, toma muestras del suelo y envíalas a un laboratorio para que te analicen la información sobre el estado de los nutrientes, el pH y la capacidad de intercambio (una medida de la habilidad del suelo para retener nutrientes con iones positivamente cargados).

Muchos países latinoamericanos tienen estudios de suelos que cubren diferentes áreas de su territorio. Estos pueden ser muy generales o muy específicos. Consisten principalmente de un mapa de suelos acompañado de un folleto descriptivo de los suelos principales en el área cubierta por el mapa. Los estudios más detallados pueden señalar las series de suelos, que son un grupo de suelos formados de un mismo material originario por procesos de formación de suelos similares y cuyos perfiles tienen horizontes y características parecidas. Los suelos de una misma serie son similares en textura, estructura, profundidad, drenaje, color y pH. A pesar de lo anterior, las prácticas agrícolas pueden haber modificado las características de la capa superior (suelo vertical).

Los estudios más valiosos incluyen recomendaciones para el manejo de los distintos tipos de suelos. Puede que existan además mapas de capacidad de suelos, que agrupan los mismos en clases de acuerdo a su potencial de productividad y a cuán adecuados son para los diferentes tipos de cultivos. Aún los mapas más detallados no mostrarán exactamente cómo interpretar los diferentes suelos de un lugar.

Si es posible, y en particular si parece haber un problema de suelos, trata de conseguir un perito o un dasónomo o agrónomo de experiencia para que te asesore y acompáñalo cuando visites el área. Esta persona te podrá ofrecer información sumamente valiosa sobre la adaptación de los árboles, las necesidades de manejo y las características de los suelos donde trabajas.

Los términos referentes a suelos están definidos en el glosario. El apéndice II describe las condiciones favorables de los suelos para el crecimiento específico de algunas especies de árboles. Para más información sobre suelos y muestras refiérase al libro *Soils, Crops and Fertilizer Use* (ICE Reprint 8), en el cual se basa la información aquí ofrecida. Un punto a considerar al usar el texto de referencia es que los árboles necesitan un nivel de fertilidad de suelos mucho menor que el requerido por las cosechas.

## Otros Aspectos del Ambiente Físico

Además del clima y los suelos, otro componente del ambiente físico importante a la reforestación es la cantidad de vegetación leñosa disponible de la cual se pueden obtener los varios beneficios forestales. Una indicación general de la extensión de este tipo de vegetación se presenta en los estimados de la FAO para 1980 resumidos en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Vegetación leñosa en la América Tropical.<sup>1</sup>**

País	Bosque cerrado	Bosque abierto	Bosque barbechado (103 ha)	Vegetación de arbustos	Área total	Porcentaje de terrenos
Belise	1354	92	525	46	2071	88
Bolivia	44010	24700	1100	9000	78810	72
Brasil	357480	157000	111720	50100	67300	79
Colombia	46400	5700	8500	5500	66100	58
Costa Rica	1638	160	120	120	2038	40
Cuba	1455	-	700	305	2460	21
Ecuador	14250	550	2350	1050	18200	67
El Salvador	141	-	22	293	456	22
Guatemala	4442	100	360	1505	6407	59
Guyana	18475	25	200	115	18815	88
Guyana Francesa	8900	70	75	7	9052	99
Haití	48	-	43	53	144	5
Honduras	3797	200	680	1220	5897	53
Jamaica	67	-	159	227	453	40
México	46250	2100	26000	59500	133850	68
Nicaragua	4496	-	1370	210	6076	44
Panamá	4165	-	124	-	4289	56
Paraguay	4070	28640	3270	-	35980	88
Perú	69680	1120	5350	3150	79300	62
República Dominicana	629	-	267	54	950	20
Surinam	14830	690	270	200	15900	98
Trinidad y Tobago	308	-	57	6	271	14
Venezuela	31870	3300	10650	2120	47940	53
Totales	678,655	224,447	173,912	134,781	1,211,795	72

<sup>1</sup>Fuente: FAO 1980.

Otro punto de especial interés para la reforestación es la tasa actual de tala de tierras en la región, muchas de las cuales no se prestan para otros usos en forma continuada por lo cual resultan áreas potenciales de reforestación. Estimados recientes de la FAO indican que la deforestación de bosques tropicales húmedos mundialmente procede a razón de 7.5 millones de hectáreas por año (18.75 millones cuerdas/año) y puede alcanzar 8.1 millones de hectáreas por año (20.25 millones cuerdas/año) para 1990. Las causas principales de este fenómeno son las prácticas de cultivo por corta y quema, la conversión de terrenos a pastizales, la remoción de madera y la corta de madera para combustible.

Los patrones de las tasas de conversión de bosques a otros usos por región geográfica y grado de perturbación son escasos y aislados. Destrucciones de alcance considerables de los bosques naturales ya han ocurrido en la altura andina, gran parte de Centro América, en particular en el Salvador, muchas áreas del Caribe y alrededor de todos los asentamientos urbanos mayores.

Existen sin embargo algunas áreas donde aún no han ocurrido grandes cambios al presente y probablemente se mantengan intactas hasta el año 2010; entre éstas se encuentran:

Brasil—Los bosques pluviales de las llanuras orientales del Amazonas que, excepto por extracciones de maderas locales y cultivos aislados en los llanos inundables de vareza, están mayormente intocados. El área está distante de centros poblacionales, es inaccesible y muy húmeda.

Guyana—Los bosques pluviales bajos y montanos no están sujetos a presión por corte de madera y las presiones poblacionales son bajas.

Surinam—La densidad poblacional es baja, los bosques pluviales bajos y montanos están siendo explotados en forma limitada.

Guyana Francesa—Los bosques pluviales bajos y montanos están sujetos a presión limitada para la producción de madera y las posibilidades de desarrollo de asentamientos urbanos en un futuro cercano son bajas.

En contraste a los peores escenarios de destrucción forestal, en ciertas regiones que estuvieron anteriormente alteradas se ven señales de recuperación. Para 1945 todos, excepto el 1 por ciento de los bosques naturales de Puerto Rico se habían alterado. Los bosques sobrevivientes se circunscribían a los picos y elevaciones mayores de las montañas centrales, áreas inaccesibles a la agricultura o protegidas por el gobierno. Con el proceso de industrialización se produjo una migración del campo a la ciudad acompañada por el abandono de la agricultura. Al presente, sobre 30 por ciento de la isla está cubierta con bosque secundario dominado principalmente por especies previamente utilizadas en la agricultura. Situaciones similares pueden que se produzcan en los trópicos del nuevo mundo según las áreas metropolitanas crecen y las naciones en vías de desarrollo se modernizan. Estudios recientes indican que a través de Centroamérica, México y el Caribe se encuentran cerca de 31 millones de hectáreas de bosque secundario.

A pesar de que la naturaleza provee el ímpetu para la rehabilitación de la tierra por medio de la regeneración natural, los administradores forestales aún tienen un papel importante que desempeñar para retornar los bosques a las tierras. Muchas de las especies que crecen en el bosque secundario tienen valor comercial marginal y muchos de sus tallos están deformados o enfermos. Los bosques secundarios se

pueden evaluar para determinar su potencial y los métodos silviculturales se pueden emplear para mejorar la composición de especies, las tasas de crecimiento comercial de éstos. Generalmente, las tierras forestales se deben dejar quietas, manejarse para mejorar la regeneración y el crecimiento de especies deseables o cortadas y reforestadas. Donde los bosques ya han comenzado a regenerarse las medidas a tomarse deberán ser sólo para mejorar la composición y el crecimiento de las especies. Donde las tierras han sido deforestadas y no son propicias para cultivo agrícola en forma continuada, la reforestación debe ser la primera alternativa.

## **Bibliografía Seleccionada**

- Birdsey, R.A. y P.L. Weaver. 1982.** The forest resources of Puerto Rico. USDA Forest Service Resource Bulletin SO 85. Southern Forest Experimental Station, New Orleans, LA. 59 p.
- Brown, S. 1980.** Rates of organic matter accumulation and litter production in tropical forest ecosystems. The role of tropical forests in the world carbon cycle. U.S. Department of Energy Pub. CONF 800350. National Technical Information Service, Springfield, VA. p. 65-117.
- Cremer, K.C., B.J. Myers, F. Van der Duys, y I.E. Craig. 1977.** Silvicultural lessons from the 1974 windthrow in radiata pine plantations near Canberra. Australian Forestry 40:274-292.
- Crow, T.R. 1980.** A rainforest chronicle: a 30-year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. Biotropica 12(1):42-55.
- Espinal, L.S. y E. Montenegro (con J.A. Tosi, Jr. y L.R. Holdridge). 1963.** Formaciones vegetales de Colombia; y mapa ecológico de Colombia. Instituto Geográfico Augustin Codazzi, Bogotá. 201 p. + mapa.
- Ewel, J., A. Madriz, y J.A. Tosi, Jr. 1968.** Zonas de vida de Venezuela; y mapa ecológico de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación, Caracas. 265 p. + mapa.
- Ewel, J.J. y J.L. Whitmore. 1973.** The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA Forest Service Research Paper ITF-18. Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR. 72 p.
- FAO. 1971.** Inventariación y demostraciones forestales. Panamá. Zonas de Vida, basado en la labor de Joseph A. Tosi. FO:SF/PAN 6. Informe técnico 2. Rome, Italy. 89 p. + mapa.
- FAO. 1974.** Tree planting practices in Africa savannas. FAO Forestry Development Paper No. 19. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 185 p.
- Gray, K.M. y G.A. Symes. 1969.** Forest inventory map No. 3. Life zones. 1:500,000. UNDP Forestry/Watershed Management Project, Kingston, Jamaica.
- Holdridge, L.R. 1959a.** Mapa ecológico de El Salvador. Interamerican Institute of Agricultural Science, Turrialba, Costa Rica.
- Holdridge, L.R. 1959b.** Mapa ecológico de Guatemala. A.C. Interamerican Institute of Agricultural Science, Turrialba, Costa Rica.

- Holdridge, L.R. 1962a.** Mapa ecológico de Honduras. American States, Washington, DC.
- Holdridge, L.R. 1962b.** Mapa ecológico de Nicaragua, A.C. United States Agency for International Development, Managua, Nicaragua.
- Holdridge, L.R. 1967.** Life zone ecology (edición revisada). Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Liegel, L.H. 1984.** Assessment of hurricane rain/wind damage in *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa* provenance trials in Puerto Rico. Commonwealth Forestry Review 63(1):42-53.
- Lugo, A.E., M. Applefield, D.J. Pool, y R.B. McDonald. 1983.** The impact of Hurricane David on the forests of Dominica. Canadian Journal of Forest Research 13(2):201-211.
- Macpherson, J. [n.d].** Caribbean lands (fourth edition). Longman Caribbean, Trinidad. 200 p.
- OAS (Organization of American States). 1972.** Ecologie, Republique D'Haiti. Washington, DC.
- Peace Corps. 1977.** Soils, crops and fertilizer use: a guide for Peace Corps volunteers. Program and Training Journal Repring Series 8. Peace Corps, Washington, DC. 88 p.
- Salivia, L.A. 1972.** Historia de los temporales de Puerto Rico y las Antillas. Editorial Edil, Inc., San Juan, PR. 385 p.
- Sánchez, P. 1976.** Properties and management of soils in the tropics. John Wiley and Sons. New York. 618 p.
- Schwerdtfeger, W. (editor). 1976.** Climates of Central and South America. En World survey of climatology. Volumen 12. H.E. Landsberg (editor). Elsevier Scientific Publishing Co., New York.
- Tasaico, H. 1967.** Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana: estudio para su desarrollo y planificación (con Mapa Ecológico de la República Dominicana, 1:250,000). Pan American Union, Washington, DC.
- Tosi, J.A., Jr. 1960.** Zonas de vida natural en el Perú: memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Boletín Técnico No. 5. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Zona Andina, Lima. 271 p.
- Tosi, J.A., Jr. 1969.** República de Costa Rica. Mapa Ecológico. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Tosi, J.A., Jr. 1983.** Provisional life zone map of Brasil at 1:5,000,000 scale. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, PO Box AQ, Río Piedras, PR. 16 p. + apéndice.
- Trewartha, G.T. 1968.** An introduction to climate (fourth edition). McGraw-Hill, New York. 408 p.

- Troll, C. (editor). 1968.** Geo-ecology of the mountainous regions of the tropical Americas. Proceedings of the UNESCO Mexico Symposium, Aug. 1-3, 1966. Ferd, Dummlers Verlag, Bonn, Germany.
- Vivanco de la Torre, O., M. Cárdenas Cruz, G. Cortaire Iturraide, y J.A. Tosi, Jr. 1963.** Guía para el uso del croquis ecológico parcial del Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización. Quito, Ecuador.
- Wadsworth, F.H. y G.H. Englerth. 1959.** Effects of the 1956 hurricane on forests in Puerto Rico. *Caribbean Forester* 20(1 & 2):38-51.
- Walter, H., E. Harnickell y D. Mueller-Dumbois. 1975.** Climate-diagram maps of the individual continents and ecological climatic regions of the Earth (Supplement of the Vegetation Monographs). Springer-Verlag, New York.
- Weaver, P.L. 1983.** Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. USDA Forest Service Research Paper SO-190. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 24 p.
- Whitmore, T.C. 1974.** Change with time and the role of cyclones in tropical rain forest on Kolombangara. Solomon Islands. Institute Paper No. 46. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, England. 77 p.

# Capítulo 4

## El Ambiente Social para la Reforestación

Los productos derivados de los árboles proveen para las necesidades básicas de la vida: alimentos, vestimenta y albergue. Con un interés y compromiso social eficaz estos productos pueden ser de rendimiento indefinido. La reforestación es la clave para el logro de este objetivo.

Una participación eficaz del trabajador de extensión en la reforestación requiere que éste viva, trabaje e interactúe con los miembros de la comunidad local, regional, nacional e internacional. En especial, los extensionistas deberán establecer relaciones con las personas que van a permanecer en el área y continuar las actividades luego de que ellos se marchen. El éxito de un proyecto de reforestación depende, en gran medida, del entusiasmo de los miembros de la comunidad local. Por lo tanto, se debe considerar, lo más temprano posible en las etapas de planificación del proyecto, los medios de propiciar esta participación.

Los extensionistas deberán identificar las necesidades de la comunidad, los recursos naturales y humanos disponibles para realizar la tarea y las costumbres sociales y tradiciones que pueden ayudar o entorpecer los esfuerzos de reforestación. El primer paso en este proceso de recolección de información será el hablar con los miembros de la comunidad mejor informados sobre su situación presente, su historia y obtener su evaluación o apreciación de cuáles son las necesidades de la comunidad. Existen muchas personas que pueden abordarse: líderes religiosos y cívicos, oficiales de cooperativas, grupos de jóvenes, pequeños y grandes terratenientes, grupos ambientalistas locales, agencias privadas o gubernamentales y representantes de agencias donantes internacionales tales como AID, FAO o IICA. (El Apéndice I provee una lista de numerosas instituciones). Sin embargo, es importante recordar que los informantes claves o principales a utilizar no son siempre las personas con mayor educación de un grupo, sino aquellas que tienen conocimiento de primera mano y experiencia directa sobre los asuntos de la comunidad. Muchas veces se ignoran las mujeres en el proceso de consulta y con frecuencia ellas tienen amplio conocimiento sobre las necesidades y los recursos de la comunidad.

### Actitudes de la Comunidad

Las preocupaciones mayores de las personas en estas áreas son necesariamente las más inmediatas mientras que la producción de cosechas forestales requiere de considerable tiempo. Por lo tanto, los beneficios de la reforestación les pueden parecer muy remotos de su vida diaria. La resolución de este dilema es un prerequisite para lograr su apoyo a la reforestación.

Otro problema social común que afecta los esfuerzos de reforestación son los patrones de tenencia. Un patrón común en muchos países es la situación de grandes estadios controlados por unas pocas personas y miles de pequeñas fincas sobrepobladas de personas. Los grandes terratenientes están en posición de reforestar, pero no necesitan de los productos forestales. Ellos evalúan esta actividad principalmente en términos de los rendimientos económicos de su inversión.



Por el contrario, los dueños de pequeñas fincas tienen poco espacio para árboles que pueden competir con las cosechas por el espacio disponible. Sin embargo, muchas veces sus fincas están en laderas inclinadas que necesitan seriamente de la protección provista por la cubierta de los árboles.

En otros lugares, los títulos de propiedad de los terrenos pueden no estar claros o los agricultores pueden estar usando terrenos públicos. En ambos casos, eso puede resultar en poco interés por la reforestación.

La falta de interés en la reforestación puede resultar de otras causas. En muchos lugares los mercados presentes y futuros de productos forestales están limitados por procesos de cosecha y procesamiento ineficientes y por ende altos precios. Este problema es especialmente serio en aquellos lugares donde el gobierno ha realizado pocos esfuerzos por reforestar, o peor aún, donde esfuerzos promovidos con muchas promesas han fallado.

Las actitudes sociales respecto la reforestación en general pueden ser muy negativas debido al temor de intervención gubernamental intensificada en forma de reglamentos sobre las actividades rurales. La producción forestal tradicionalmente envuelve el reservar recursos presentes para obtener beneficios futuros, por ende se reservan áreas donde no se permiten cultivos, pastoreo, corta de árboles o caza. Los proyectos forestales, por lo tanto, pueden ser vistos como una invasión de los derechos tradicionales de los campesinos.

La falta de confianza de la población rural en el gobierno puede ser otro obstáculo a la reforestación. Esta situación puede llevar consigo el temor de que los árboles plantados con ayuda gubernamental impliquen que luego el gobierno quiera hacer reclamaciones sobre los terrenos para uso público. Algunos de estos temores pueden ser muy reales, pero pocos los expresarán.

La desconfianza en los méritos de las actividades forestales gubernamentales es un hecho a dar por sentado. Los gobiernos tienen responsabilidad por muchos asuntos más urgentes que el desarrollo forestal y por esto ven en los bosques primordialmente una fuente de rendimientos inmediatos. Por lo tanto, su compromiso a un rendimiento sostenido puede que sea sólo ligeramente mayor al de las poblaciones rurales.

Las agencias forestales serán tan fuertes como el apoyo que reciban de los líderes gubernamentales. Asuntos tales como la producción de alimentos, la salud pública, la educación, las comunicaciones, entre otras, usualmente pueden tener mayor prioridad que la producción de madera. Las demandas en competencia por recursos gubernamentales pueden tener como resultado escaso personal, bajos niveles de adiestramiento, pobre acceso al conocimiento, facilidades inadecuadas y escasas asignaciones fiscales operacionales para las tareas que realizan los responsables de los programas forestales nacionales.

El ambiente social también tiene su efecto en la legislación y la aplicación de la ley. El poder legal para cambiar las tradiciones sociales o las prácticas tales como los cultivos rotativos, pastoreo de terrenos públicos, o la explotación no autorizada de maderas públicas es inexistente. En algunos casos, pueden existir leyes, pero no la intención o esfuerzo efectivo para hacerlas cumplir. Las razones para esta situación son usualmente profundas y no cambiables a corto plazo. Lo que se requiere es con-

## Deficiencias Aparentes

centrar los esfuerzos en donde las condiciones para el cambio sean mejores que el promedio, aunque esto requiera trabajar sólo en una pequeña comunidad o en un área de ésta. Sin algún cambio los esfuerzos por reforestar serán infructuosos.

De muchas maneras la reforestación envuelve el hacer lo mejor de lo peor. La agricultura de corta y quema destruye la vegetación maderera y degrada los terrenos. Cuando se discontinúa, es usualmente porque los suelos se han empobrecido demasiado para poder producir cosechas. Dejadas al descubierto las pendientes se erodan rápidamente.

Por lo anterior, las áreas disponibles para reforestación tienden a ser aquellas marginales y menos accesibles, a veces sólo a pie. Eso significa que los trabajadores tomarán mucho tiempo para llegar hasta el lugar y transportar el material de plantación y las herramientas por medio de animales, donde estén disponibles. Para plantaciones grandes será necesario establecer un vivero en el lugar. Esto requiere el adiestrar a trabajadores inexpertos en las técnicas de viveros, el establecimiento de sistemas de regadíos primitivos y el mantenimiento de control desde lejos.

Los viveros, no importa dónde se localicen, comúnmente están plagados de circunstancias que evitan una producción eficiente de material para siembra. Los suelos pueden ser muy arcillosos, húmedos o infértiles, requiriendo mejoras en drenaje y suplementos de fertilizantes. Las pendientes o los diseños inadecuados de los lechos pueden producir mayor deterioro de los suelos por la erosión, con frecuencia no hay récords adecuados de los orígenes de las semillas, las fechas de siembra, la germinación, las tasas de crecimiento, las infecciones de insectos y las enfermedades. La calidad del material de plantación puede que nunca se haya estandarizado a base de la sobrevivencia o desarrollo temprano probado en el campo.

Una amenaza común a las plantaciones jóvenes en los trópicos secos es el pastoreo irrestricto de ganado y cabras. El pastoreo sin controlar puede causar la compactación del terreno y la erosión puede llevar a que los árboles plantados sean pisoteados, deformados o de corta sobrevivencia. Los animales sueltos afectan también las cosechas de alimentos, por lo cual los agricultores los excluyen de las áreas cultivadas. Por lo tanto, si los árboles se intercalan a las siembras alimenticias, pueden ser protegidos de los animales.

Las prácticas prevalecientes de quema en la mayor parte de los lugares son incompatibles con el desarrollo de las plantaciones jóvenes. No solamente se queman con frecuencia las áreas cosechadas o pastoreadas, sino que se permite que el fuego escape a los terrenos adyacentes, dañando o destruyendo los crecimientos leñosos jóvenes. Los agricultores consideran que esa vegetación leñosa no es valiosa y que el quemarla resulta beneficioso, casi necesario, como forma de preparar los terrenos para la siembra. El control de los fuegos se considera una actividad humana superflua. Este desinterés en el control de los fuegos va acompañado de falta de equipo y de planes para combatir fuegos.

Todas las deficiencias antes mencionadas presentan circunstancias desfavorables para la reforestación. Cada una de ellas puede ser un obstáculo tan formidable para la reforestación como los limitados recursos fiscales. Sin embargo, como actitudes sociales, cada una es susceptible a modificación gradual cuando las circunstancias les son favorables.

## Aspectos Sociales del Desarrollo de Proyectos

La forestación es una actividad apropiada para las naciones en vías de desarrollo aún cuando sus beneficios no sean espectaculares o fácilmente cuantificables en términos monetarios.

La relación de la forestación a la agricultura y al desarrollo rural es de gran importancia social. En terrenos aptos para la agricultura se debe dar preferencia a la producción de alimentos en vez del desarrollo de bosques. Pero, éstas áreas con frecuencia están intercaladas por suelos que resultan inadecuados para la agricultura debido a la presencia de rocas, un pobre drenaje o pendientes muy inclinadas. Los árboles forestales pueden crecer en estos terrenos y suplir muchos productos de uso directo para las poblaciones de agricultores—madera para leña y construcción, hojas para techados, frutas, nueces, corteza para cuerdas, néctar para mieles, taninos y tintes—todos suplementos a los alimentos y a la cosecha de forrajes.

La producción forestal es también muy apropiada como fuente de empleo en áreas rurales. Es una actividad que se puede realizar a escala familiar y que utiliza destrezas que son familiares a la mayor parte de los miembros de las comunidades rurales. El trabajo forestal, diferente de la agricultura, no tiene que ser estacional y puede integrarse con otros tipos de trabajos en períodos de baja actividad. La cosecha y el procesamiento de los productos forestales puede proveer ingresos suplementarios para las familias campesinas.

El primer paso en la planificación de un proyecto de reforestación es facilitar el que la comunidad identifique las necesidades o problemas locales que requieren de la siembra de árboles. ¿Está disminuyendo la productividad de la tierra? ¿Es la causa de lo anterior la erosión o el sobre-cultivo? ¿Existe un problema de calidad de agua? ¿Es deficiente la producción de alimentos? ¿Hay falta de pastos? ¿Están limitados los abastos de madera para construcción, postes y leña en la localidad? ¿Existen grandes áreas de terrenos baldíos?

El próximo paso es el identificar cuál de éstos problemas es el más importante para la comunidad. ¿Qué problemas se resolverían mejor por medio de la reforestación en el tiempo limitado que el extensionista tiene para trabajar con la comunidad?

Con estos pasos iniciales, comienza el proyecto de reforestación. El proyecto puede tener alcance local, regional, nacional o hasta internacional si las áreas problemáticas, como las cuencas hidrográficas, son comunes a países adyacentes. Los efectos de la deforestación de las alturas pueden sentirse río abajo en áreas que requieren abastos continuos de aguas claras para irrigación, industrias o usos domésticos. Si las áreas a ser reforestadas son vastas se pueden iniciar una serie de subproyectos en secuencia que resuelvan el problema en forma incremental.

Las metas sociales deberán dictar los múltiples detalles de los proyectos de reforestación. Si la protección de los suelos y de los recursos de agua es la meta principal, la forma de ponderar los lugares alternos para la siembra sería muy diferente de si la meta es la producción de madera. En este último caso, la accesibilidad, transportación y las consideraciones de mercadeo son críticas para la selección del lugar.

La selección del proyecto debe reflejar tanto los objetivos sociales a largo y corto plazo. Ejemplos de objetivos a corto plazo son la revegetación de una cuenca crítica luego de un fuego o huracán y el suplir leña para usos domésticos. Estos mismos proyectos pueden a la vez tener potencial a largo plazo para suplir productos forestales en grandes cantidades o para proveer sustitutos industriales para combustibles

que reduzca las importaciones. Los proyectos más exitosos tienen ganancias a corto plazo que garanticen la promoción de los elementos a largo plazo que llenan las necesidades futuras de la comunidad. Mientras más evidentemente un proyecto muestre la relación inseparable entre los aspectos a corto y largo plazo, más eficaz será.

Los proyectos deberán seleccionarse con la meta de proveer los productos forestales más útiles y apropiados para la comunidad. Aquellos que apoyen el proyecto deberán ser asegurados de que sus necesidades específicas, sean para combustible, pastoreo o productos agrícolas, van a ser satisfechas. Esto no solamente determinará qué productos se proveerán, sino las especies de árboles más adecuados, su espaciamiento y las prácticas de cultivo. Los mercados locales deberán suplirse antes de considerar las exportaciones.

Las comunidades apoyarán más fácilmente aquellos proyectos que claramente proveen los mayores beneficios para el mayor número de personas. Las personas que viven cerca de las plantaciones deben poder ver éstas como beneficiosas, no sólo en el sentido técnico sino como fuentes de empleo y de productos para el uso local. Las plantaciones no deben visualizarse como que proveen beneficios solamente a los consumidores futuros o los terratenientes ricos. Esto puede evitarse proveyendo la participación de todas las entidades locales de la comunidad a través de la vida de la plantación, desde la etapa de planificación y el establecimiento de la plantación como en su cuidado, cosecha y procesamiento.

Los administradores forestales exitosos conocen bien la comunidad de la cual la plantación depende y a las personas que ésta sirve. Los proyectos deben no sólo proveer beneficios, sino estar adaptados a las tradiciones y sensibilidades de las comunidades establecidas. Para asegurar esto, se requiere un enfoque de planificación integral que reconozca los aspectos históricos, culturales, políticos y los fundamentos económicos de la vida comunitaria. Estas realidades son la base sobre la cual los proyectos deben estructurarse.

## **Bibliografía Seleccionada**

**Evans, I. 1982.** Plantation forestry in the tropics. Clarendon Press, Oxford, England. 472 p.

**FAO Forestry Department. 1978.** Forestry for local community development. FAO Forestry Paper No. 7. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 114 p.

**Holdridge, L.R. 1959.** Ecological indication of the need for a new approach to tropical land use. *Economic Botany* 13:271-280.

**Leslie, A.J. 1976.** A note on the economics of the management of the tropical moist forests. Committee on Forest Development in the Tropics, Fourth Session. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 7 p.

**Tosi, J.A. y R.F. Voertman. 1964.** Some environmental factors in the economic development of the tropics. *Economic Geography* 40:180-205.



# Capítulo 5

## La Naturaleza de la Reforestación

La reforestación, o siembra de árboles, es sólo una de las muchas prácticas dirigidas a la conservación y utilización sabia de los terrenos. En muchas situaciones, puede ser más importante el asegurar la protección y manejo adecuado de los bosques existentes y arboledas que el reforestar los terrenos baldíos. Por lo tanto, la reforestación es con frecuencia un complemento al sabio manejo de los bosques existentes.

La vegetación natural es un producto variable del clima y los suelos. La vegetación en terrenos cultivados abandonados es también variable. El tamaño de la región, el número de años en uso previo, la intensidad del uso, y otros factores, influyen en las especies de árboles que con más probabilidad podrán germinar, sobrevivir y crecer. Antes de tomar una decisión sobre cuál acercamiento es el mejor para mejorar la productividad de la tierra, se debe evaluar lo que los terrenos actualmente contienen. Esto puede variar desde pequeños pedazos de bosque natural sin perturbar, hasta pedazos de bosque secundario de distinto tamaño y composición de especies, así como terrenos recientemente abandonados sin vegetación. Cada una de estas condiciones presenta una oportunidad diferente para el administrador forestal. La Ilustración 5.1 está diseñada para asistir en la selección de la alternativa de reforestación y silvi-

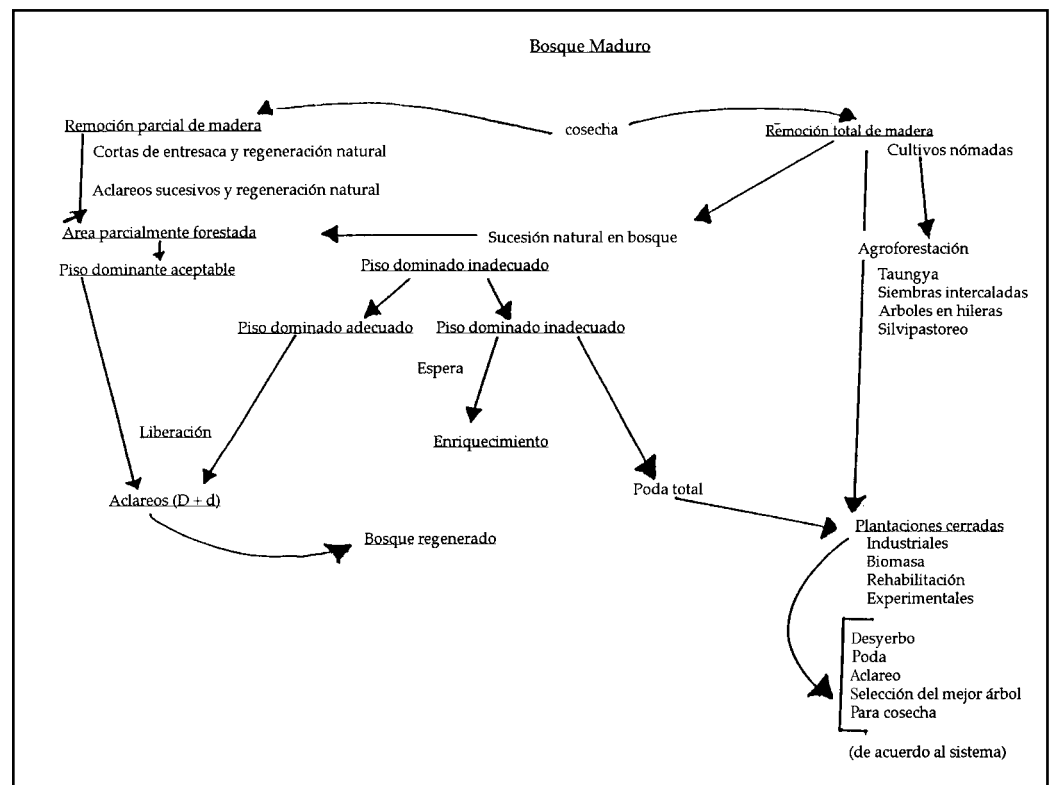


Ilustración 5.1 Flujograma de las alternativas de reforestación en secuencia. La selección del método más apropiado se basa en los recursos y necesidades locales (adaptado de Wadsworth).

## **Sistemas para la Administración de los Bosques Naturales**

cultura más adecuada a las condiciones de los terrenos y su contenido. Para restaurar todos los terrenos a su estado más productivo, se pueden aplicar varias alternativas simultáneamente.

La administración de los bosques naturales es una opción cuando existen bosques naturales en la vecindad y están accesibles a la comunidad. El establecimiento de plantaciones, por otro lado, es probablemente más fácil de implantar cuando existen grandes predios de terrenos y se puede proveer una fuente de ingreso externa para pagar la labor requerida. Los grandes terratenientes, por ejemplo, pueden estar receptivos a las plantaciones para madera. Finalmente, la agroforestación es una alternativa viable cuando alimentos, combustible y madera se necesitan para la misma vecindad y gran parte de la población está envuelta en actividades agrícolas.

Luego de una remoción total de madera como en el método de cultivos alternos o corta total, hay tres métodos generales de reforestar el área: la sucesión natural de los bosques, plantaciones cerradas o la agroforestación. Si las presiones poblacionales son pocas, o los problemas de erosión de suelos son críticos, o existe poca demanda de productos madereros, la regeneración natural es la forma más fácil y eficiente de reforestar. Si más tarde la demanda por productos de madera aumentase, se puede examinar el bosque secundario y usar una variedad de enfoques dependiendo de los recursos forestales disponibles.

Al otro extremo, con densidades poblacionales altas y escasez de terrenos, la agroforestación resulta la alternativa más apropiada. Las ventajas y desventajas de cada sistema deberán considerarse detenidamente cuando se está haciendo la selección de alternativas.

Los bosques naturales vírgenes o esencialmente poco modificados se llaman primarios y son el producto de un proceso evolutivo centenario. Generalmente contienen muchas especies de plantas y animales que no son muy conocidas o cuyo valor económico se ignora. Sin embargo, aunque no se reconozca fácilmente, estas especies sin lugar a dudas tienen valor como componentes de los sistemas vegetativos permanentes a los que pertenecen. La alteración de estos ecosistemas estables puede traer como causa la extinción de especies y la eliminación de los beneficios que éstas producían. Por lo tanto, debido a su valor único, resulta sabio conservar y ofrecer protección especial a grandes extensiones representativas de cada tipo de bosque primario. Estas reservas forestales son productivas en la medida en que preservan especies que de otra forma serían eliminadas antes de que se pudiera evaluar y conocer su verdadero valor y hacer un uso óptimo de sus atributos.

Además de los bosques primarios, existen en la región un número creciente de bosques secundarios, que quedan luego de las modificaciones naturales o causadas por la deforestación. Estos bosques son menos diversos o sea más pobres en especies y pueden requerir de mayor modificación para restaurar su productividad en términos de conservación de suelos y de agua, protección de vida silvestre y la producción de cosechas de madera.

El mejorar la productividad de bosques secundarios requiere la misma atención que se pone en otros esfuerzos de reforestación. El mejoramiento del bosque comienza con el bosque existente, generalmente en suelos que se han degradado por usos agrícolas o que están en proceso de restaurarse. La productividad de los bosques secundarios se puede aumentar en forma más simple y menos costosa que la requerida para la reforestación, siempre y cuando existan especies de valor económico.

Los árboles a producirse en esta forma pueden ser menos uniformes y más lentos en crecer que los de una plantación, pero están bien adaptados al lugar y si ya están crecidos llevan una gran ventaja a los recién plantados.

En la mayor parte de los bosques secundarios sin manejar, la regeneración natural es deficiente en número de especies valiosas para fines comerciales y puede contener muchos árboles de pobre forma. Por lo tanto, si se desea lograr cosechas de maderas de calidad en el futuro, el mejorar la regeneración del bosque secundario es tan necesario como la reforestación en los lugares donde no hay árboles.

**La sucesión natural en los bosques**—La manera más simple de regenerar bosques naturales es permitir que la naturaleza tome su curso sin asistencia nuestra. Esto asegurará una cubierta forestal protectora de los suelos y una mezcla de especies de árboles bien adaptados al lugar. Según los árboles viejos mueren, nuevos árboles toman su lugar cerrando los huecos dejados por los anteriores. La única objeción a este proceso es que sólo una pequeña proporción de los árboles serán de valor comercial. Las tasas de crecimiento en diámetros, no importa la especie, serán generalmente muy lentas para producir un rendimiento competitivo con otros usos de terrenos.

**Las cortas de entresaca**—Los objetivos de las cortas de entresacas son lograr la utilización máxima de la madera mercadeable del bosque y mantener los árboles jóvenes de las mejores especies creciendo en espacios adecuados y a rápidas tasas de incremento. Esta práctica puede lograr la continuación del bosque con un aumento gradual en la proporción de árboles maderables. Si se aplica racionalmente este método podría lograr la maximización de los árboles más productivos que la naturaleza provee, conservando en lo posible, la estructura del bosque natural. La experiencia muestra, sin embargo, que la remoción frecuente de unos pocos árboles no es generalmente económico y tiende a causar daños cumulativos en el sotobosque. Además, no hay nada en esta práctica que asegure una regeneración adecuada de las especies deseadas y, de hecho, el sistema con frecuencia falla en este sentido.

**Las cortas por aclareos sucesivos**—Donde el sistema de cortas de entresaca no es exitoso el intento de lograr una amplia diversidad de tamaños de árboles creciendo juntos con frecuencia se abandona para tratar de lograr una cosecha relativamente uniforme de árboles de la misma edad. Para lograr ésto, se hacen mayor número de cortas, abriendo el rodal de modo que se estimule la regeneración de las nuevas plántulas. Usualmente, los árboles removidos en un primer aclareo caen en las siguientes categorías:—árboles que no logran un gran tamaño a menos que sean de valor económico, árboles muertos que si sanos, se pueden vender; árboles inmaduros de pobre forma o especies indeseables; y árboles maduros de especies indeseables o pobre forma. Una vez que nuevas plántulas de especies deseadas se establecen son liberadas de competencia por una corta para cosechar madera mercadeable, o sea, árboles maduros de las especies deseadas con buena forma. Este método, aplicado correctamente, mantiene una cubierta forestal protectora a través del período de regeneración y a la vez permite cosechas mayores y más rentables. Sin embargo, presenta la limitación de sacrificar los árboles adolescentes que son muy pequeños para cosecharse en esta corta pero muy grandes para la próxima. Peor aún, como en las cortas de entresaca, generalmente falla en producir rápida regeneración de las especies deseadas. Además, el método de aclareos sucesivos es algo complicado como se puede apreciar en la Tabla 5.1 e Ilustración 5.2.



**Tabla 5.1 Secuencia de las operaciones silviculturales principales para tres sistemas de regeneración por aclareos sucesivos.<sup>1</sup>**

Año de	Sistema uniforme de aclareos sucesivos (Rotación de 70 años)	Sistema de aclareos sucesivos Trinidad 1957 Nigeria 1961	Sistema aclareos
N - 5	Remoción de piso dominado	Muestrear la regeneración, cortar trepadoras, remoción del piso dominado	
N - 3	Limpiar crecimiento del piso dominado		
N - 2	Cortar trepadoras		Cortar trepadoras
N - 1	Muestrear la regeneración		
N	Corta, remoción de piso dominante y dominado	Corta	Corta
N + 1	Corta, remoción de piso		Remoción del piso dominado y dominante y siembra de mejora
N + 2	Limpiar el piso dominado	Cortar trepadoras, liberar regeneración, remover piso dominante	Liberar la regeneración
N + 3			Liberar la regeneración
N + 4			Cortar trepadoras, libera la regeneración
N + 5	Muestrear regeneración, cortar trepadoras, liberar la regeneración, aclareo de regeneración y limpieza del piso dominado		Remover el piso dominante, liberar la regeneración
N + 6			Aclareo regeneración
N + 9		Muestrear la regeneración	
N + 10	(Igual a N + 5)		

<sup>1</sup> Definición de términos:

N = año de corta; N - se refiere al número de años antes de la corta; N + refiere al número de años luego de la corta.

Remover el piso dominado = remover el piso dominado de especies de árboles.

Muestrear la regeneración = llevar a cabo un inventario de la cantidad de regeneración deseada en base al área para determinar si la regeneración existente es satisfactoria.

Cortar las trepadoras = cortar las lianas que explotan la luz disponible y entorpecen las operaciones para cortar.

Limpiar el piso dominado = remover las yerbas y arbustos y el crecimiento indeseable en el suelo.

**El sistema de corta total**—Donde existe un buen mercado para diferentes tipos de productos como postes y combustible, la corta a hecho o total puede ser la forma más práctica de obtener cosechas de gran volumen por unidad de área forestal y proveer un mayor estímulo a la regeneración natural. Esta práctica es comúnmente usada y relativamente productiva porque los árboles que surgen y forman la nueva cosecha, suelen ser especies pioneras de rápido crecimiento y especies secundarias. El método requiere de un gran control para evitar el deterioro excesivo de los suelos debido a usos agrícolas antes de que el nuevo bosque se establezca. Aún en los lugares donde no se siembran cultivos agrícolas, el lugar puede deteriorarse si el clima y los suelos no favorecen la pronta restauración natural de la cubierta vegetativa.

**Aplicación de métodos a bosques naturales**—Excepto por la sucesión natural que permite que el bosque se mantenga inalterado, todos los otros métodos aplicables a los bosques naturales tienen una serie de requisitos en común para resultar exitosos:

**Evaluación de especies**—Es necesario recopilar una lista de las especies valiosas y útiles contenidas en el área a ser administrada. Una vez hecha la lista debe organizarse de forma que se listen las especies en orden descendente desde la más hasta la menos valiosa. Esta ordenación servirá para guiar la selección de los árboles a ser favorecidos en las operaciones silviculturales. La lista deberá incluir, además, la siguiente información:

- Dimensiones máxima—El diámetro y altura máxima de un árbol maduro es un buen indicador del volumen que éste puede producir. Es también un buen indicador del tiempo que le tomará al árbol crecer con una tasa de crecimiento favorable, posiblemente la mitad de su diámetro máximo.

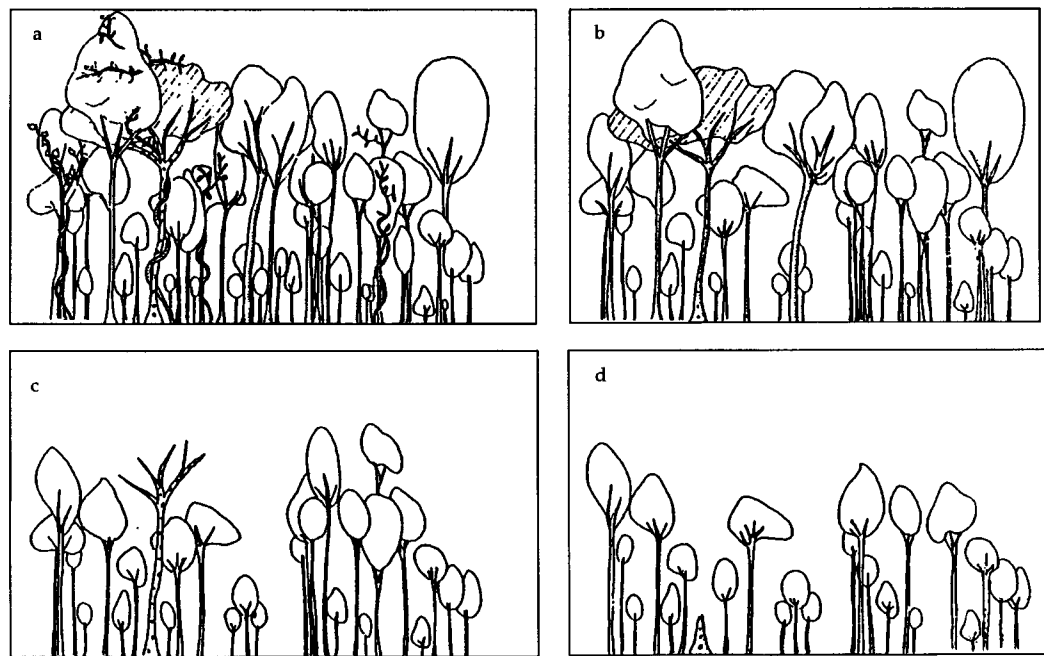


Ilustración 5.2—El sistema de aclareos sucesivos: (a) bosque natural sin perturbar; (b) trepadoras cortadas, las indeseables eliminadas del piso dominante, las indeseables del piso dominante anilladas o envenadas; (c) cubierta dominante deseable cosechada; (d) liberación de la regeneración y/o aclareos del rodal residual. Adaptado de Baur, 1964a.

- **Forma**—La forma del árbol es crítica para la mayor parte de los productos madera, aún para combustible. El manejo, almacenamiento y la quema se facilitan grandemente con material recto.
- **Tasas de crecimiento**—Las tasas de crecimiento pueden ser tan importantes en la selección de especies como cualquier otro atributo ya que las demandas de madera continúan en aumento y los usos de madera para fibra o combustible aumentan.
- **Propiedades de la madera**—El uso potencial de la madera cosechada depende de sus propiedades. Los mercados futuros dictarán si los productos finales serán chapa, tablero contrachapado, pies maderables, madera aserrable, postes, madera de pulpa o combustible. Cuando todos los demás factores son iguales, las especies propias para una multiplicidad de usos finales son un mejor riesgo que aquellas menos versátiles.

**Árboles de cosecha**—Para poder determinar el largo de la rotación necesaria para producir árboles para la cosecha hay que establecer, aunque sea provisionalmente, los diámetros correspondientes a la madurez económica. Los diámetros de los árboles al presente y el conocimiento de sus tasas de crecimiento promedio son útiles para estimar cuándo los árboles estarán listos para cosecharse.

**Cosechas recurrentes**—Cuando se desea cosechar repetidamente a intervalos inferiores a la rotación para la especie, será necesario establecer el período mínimo entre cortas requerido para producir suficiente volumen de madera que justifique los costos de cosecha. La administración de rodales en bosques naturales requiere que las cortas intermitentes se hagan para extraer madera que ya ha producido y para mantener árboles selectos para el crecimiento de rotación a un ritmo satisfactorio. El período seleccionado para las cosechas repetidas es usualmente un compromiso entre los costos de labor y el daño a los rodales residuales y la remoción prematura de árboles que todavía pueden aumentar su valor.

**Operaciones de marca de árboles**—Es necesario establecer reglas que faciliten la rápida identificación en el campo del potencial de diferentes árboles del bosque como base para marcar los rodales para su mejoramiento. Los árboles a cosecharse deberán ser seleccionados cuando hayan logrado su diámetro económico; para aclareos se seleccionan aquellos que están compitiendo con los árboles que se van a permitir permanecer hasta lograr su diámetro óptimo; para recuperación se seleccionarán aquellos que tienen madera valiosa y que probablemente no sobrevivirán hasta la próxima cosecha. Los procedimientos de aclareos se muestran en la Ilustración 8.1.

**Explotación de fustes**—Las prácticas de explotación de fustes se deben llevar a cabo bajo prescripciones rigurosas de modo que se minimice el daño al lugar y a los árboles residuales. Esto generalmente requiere supervisión de campo.

**Regeneración natural**—La regeneración de especies valiosas para madera se debe evaluar y supervisar para determinar cuando resulta deseable y segura la remoción de la cubierta vegetal protectora. Esto es de particular importancia en el sistema de corta total. La Tabla 5.2 ofrece algunas guías para el muestreo de regeneración.

**Tabla 5.2 Intensidad de muestreo y de población en bosques naturales.—  
Diámetro a altura de pecho es dap.**

Muestra de composición del rodal	Tamaño de muestra <sup>1</sup> (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de muestras	Bien poblada <sup>3</sup> (árboles/ha)
Plántulas 0-1.5 m altura	4	24	2500
Arbolitos pequeños 1.5 m altura - 5 cm dap	9	24	1100
Arbolitos grandes 5-10 cm dap	356	24	280
Postes 10-25 cm dap	100	24	100
Estándares	144	24	70

<sup>1</sup>Corresponde a una densidad de 1 árbol de cosecha por parcela.

<sup>2</sup>Número sugerido para proveer una buena medida de variabilidad.

<sup>3</sup>Se refiere a árboles de especies aceptables y de buena forma. La población menor a la capacidad total puede ser deseable para evitar la remoción de árboles establecidos y bien adaptados y potencialmente útiles. Niveles de población tan bajos como de 40 por ciento de los aquí ilustrados pueden resultar “adecuados” bajo este criterio.

La regeneración natural no es uniforme en la composición de especies, tamaño, densidad o distribución. Es necesario, desde el comienzo, el determinar el tamaño de clase al cual la mayor parte de la regeneración pertenece, de modo de usar un tamaño de parcela para muestreo que resulte apropiado (Table 5.2). Luego las 24 parcelas se distribuirán al

azar a través del área total a ser muestreada. En el caso de las plántulas, una plántula valiosa en cada parcela de 4 m<sup>2</sup> (2m x 2m) rendiría 2,500 plántulas valiosas por hectárea. Las especies de árboles y la forma de éstos deberá anotarse cuando se registren los datos de la parcela. Si el 40 por ciento de las parcelas en cualquier muestra (plántulas, brinzales pequeños o grandes, postes o árboles maderables) está bien poblada, el área se puede administrar utilizando técnicas para bosques naturales.

**Plantación intercalar**—En los casos en que la regeneración natural resulta inadecuada, la plantación intercalar (a veces llamada plantación en líneas o de enriquecimiento) con especies valiosas para madera aún es una alternativa.

## Objetivos para la Siembra

La reforestación es costosa en términos tanto de tiempo como de dinero. En un sentido, es un proceso de retribución por prácticas anteriores que eliminaron el bosque. Requiere tener unos objetivos claros y un cabal entendimiento de las diferentes prácticas forestales conocidas. Entre los objetivos comunes para la siembra de árboles están la rehabilitación de terrenos degradados, la protección de los recursos de suelos y de agua, la producción de leña, el enriquecimiento o plantación intercalar del bosque secundario degradado, la producción comercial o industrial de madera y la producción combinada de alimentos, forraje y madera en un mismo paisaje (agroforestación) y las investigaciones experimentales. Cada uno de estos objetivos se discute brevemente a continuación.

**Objetivos**—Algunos de los esfuerzos más urgentes de reforestación en la América Tropical tienen como objetivo primordial la rehabilitación de terrenos degradados y erodados. Se precisa de una cubierta forestal para proteger áreas tales como fincas degradadas, lugares minados y dunas costaneras expuestas a intensa erosión para poderlas restaurar a su productividad. Estos beneficios se pueden derivar tanto de los bosques naturales como de los sembrados. Antes de embarcarse en un programa de siembra, es preciso evaluar la posibilidad de que los terrenos se recuperen por sí.

Si el único objetivo es la restauración o protección del lugar, casi cualquier especie que esté bien adaptada, ya sea nativa o exótica y que provea una cubierta cerrada en el menor tiempo posible, llenaría esta necesidad. Sin embargo, este tipo de rehabilitación requiere de la formación de una cubierta protectora en lugares de pobre calidad. Cualquier especie que pueda lograr este objetivo deberá ser tolerante a ambientes adversos, a deficiencias de nutrientes, acidez de los suelos y posiblemente a la presencia de toxicidad en los suelos a causa del aluminio, manganeso o azufre.

En los lugares más favorables será posible proveer la protección necesaria de los suelos y el agua y a la vez producir una cosecha utilizable. Aquí de nuevo, dependiendo de los objetivos, se deberá comparar los bosques naturales y las plantaciones en relación a los productos deseados. Si la masa total de madera es más importante que el lograr árboles individuales de gran tamaño, los bosques nativos, si se desarrollan rápidamente y contienen un número razonable de especies deseadas, servirán tan bien como las plantaciones. Estos rodales, bajo condiciones favorables, pueden hasta resultar útiles para madera de pulpa.

La madera producida en áreas reforestadas puede ser utilizada para combustible doméstico en la comunidad o para proveer calor para la generación de electricidad. Un objetivo primordial en los lugares para producción de combustible es lograr el máximo de biomasa de madera para quemar. El valor por unidad de la cosecha puede ser bajo, por lo tanto el crecimiento rápido y los altos rendimientos en peso de madera y corteza son críticos. No serán necesarios árboles grandes ni rectos, por lo tanto serán posibles las rotaciones cortas y los árboles que producen cosechas sucesivas por medio de brotes, como el Eucalipto, serán favorecidos. Estas cosechas son llamadas monte con resalvas y comúnmente rinden más que cosechas de semillas.

Estas operaciones requieren plantaciones de grandes áreas y pueden proveer empleo a través del año a las poblaciones rurales en la siembra, cosecha y transportación de productos. Áreas rurales muy secas con limitado acceso a combustible fósil y alta demanda por leña son las más propias para el desarrollo de éstas de plantaciones. La Ilustración 5.3 A y 5.3 B muestra el mapa de la situación de los países en desarrollo de Centro y Sur América con respecto a la leña.

Si se desean obtener productos más valiosos comercialmente tales como madera de pulpa, postes largos, madera aserrable o chapa, los lugares seleccionados para el desarrollo de la plantación deberán tener suelos más fértiles y mayor agua disponible. Generalmente es necesario el desarrollo de plantaciones para asegurar una producción y calidad de madera apta para fines comerciales. Estas plantaciones producen los mismos beneficios en términos de conservación de suelos y agua que los bosques naturales. La diferencia principal estriba en la uniformidad de las plantaciones con respecto a especies, espaciamiento, crecimiento y el valor individual de cada árbol al tiempo de cosecha.

Las plantaciones industriales de madera producen madera industrial, de pulpa, prensada o aserrable. Este ha sido el objetivo de plantación más común en muchos países y cuenta con millones de hectáreas en Brasil y áreas menores en la mayor parte de los otros países de la región. El rápido crecimiento de las especies es muy importante en las plantaciones industriales de madera, principalmente porque permite una pronta recuperación de la inversión. El tamaño y la forma de los árboles es crítica para producir la calidad de madera requerida en estas plantaciones.

Los requisitos industriales de procesamiento y mercadeo exigen uniformidad en el producto por lo cual es necesario utilizar muy pocas especies y hasta variedades genéticamente similares de una especie. El desarrollar grandes áreas contiguas de plantaciones industriales de una especie o especies similares permite economías de escalas, tales como lograr el máximo de cosecha por unidad de caminos requeridos para las operaciones mecanizadas.

Los rendimientos de las plantaciones industriales, no importa cuán uniformes, pueden servir a distintos propósitos. Los aclareos tempranos pueden producir postes, madera de pulpa y particulados para madera prensada y productos similares. Aclareos sucesivos pueden rendir postes para líneas eléctricas, productos aserrables y particulados de los topes, ganchos y desechos del procesamiento. La cosecha final rinde mayormente madera aserrable y troza de desenrollo.

El proponerse lograr los altos valores de rendimiento de plantaciones industriales conlleva cierto riesgo. Los árboles están expuestos durante largo período a los efectos del viento y a potencial de fuegos. Su uniformidad genética aumenta el riesgo de severas pérdidas causadas por insectos o enfermedades. Las poblaciones animales que dependían de los bosques que han sido sustituidos por plantaciones se pueden reducir en diversidad y número correspondiendo a la pérdida en estabilidad de la plantación. La utilización de equipo mecanizado en toda la operación puede causar frecuente exposición de los suelos y perturbaciones que pueden causar deterioro de su fertilidad.

Es de esperarse que rotaciones sucesivas de la misma especie en suelos muy pobres para otras cosechas produzcan progresivamente productividad más baja en lugar de siembra, aún cuando la evidencia sobre este efecto no se haya documentado. Son muchas las variables que contribuyen a este efecto incluyendo la naturaleza de los suelos; la tasa natural de recuperación de nutrientes del material originario de los suelos, la lluvia y el polvo; la intensidad de los aguaceros y las tasas de erosión; la demanda de nutrientes de cada especie particular sembrada; y el grado al cual los árboles completos (corteza, gancho) son cosechados.

Para lograr rendimientos sostenidos en las plantaciones se requiere parear las especies y variedades genéticamente superiores a las características del lugar, la utilización de prácticas de cultivo protectoras del lugar y una supervisión estrecha del contenido de nutrientes en los suelos.

Un objetivo de creciente interés para sembrar árboles es el uso de árboles junto a cultivos agrícolas, un sistema comúnmente conocido como agroforestación. El principio de diversidad de cosechas dentro de una misma área ha sido una de las características históricas de los sembrados domésticos tropicales. En estos jardines se mezclan hierbas, grama, arbustos y árboles. La agroforestación incluye madera, frutos y posiblemente otros derivados de los árboles entre los productos para una cosecha mixta y en muchos casos ofrece un efecto de cobijo para otras cosechas por medio de un dosel más o menos cerrado. Esta técnica también puede servir para restaurar los suelos entre los períodos de cosecha. Se reconocen varias categorías de agroforestación.

**Cultivos nómadas**—Los cultivos nómadas son una práctica de agroforestación que utiliza la siembra de árboles a través del tiempo en vez de en arreglos espaciales. Luego de cultivar los terrenos por unos cuantos años, éstos se abandonan y se permite que se desarrolle bosque secundario y brinzales. Este período sin cultivo sirve para restaurar los nutrientes del suelo y permitir la siembra de alimentos en un tiempo futuro. Esta práctica es de amplio uso al presente en los trópicos.

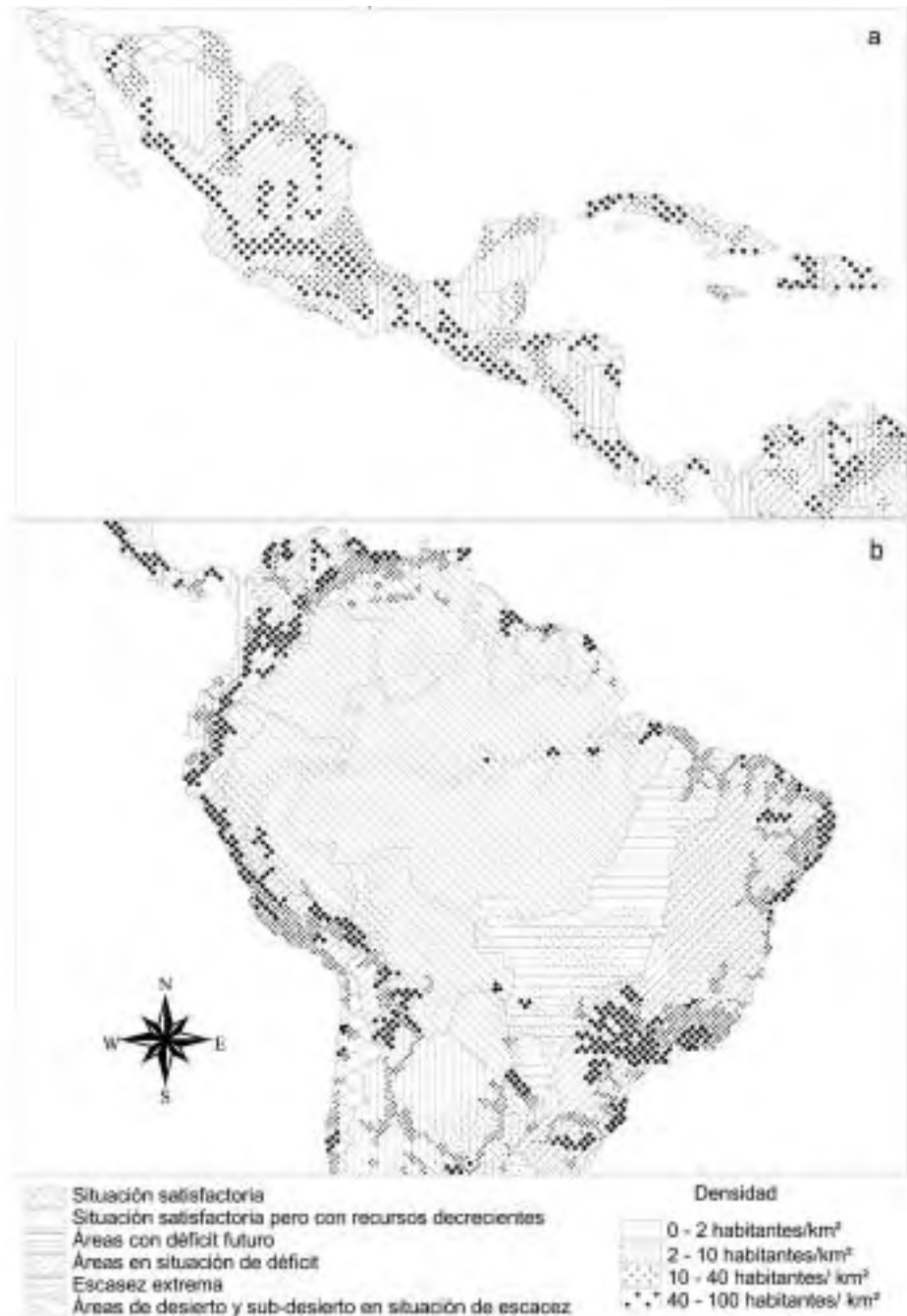


Ilustración 5.3a y b—La situación de la leña en los trópicos de Sur América. FAO, 1981.

Desafortunadamente, en áreas densamente pobladas, el período sin cultivo suele ser extremadamente corto. Por lo tanto, esta práctica tradicional que permitía el natural enriquecimiento de los suelos, se ha convertido en una de las causas de la pérdida de recursos forestales, la degradación de los suelos y la sedimentación de los ríos.

**Taungya**—Estas plantaciones se adaptan a los cultivos nómadas y utilizan la labor campesina para establecer árboles maderables valiosos que llegan a su madurez en el período sin cultivo. Consiste en sembrar plántulas forestales entre los alimentos en terrenos públicos que se alquilan al agricultor. El agricultor desyerba las plántulas junto a las cosechas. Cuando los terrenos se abandonan por otras parcelas similares en la vecindad, ya las plántulas han crecido lo suficiente para quedar libres de la competencia de yerbas y malezas. A través del tiempo, los árboles maduran y se forma una plantación de árboles valiosos por su madera. Este sistema se puede utilizar en las propiedades de los grandes terratenientes, o en general, en cualquier área donde los agricultores están dispuestos a intercambiar labor por la utilización de la tierra.

**Plantaciones en hileras**—Los árboles sembrados en hileras a lo largo de las colindancias o las carreteras pueden servir para muchos propósitos útiles. En áreas con vientos desecantes pueden funcionar como rompevientos o proveer sombra para animales. Si se seleccionan cuidadosamente las especies, esto es, si son leguminosas con capacidad para producir brotes, éstas pueden servir como verjas o setos vivos que proveen forraje para ganado y leña para uso local.

**Siembra de árboles intercalada permanente**—La siembra intercalada deliberada o casual de árboles frutales y especies madereras con cosechas para la subsistencia es una práctica común entre los agricultores de los trópicos. Se requiere, sin embargo, que exista una demanda local o mercado para las especies de madera. Las cosechas de café y cocoa tradicionalmente se siembran a la sombra, frecuentemente bajo árboles de la familia leguminosa. En algunos casos, la siembra intercalar ha producido aumentos en la productividad.

**Pastoreo selvícola**—El pastoreo selvícola es la práctica de apacentar ganado en el bosque. Usualmente se utiliza un espaciamiento bien amplio que permita la penetración de la luz solar hasta el suelo del bosque. El sistema puede ser adaptado a una plantación forestal durante la mayor parte de su rotación, o al bosque secundario, como parte de una secuencia de actividades entre el cultivo temporero y el período de descanso. En ambos casos, los animales utilizan el forraje natural de las plantas del suelo o las frutas de los árboles que se plantaron a propósito. El sistema constituye un uso múltiple de los terrenos y produce ganancias si se utilizan las prácticas de manejo apropiadas.

Otro objetivo importante para la siembra es la experimentación. Las plantaciones experimentales no resultan significativas por el volumen de sus rendimientos, sino porque muestran a pequeña escala lo que es posible lograr a gran escala. Se reconocen por lo menos cinco categorías de plantaciones experimentales, cada una con un objetivo diferente.

**Pruebas de eliminación de especies**—Estas plantaciones prueban el crecimiento general y comportamiento de las especies que se supone están adaptadas a las condiciones de las áreas a ser reforestadas. Basándose en las observaciones de crecimiento y desarrollo de las especies, se selecciona un número más reducido de las más promisorias para pruebas adicionales. El período de prueba es corto usualmente de 3 a 5 años. Un criterio de evaluación adecuado podría ser “obtener la altura mínima



total de 2.0 m (6.6 pies) en dos años para reducir los costos de desyerbo". Las parcelas se mantienen pequeñas; de tres a nueve árboles por parcela es suficiente para una prueba. Los árboles se siembran al azar (aleatoriamente) para permitir una interpretación estadística de los datos. El número de especies probadas está determinado por los recursos fiscales disponibles, los lugares de plantación y los recursos humanos. Esta selección inicial de especies es menos arriesgada al presente que en años anteriores debido a la gran cantidad de literatura disponible sobre el tema.

**Pruebas de experimentación con especies**—Estas plantaciones comparan el crecimiento y desarrollo de las especies más prometedoras seleccionadas como resultado de las pruebas de eliminación. Usualmente se establecen en varios lugares dentro de regiones climáticas o suelos distintos. La duración de la prueba es de aproximadamente media rotación o de 15 a 20 años. Para asegurar interpretaciones correctas y buena evaluación de los datos en este tipo de estudio resultan críticos un diseño adecuado y el tipo de disposición y tamaño de la parcela utilizada.

**Pruebas de manejo de especies**—El principal objetivo de estos experimentos es el probar bajo condiciones típicas de plantación las especies consideradas superiores para siembra en las regiones a ser reforestadas. El tamaño de las parcelas es mucho mayor que el utilizado para la eliminación de especies y en los diseños para las pruebas de especies de modo de replicar las condiciones actuales de plantación lo mejor posible. El tamaño de parcelas usualmente varía de 49 a 100 árboles. Una extensa variedad de técnicas de manejo y cultivo se incorporan en esta fase de la investigación. La comparación de las diferentes técnicas provee información sobre las prácticas que se pueden utilizar para optimizar los rendimientos biológicos y financieros.

**Arboreto**—Las plantaciones de arboreto se utilizan para mantener un catálogo de material viviente de especies, variedades y proveniencias conocidas. El número de individuos retenidos de cada especie es muy bajo. La fuente de material vivo usualmente es pequeños semilleros obtenidos en viajes o por intercambio postal. Debido a que el material disponible es tan escaso, no se siembra siguiendo ningún diseño experimental y se mantiene más allá de la rotación necesaria para lograr madurez. Con frecuencia estas plantaciones representan el único material genético disponible de las áreas donde las semillas fueron originalmente obtenidas. Las semillas de los árboles padres en el arboreto se pueden utilizar para investigaciones futuras incluyendo las pruebas de eliminación y las de especies.

**Huertos para semillas**—Los huertos para semillas son la base para el mejoramiento genético de las plantaciones comerciales. Las semillas son cuidadosamente seleccionadas de los mejores árboles en pruebas anteriores en base a su crecimiento rápido, forma, hábitos y tamaño del enramado, forma de la copa y propiedades de la madera. Las plántulas de padres superiores se siembran o su material vegetativo se injerta en los huertos de semillas. El espaciamiento de los individuos es bastante amplio de 5 a 7 m (16 a 23 pies) o más, para permitir el máximo acceso a los nutrientes del suelo y la humedad necesaria para el florecimiento y la producción de semillas. Las semillas de los árboles padres superiores del huerto se recogen y se usan para producir plántulas superiores para la siembra en las plantaciones. Con este procedimiento se logran ganancias sustanciales en volumen y calidad de madera en pocas generaciones.

## Las Ventajas y Desventajas de los Diferentes Métodos de Reforestación

Cada método de reforestación tiene sus beneficios y riesgos asociados. Estos han de ser considerados en relación a los objetivos antes de decidir que enfoque de reforestación es deseable utilizar.

**La sucesión natural**—El manejo de los bosques naturales es una opción de reforestación cuando los bosques están disponibles y accesibles a la comunidad. Si se dejan sin intervención, estos bosques se regenerarán solos según los árboles mueren o se remueven. La calidad de los árboles es controlada naturalmente y la regeneración resulta barata.

Las ventajas de la sucesión natural como opción para la reforestación son:

- No se necesita labor humana para mantener el bosque.
- Se maximiza la protección a los recursos de suelos y agua así como el mantenimiento del lugar.
- Las características naturales del bosque generalmente son de especial interés humano, tal como la recreación pasiva.
- Se mantiene la máxima diversidad de fauna y flora.

Las desventajas de la sucesión natural como opción para la reforestación son:

- La alta diversidad del bosque usualmente produce una pequeña proporción de especies de valor comercial.
- Las tasas de crecimiento son lentas lo cual hace que la producción de madera resulte costosa.

**El sistema de entresaca o de aclareos sucesivos**—Estos sistemas de manejo comienzan con los bosques existentes y tratan de proveer cosechas económicamente beneficiosas y tasas de crecimiento adecuadas en los árboles de maderas valiosas en los rodales. Entre las ventajas de estos sistemas están las siguientes:

- Los suelos se mantienen bajo cubierta forestal.
- Se minimizan los cambios microclimáticos dentro del bosque.
- Las fuentes de semillas para la regeneración de las aperturas creadas por la remoción de los árboles están en la misma vecindad.
- Se reducen las alteraciones a las condiciones que afectan los hábitats de la vida silvestre.

Las desventajas mayores de estos sistemas son:

- La regeneración de especies valiosas para madera es con frecuencia escasa.
- Se necesitan destrezas considerables para minimizar los daños al rodal residual causados por las cosechas sucesivas.
- Se favorece la reproducción de especies tolerantes a la sombra y sus tasas de crecimiento suelen ser más bajas.
- Los sistemas resultan ineficaces donde las especies valiosas para maderas son raras o inexistentes.
- Se necesita un compromiso de administración a largo plazo.

**Las plantaciones cerradas**—Las plantaciones cerradas se llaman así por el espaciamiento de los árboles al tiempo de siembra y a través de la vida de la plantación. Los árboles se siembran todos al mismo tiempo y con espaciamiento uniforme, para producir uniformidad en edad y tamaño de los árboles. Se incluyen sólo especies valiosas que pueden ser exóticas o nativas. Al llegar a la madurez estas plantaciones tienen que ser reducidas de 800 a 2,000 árboles por hectárea (1,976 a 4,940 árboles/cuerda) para postes o 100 a 250 árboles/hectárea (247 a 618 árboles/cuerda) para madera aserrable.

Las ventajas de las plantaciones cerradas como alternativa para la reforestación son:

- Protección rápida para áreas deforestadas.
- Es posible lograr un control total de las especies.
- Se puede asegurar gran uniformidad en la utilización del lugar y del producto.
- Los rendimientos de madera son mayores que los obtenidos en cualquier otra práctica y generalmente son muy predecibles.
- La uniformidad del rodal facilita el distinguir los árboles genéticamente superiores como base para el mejoramiento de árboles.

Las desventajas de las plantaciones cerradas como alternativa de reforestación son:

- La inversión para la preparación y desyerbo de los suelos es mucho mayor que en otras prácticas alternas.
- La libertad de utilizar especies exóticas conlleva el riesgo de que hasta que se evalúen totalmente pueden resultar inadaptadas y la plantación perderse totalmente.
- La composición simplificada (monocultivo) de la mayor parte de las plantaciones cerradas sacrifica el hábitat necesario para la fauna nativa produce y un largo período de exposición de una cosecha uniforme a plagas y enfermedades.
- La siembra repetida de la misma especie propicia el deterioro del terreno.

**Las plantaciones intercaladas**—La plantación intercalar implica un enriquecimiento del bosque existente con especies de árboles de valor comercial. La plantación intercalar puede hacerse en las aperturas naturales dentro del bosque o en líneas que se abren dentro de éste. Se considera reforestación solamente en el sentido en que estas aperturas se cubrirán de árboles.

Las plantaciones intercaladas comúnmente siguen uno de los siguientes tres patrones de siembra:

- Plantaciones en grupo. En este caso, las áreas de bosque degradado se encuentran en manchas y la siembra se concentra en esos lugares. Los árboles se siembran en líneas dentro de la mancha utilizando espaciamientos similares a los de las plantaciones en hileras (Ilustración 5.4).
- Plantaciones en hileras. En esta situación, se han identificado extensas áreas de bosque degradado. Una serie de líneas paralelas se limpian en el bosque y las plántulas de especies valiosas se siembran a intervalos regulares dentro de cada hilera. La distancia entre hileras puede ser ajustada para acomodar la copa de los

árboles adultos. En realidad, el bosque quedará convertido en una plantación de especies valiosas a edad de rotación. Por tal razón a veces se refiere a esta técnica por el nombre de plantaciones de conversión (Ilustración 5.5).

- Plantaciones de Anderson. En esta práctica, se siembran las plántulas en agrupaciones. Esto asegura que por lo menos una de éstas se desarrollará hasta la madurez. Esta técnica se usa con frecuencia en especies valiosas de la familia Meliaceae (caoba) que con frecuencia son atacadas por los perforadores de fustes que deforman el tronco y reducen el crecimiento y desarrollo.

Las ventajas principales de las plantaciones intercaladas sobre la sucesión natural y las plantaciones cerradas son:

- La intercalación provee una transición gradual a un nuevo bosque de composición controlada sin exposición indebida del lugar a la erosión o la súbita pérdida de nutrientes.
- Se mantiene un dosel o segundo nivel vegetal hasta que la plantación está bien establecida y necesita despejo, de modo que se provee protección continua para la eventualidad de que la siembra falle.

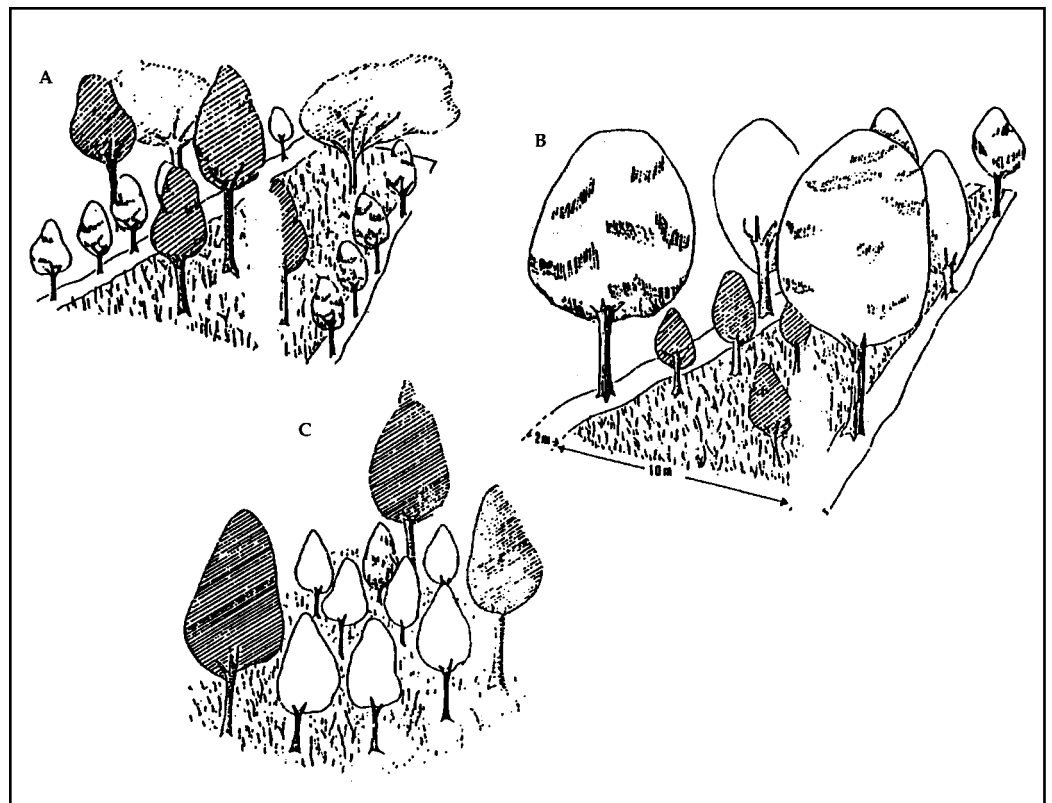


Ilustración 5.4—Plantaciones en hileras y grupos. Panel A—Árboles pequeños sembrados en líneas paralelas cortadas en bosque secundario degradado. Panel B—Árboles sembrados en hileras llegando a su madurez en bosque secundario previamente degradado. Panel C—Siembra en grupos de plántulas valiosas en bosque secundario degradado.

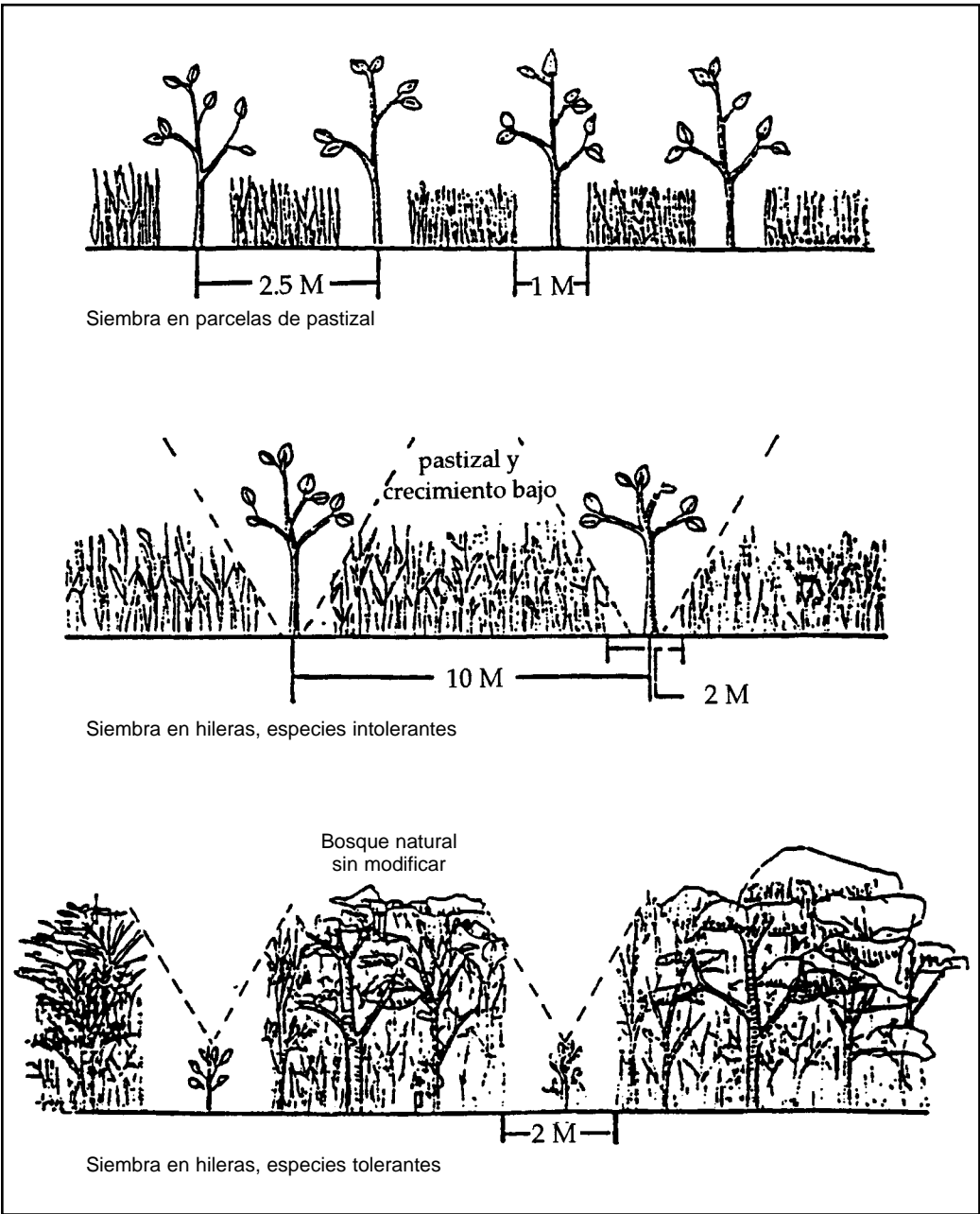


Ilustración 5.5—Siembra en parcelas de pastizal y siembra en hileras de especies tolerantes e intolerantes a la sombra.

- Los costos de plantar intercaladamente son mucho menores que los de las plantaciones cerradas.

Las desventajas de las plantaciones intercaladas son:

- La utilización de un número pequeño de árboles sembrados por unidad de área.
- Requieren una supervivencia alta o sino habrán pocos árboles para escoger la cosecha final.
- Los aclareos son muy pocos para producir ingresos intermedios, por ende los costos de plantación deberán ser sobrellevados hasta que los árboles logren su madurez.
- Las plantaciones intercaladas no se prestan para especies intolerantes a la sombra y que necesitan abundante luz solar para crecer adecuadamente.

**Agroforestación**—La agroforestación incorpora sistemas que realmente son formas especializadas de siembras intercaladas. Una forma muy simple de agroforestación se puede utilizar con las siembras nómadas, en las cuales se requiere un período sin cultivo para restaurar la productividad entre cosechas agrícolas. Los árboles en siembras intercaladas pueden alargar el período de cosecha al mantener la fertilidad de los suelos y la humedad por un período más largo. Los árboles sirven tanto de protección como de cosecha productiva durante el período sin cultivo. El hacer una utilización plena de la siembra intercalada en los cultivos nómadas es crítico cuando existe una población creciente y una demanda aumentada por alimentos que ejerce presión para acortar los períodos sin cultivo. El mejorar la productividad de una parcela por siembra intercalada puede permitir más ciclos de cosecha en ese terreno, aumentando grandemente el número de personas que la parcela puede sostener adecuadamente.

Taungya es la producción de árboles en el espacio entre alimentos recién plantados. Es un sistema que puede ser práctico donde el terreno agrícola está en demanda y los dueños de terrenos grandes o pequeños están dispuestos a permitir un uso temporero de la tierra para la producción de una cosecha de árboles.

Una práctica llamada selvipastoreo conlleva el crecimiento de cosechas para pastoreo bajo un bosque abierto. Este sistema puede resultar de beneficio económico si se utilizan prácticas de manejo adecuadas. Es de particular importancia el controlar el número de animales que utilizan el lugar para evitar el pastoreo excesivo o el daño a los árboles.

Las ventajas de la agroforestación sobre la producción agrícola exclusiva o con respecto a las plantaciones cerradas son:

*Con respecto a cultivos agrícolas o pastoreo*

- La agroforestación mejora el microclima para la cosecha, reduce el efecto de los vientos, baja la temperatura y aumenta la humedad.
- La agroforestación aumenta por lo menos una especie adicional al sistema, por lo tanto aumenta la diversidad de cosechas y la estabilidad ecológica y probablemente alarga el período de cosecha.
- Los árboles toman sus nutrientes de niveles más profundos de los suelos y los redepositan en la superficie en forma de hojarasca donde éstos están disponibles para las cosechas de plantas. También aumentan el nivel de microbios benéficos, la porosidad y la aereación de los suelos.

- Los árboles leguminosos pueden dejar una contribución neta de nitrógeno disponible para otras plantas.

*Con respecto a plantaciones cerradas*

- La agroforestación provee más diversidad de beneficios a la comunidad.
- Los sistemas de agroforestación usualmente requieren terrenos más fértiles que los necesarios para plantaciones cerradas.

Las desventajas de la agroforestación comparadas con el cultivo agrícola o las plantaciones cerradas incluyen:

*Versus cultivo agrícola o para pastoreo*

- La agroforestación somete la agricultura a mayor competencia por luz, agua y nutrientes y, por lo tanto, puede reducir los rendimientos de las cosechas.
- Mientras se cosechan los árboles se pueden estropear los cultivos agrícolas.

*Con respecto a las plantaciones cerradas*

- No es factible esperar una oferta industrial de madera de la agroforestación debido a que la tenencia de tierras está muy fragmentada y a la prioridad para la producción de alimentos sobre la producción de madera.
- Las prácticas de cosechas de alimentos y para pastoreo son difíciles de controlar para beneficiar la producción de madera.
- Los rendimientos de madera, aunque sean consistentes, son mucho más bajos por unidad de área.
- El espaciamiento de árboles utilizado en los sistemas de agroforestación rara vez producen el tronco recto deseado y la supresión de ganchos bajos necesaria para los productos industriales.
- Los suelos están mucho más expuestos que en una plantación cerrada.
- La administración de las cosechas en el sistema de agroforestación es compleja y no tan conocida como la de plantaciones cerradas.

**La Selección del Sistema más Adecuado**

La selección del sistema más apropiado para la reforestación se tiene que basar en algo más que los objetivos inmediatos o los rendimientos directos anticipados. La madera, leña, pasto y productos agrícolas son necesidades reconocidas de la población local. Otros beneficios, tales como la protección de la vida silvestre, la prevención de la erosión de los suelos y la sedimentación de los ríos y el mejoramiento de la calidad de las aguas, puede recibir menos apoyo público local, excepto en lugares donde ya la situación es especialmente crítica. La relación entre la cubierta forestal y estos beneficios con frecuencia no se percibe. Sin embargo, todos estos valores son críticos a largo plazo, tanto para el bienestar humano, como para el logro de un uso sostenido del medio ambiente. Se llama la atención de nuevo a la Ilustración 5.1 que está diseñada para ayudar a seleccionar las alternativas de reforestación silvicultura más adecuadas.

**Bibliografía  
Seleccionada**

- Barnard, R.C. 1950.** Linear regeneration sampling. *Malayan Forester* 13:129-135.
- Barnard, R.C. 1954.** Manual of Malayan silviculture for inland lowland forests. Research Pamphlet No. 14. Forest Research Institute Forest Department, Kepong, Malayan. 199 p.
- Barnard, R.C. 1955.** Silviculture in the tropical rain forests of western Nigeria compared with Malayan methods. *Malayan Forester* 18:173-190.
- Baur, G.N. 1964a.** The ecological basis of rainforest management. Forestry Commission of New South Wales, Australia. 149 p.
- Baur, G.N. 1964b.** Rainforest treatment. *Unasylya* 18(1):18-28.
- Budowski, G. 1956.** Regeneration systems in tropical American lowland. *Caribbean Forester* 17:76-91.
- Dawkins, H.C. 1955.** The refining of mixed forest:—a new objective for tropical silviculture. *Empire Forestry Review* 34:188-191.
- Dawkins, H.C. 1958.** The management of natural high-forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute Paper No. 34. University of Oxford, Oxford, England. 155 p.
- Dawkins, H.C. 1960.** New methods of improving stand composition in tropical forests. Proceedings Fifth World Forestry Congress. Volume I. University of Washington, Seattle, Washington. p. 441-446.
- Ewel, J.J. (editor). 1980.** Tropical succession. *Biotropica* 12 (supplement):1-95.
- FAO. 1957.** Tropical silviculture. Volume II. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 415 p.
- FAO. 1981.** Map of fuelwood situation in the developing countries. *Unasylya* 33 suppl. 31p. + app. and map.
- Foggie, A. 1960.** Natural regeneration in the humid tropical forest. *Caribbean Forester* 20:73-89.
- Haig, I.T., M.A. Huberman y U. Aung Din. 1957.** Tropical silviculture. FAO Forestry and Forest Products Studies No. 13. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. p. 3-57.
- Janzen,—D.H.—1973.** Tropical agroecosystems. *Science* 182:1212-1219.
- Lamb, A.F.A. 1969.** Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. *Commonwealth Forestry Review—48(1):41- 53.*
- Lowe, R.G. 1978.** Experience with the tropical shelterwood system of regeneration in natural forest in Nigeria. *Forest Ecology and Management* 1:193-212.
- Synnott, T.J. y R.H. Kemp. 1976.** Choosing the best silvicultural system. *Unasylya—28(112-113):74-79.*
- Tat, T.H.** A brief assessment of the regeneration systems for hill forests in peninsular Malaysia. *Malaysian Forester—37:263-27.*
- Tomlinson, P.B. y M.H. Zimmermann. 1976.** Tropical trees as living systems. Cambridge University Press, Cambridge, England. 675 p.



- Wadsworth, F.H. 1965.** Tropical forest regeneration practices. Proceedings of the Duke University Forestry Symposium. Bulletin 18. Duke University, Durham, NC. 29 p.
- Wadsworth, F.H. 1966.** La orientación de las investigaciones de silvicultura para Latinoamérica. Turrialba—16:390-395.
- Walton, A.B., R.C. Barnard, y J. Wyatt-Smith. 1952.** The silviculture of lowland dipterocarp forest in Malaya. Sixth British Commonwealth Forestry Conference. Kuala Lumpur, Malay. 16 p.
- Weaver, P.L. 1979.** Agro-silvicultura en América Tropical. Unasylva 31(129):2-12.
- Wyatt-Smith, J. 1960.** Diagnostic linear sampling of regeneration. Malayan Forester—23(3):191-208.
- Whitmore, T.C. 1975.** Tropical rain forests of the far east. Clarendon Press, Oxford, England. 282 p.

# Capítulo 6

## Las Especies para la Reforestación

El éxito de una plantación se determinará por el grado en que logre cumplir con los objetivos propuestos y ninguna decisión es de mayor importancia para este éxito que el escoger las especies adecuadas. Las especies que se seleccionen no sólo influirán el tratamiento silvicultural y su administración sino que también determinarán la utilización final de la cosecha. Hay dos preguntas básicas que considerar cuando se vaya a escoger una especie para la siembra:

- ¿Cuál es el propósito de la plantación propuesta?
- ¿Qué especies crecerán bien en el lugar escogido?

Este capítulo considera estas preguntas individualmente en un intento de proveer un método sistemático para seleccionar las especies posibles para la siembra. Sin embargo, en la realidad estos dos factores están íntimamente relacionados y usualmente se consideran simultáneamente. Además, la selección de especies necesariamente se hace al comienzo de un proyecto cuando la información disponible es limitada, con escasa experiencia disponible y cuando los planes finales o a largo plazo son inciertos. Por lo tanto, la selección de especies inicial con frecuencia no es final. El gran número de alternativas posibles descarta la posibilidad de una decisión categórica de que las especies seleccionadas o su procedencia es realmente la mejor alternativa (Evans 1982). La Ilustración 6.1 resume el proceso de selección de especies y los factores que lo influyen.

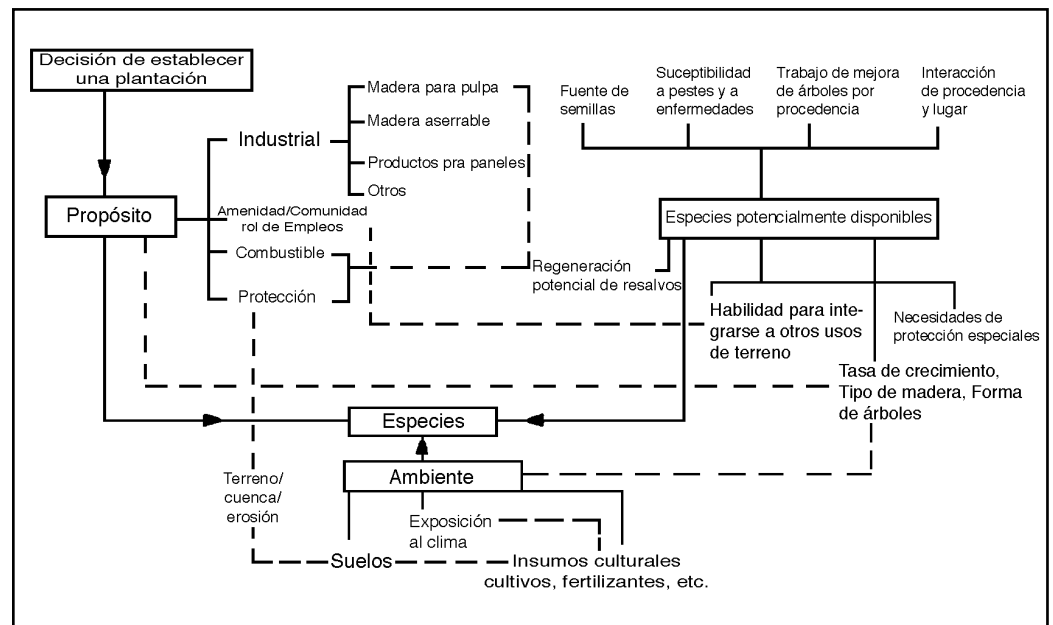


Ilustración 6.1 Factores que influyen la selección de especies.

## Propósito

Las plantaciones se establecen para satisfacer propósitos específicos. Estos propósitos deben estar claros y ser bien pensados. Los propósitos se pueden agrupar en tres áreas principales: comerciales, domésticos y ambientales.

**Comerciales**—Las plantaciones comerciales o industriales se establecen para proveer productos para la venta tales como madera aserrable, madera de pulpa, paneles y tablas, otros productos de partículas y combustible. Estas plantaciones tienen unos requerimientos administrativos intensos y necesitan de inversiones a largo plazo.

**Domésticos**—Las plantaciones para usos domésticos son de primordial importancia en muchas partes del mundo. Se ha estimado que más de 1,500 millones de personas en los países en vías de desarrollo dependen de la madera para cocinar y calentarse. Además, más de 100 millones de estas personas viven en áreas donde la madera es extremadamente escasa. Los usos domésticos también incluyen: postes y estacas, construcciones locales, alimentos y otros productos menores tales como látex, nueces, gomas, resinas, etc.

**Ambientales**—En aquellas áreas donde la vegetación natural es de lento crecimiento se pueden establecer plantaciones como agentes estabilizadores. Bien administradas, las plantaciones pueden controlar la erosión de los suelos, servir como hábitat a especies silvestres, servir de rompevientos y para reclamar terrenos yermos. Si su propósito primordial es la protección no están destinadas a cosecharse.

Las plantaciones generalmente sirven a varios de estos propósitos. Las plantaciones de regiones agrícolas pueden proveer para cosechas de los árboles de frutas, nueces, gomas, resinas etc, madera y con un manejo adecuado proveer protección a los suelos simultáneamente.

Es imposible lograr un solo beneficio de una plantación. Casi todas las especies de árboles pueden conservar los suelos, servir de rompevientos, proveer sombra a cosechas de alimentos o forraje, albergar vida silvestre y, si se cosechan, rendir algún tipo de biomasa útil. Entre las especies adaptadas existe preferencia por las que proveen beneficios ambientales pero aún más crítica resulta la utilidad de la madera. La utilidad de la madera en todos los lugares está dictada por el tamaño y la forma de los árboles y las características intrínsecas a la madera.

Los árboles adecuados para propósitos múltiples, si se adaptan, deben ser preferidos en cualquier lugar sobre aquellos que sólo sirven para quemarse como combustible. Aún en aquellos lugares donde la escasez de combustible es crítica los árboles rectos y suficientemente grandes para rendir postes serán más valiosos que aquellos que sólo sirven para leña. La selección de especies en estas regiones no puede desatender la necesidad de combustible, pero se deberá tratar de escoger árboles que sean adecuados también a la producción de otros productos.

## Clima

Una vez que se decida cuál es el producto final deseado en la plantación, los requisitos climáticos y las tolerancias de las especies adecuadas para estos productos deberán ser compatibles a las condiciones prevalecientes en el lugar de siembra (véase el capítulo III). Las especies seleccionadas deberán ser capaces de desarrollarse y producir bien bajo las condiciones ambientales particulares del lugar. Las condiciones del lugar de importancia primordial al desarrollo de las especies en los trópicos son: disponibilidad de humedad, temperaturas bajas y las propiedades físicas de los suelos. Amplia evidencia apoya el concepto de que, si bien en la naturaleza las especies están más confinadas por la competencia con otras especies que por la into-

lerancia al lugar de siembra, la adaptabilidad prospectiva, salud, vigor y productividad de cada especie, será mayor mientras más cercanas sean las condiciones ambientales a las de su ambiente de origen.

**Temperatura**—En los trópicos y a nivel local la temperatura es mucho menos significativa para la adaptación de las especies que la disponibilidad de humedad. A elevaciones mayores las heladas eliminan la mayor parte de las especies tropicales.

**Precipitación**—Las necesidades de humedad de los árboles difieren considerablemente de una especie a otra por lo cual la cantidad anual total y la distribución estacional de la lluvia resulta un factor primordial para la selección. Las consideraciones más importantes serán la duración y severidad de la época de sequía. Sin embargo, la lluvia no es lo único que determina la disponibilidad de humedad. La capacidad para retener agua de los suelos y las tasas de evaporación son también críticas. Las deficiencias de humedad relativas se pueden determinar tanto anual como estacionalmente relacionando la evapotranspiración potencial a la lluvia (ej. lluvia; Walter et al. 1975).

Se han diseñado sistemas de clasificación para agrupar regiones de climas similares de modo que ayuden a la selección de las especies con probabilidad de éxito en el lugar de siembra. Los sistemas de Holdridge, Thornthwaite y Hare, éste último utilizado por Golfari, han recibido amplio respaldo. El Sistema de Zonas de Vida Ecológicas de Holdridge para la clasificación de formaciones vegetales se describe en el capítulo 3.

A pesar de que no existen mapas de zonas de vida para todos los trópicos (Tabla 3.1), la determinación preliminar de la zona de vida potencial para cualquier lugar se puede hacer utilizando los datos de precipitación anual promedio y la biotemperatura promedio.

La información derivada de los estudios del comportamiento de diferentes especies establecidas en una variedad de lugares sobre gran parte de esta región puede proveer una guía confiable sobre qué especies utilizar o evitar. El extraordinario trabajo de esta naturaleza producido en una década de estudios realizados por Golfari en Brasil está disponible al extensionista. El trabajo cubre gran parte del país y se concentró en especies de Eucalyptus y coníferas. El estudio produjo conclusiones que tienen aplicación general y que se resumen a continuación:

- El crecimiento temprano en altura resulta un buen indicador de la adaptabilidad de una especie a un lugar.
- El crecimiento uniforme entre los individuos de una siembra resulta un buen indicador de condiciones ecológicas favorables.
- La auto-poda es una indicación de un lugar favorable.
- La susceptibilidad a insectos o enfermedades es mínima en los lugares donde los árboles están bien adaptados.
- El conocimiento del total de precipitación anual resulta de poco valor para determinar qué especies sembrar en un lugar. La distribución estacional de la lluvia es el factor crítico para muchas especies.
- El déficit de agua tiene gran importancia para determinar homoclimas y para conocer el alcance natural de las especies.

- Las especies que requieren lluvia en el verano incluyen: *Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *Cunninghamia lanceolata* y *Eucalyptus urophylla*.
- Las especies que requieren lluvia predominantemente en el invierno incluyen: *Pinus radiata*, *P. pinaster*, *P. halepensis*, *Eucalyptus globulus* y *E. diversicolor*.
- Las especies que requieren lluvia a través de todo el año incluyen: *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *Eucalyptus grandia* y *E. deglupta*.
- Las especies que requieren de una época de sequía incluyen: *Pinus caribaea* y *P. oocarpa*.
- Las especies con un alcance natural extenso como el *Eucalyptus camaldulensis* se adaptan a diferentes patrones de lluvia.
- Las especies que requieren de inviernos fríos y veranos calientes incluyen: *Pinos elliottii* y *P. taeda*.

## Suelos

Las clasificaciones descriptivas de los suelos publicados, donde disponibles, resultan útiles para definir las diferencias entre lugares que pueden resultar significativas a la adaptación de las especies. Donde estas publicaciones resulten difíciles de obtener o de interpretar, los especialistas en suelos de las universidades o agencias agrícolas gubernamentales pueden ofrecer la asistencia necesaria. Equipo sencillo de muestreo de suelos puede ser útil para determinar la acidez aproximada de los suelos y suplementar la información local general disponible de estas otras fuentes, aunque diferencias pequeñas en la acidez no son significativas para la adaptación de las especies.

Las propiedades principales de los suelos que afectan la selección de especies son la profundidad, estructura, fertilidad y acidez.

- **Profundidad.** La profundidad disponible para el crecimiento de raíces es de primordial importancia en la selección de especies. Las especies que no toleran sequías o que tienen raíces superficiales no deben ser sembradas en suelos poco profundos. De igual forma, los lugares muy húmedos o anegados deben sembrarse de especies tolerantes a suelos inundados y poco aireados.
- **Estructura.** La estructura de los suelos afectará el movimiento del agua y su retención, aireación y la penetrabilidad de las raíces. Los barros pesados y compactos retienen más agua que los suelos arenosos, pero estos últimos favorecen el desarrollo de raíces.
- **Fertilidad.** Pocos de los suelos disponibles para bosques en los trópicos son muy fértiles. La tolerancia a suelos infértiles es una buena característica de especies para la siembra. Especies particularmente adaptadas a pobres nutrientes o suelos degradados incluyen los pinos y los eucaliptos.
- **Acidez.** La productividad de algunas especies se ve limitada por acidez o alcalinidad excesiva. En particular los suelos ácidos causan síntomas por toxicidad de aluminio en algunas especies. En los suelos alcalinos las especies pueden sufrir de clorosis de hierro.

Otros factores adicionales que pueden influenciar la productividad de una plantación son: la naturaleza de la vegetación existente en el lugar de siembra, la contaminación ambiental, ya sea del aire, agua o suelos, la historia de cultivo (por ejemplo, por cuánto tiempo y cuán recientemente ha sido cortada); el pastoreo y los fuegos.

## ¿Nativas o Exóticas?

En la selección de especies de árboles para sembrar la adaptabilidad al lugar es tan crítica que resultaría lógico comenzar con especies nativas de comprobada adaptabilidad a la región, sin embargo las especies exóticas se utilizan comúnmente. Por lo tanto, los *pro* y *contras* de especies nativas versus las exóticas merece una breve mención.

En ausencia de información comparativa las especies nativas siempre deben ser preferidas sobre las exóticas. Sin embargo, resulta beneficioso el realizar comparaciones donde no existen, debido a que el número de especies tropicales nativas a lugares similares usualmente son muchos más numerosas que el número de especies específicas al lugar a sembrarse. Muchas veces especies introducidas han tenido un rendimiento superior a las nativas en la América Tropical. En el análisis final para selección de especies la productividad de las especies en el lugar es más importante que su lugar de origen.

Especies que son exóticas simplemente porque no pudieron cruzar barreras naturales para llegar al lugar no deben ser rechazadas sólo por esta razón. Por otro lado, especies que eran nativas en una región puede que ya resulten incapaces de adaptarse a éste luego de extensa modificación humana del lugar. Especies que son colonizadoras vigorosas pueden resultar mejor adaptadas al lugar que antiguas especies correspondientes a bosques maduros. Por lo tanto, la selección tiende a estar mayormente entre especies que surgen en aperturas en el bosque o luego de disturbios naturales del mismo. Cuando la degradación del ambiente es muy avanzada las especies tanto nativas como exóticas están en un ambiente muy distinto al de origen. Todas tendrán que adaptarse a un lugar especial de condiciones adversas. Se requiere amplio poder de adaptación y ésto es lo que las especies de eucaliptos y pinos pueden ofrecer.

El valor de los datos silviculturales para comparación de las especies se puede ver en el caso de *Leucaena leucocephala*, una de las especies leguminosas más altamente recomendada para plantaciones tropicales. A pesar de su capacidad para fijar nitrógeno y su aparente vigor en pendientes secas y degradadas si es sembrada en suelos ácidos con alto contenido de hierro, aluminio o sílica, típico de la mayor parte de los suelos húmedos y mojados de los trópicos, produce árboles largos, delgados y torcidos y requiere de cal y fertilizante para corregir la situación.

Ciertas características silviculturales pueden ofrecer indicios de la productividad posible y la facilidad de cultivo. Algunas características claves para el éxito de 82 especies en la América Tropical se listan en el Apéndice II. Información adicional para el manejo de un gran número de especies arbóreas sembradas en Brasil se cita en la bibliografía de Burger.

Tanto la especie como la procedencia de un árbol introducido puede resultar crítica a su éxito o comportamiento en lugares distintos. Los estudios de Golfari del eucalipto en Brasil demuestran que árboles de diferentes lugares de procedencia, pero de la misma especie, pueden parecer y comportarse como especies distintas.

En Jari, en el Amazonas, los resultados tempranos de estudios de procedencia de *Eucalyptus deglupta* sugieren un aumento en la altura del crecimiento de 30 por ciento. Aracruz, más al sur, tuvo éxito en reducir la susceptibilidad del *Eucalyptus* al chancro al utilizar sólo semillas provenientes de áreas de gran similaridad al ambiente en el lugar de plantación.

La procedencia es importante también para los pinos. Las pruebas con *Pinus caribaea* en Jari, luego de 6 años, están mostrando diferencias en altura, diámetro, incremento en volumen, derecho, bifurcaciones, número de ganchos, ángulo del gancho, densidad de la madera y producción de conos. De 16 procedencias las cuatro mejores produjeron más biomasa que todas las demás en un 26 por ciento. La selección de semillas de una fuente en la isla de Guanaja, Honduras en vez de Poptum, Guatemala promete un aumento en rendimiento de 42 t/ha (18.7 t/cuerda). Es evidente que sólo especies y procedencias de árboles probadas deben usarse en plantaciones a gran escala. Se deben realizar pruebas en áreas representativas de los lugares a ser sembrados, replicadas en lugar y tiempo, utilizando material de plantación vigoroso y bien atendido y las observaciones y medidas deben hacerse con frecuencia y precisión. Un período de 3 años deberá ser suficiente para permitir selecciones juiciosas.

#### **Bibliografía Seleccionada**

- Arnold, J.E.M. y F. Jongma. 1979.** Fuelwood and charcoal in developing countries. Unasylva 292-299.
- Arnold, J.E.M. 1978.** Wood energy and rural communities. FAO Document FRC/3-0, 8th World Forestry Congress, Jakarta. 32 p. [Disponible a través de los Voluntarios de los Cuerpos de Paz].
- Evans, Julian. 1982.** Plantation forestry in the tropics. Clarendon Press, Oxford, England. 472 p.
- FAO. 1979.** Eucalyptus for planting. FAO Forestry Series No. 11. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 677 p.
- Golfari, L. 1963.** Climatic requirements of tropical and sub-tropical conifers. Unasylva 17:33-42.
- Thorntwaite, C.W. y F.K. Hare. 1955.** Climatic classification in forestry. Unasylva 9(2):51-59.
- Walter, H. E. Harnickell y D. Mueller-Dumbois. 1975.** Climate-diagram maps of the individual continents and ecological climatic regions of the Earth (Supplement of the Vegetation Monographs). Springer-Verlag, New York.
- Webb, D.B., P.J. Wood y J. Smith. 1980.** A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Tropical Forestry Papers No. 15. University of Oxford, Oxford, England. 342 p.

# 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 (SO<sub>2</sub>), el fluoruro de hidrógeno (HF), y ozono (O<sub>3</sub>) 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.**

<b>Operaciones pequeñas</b>	
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
<b>Operaciones mecanizadas de gran escala</b>	
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)

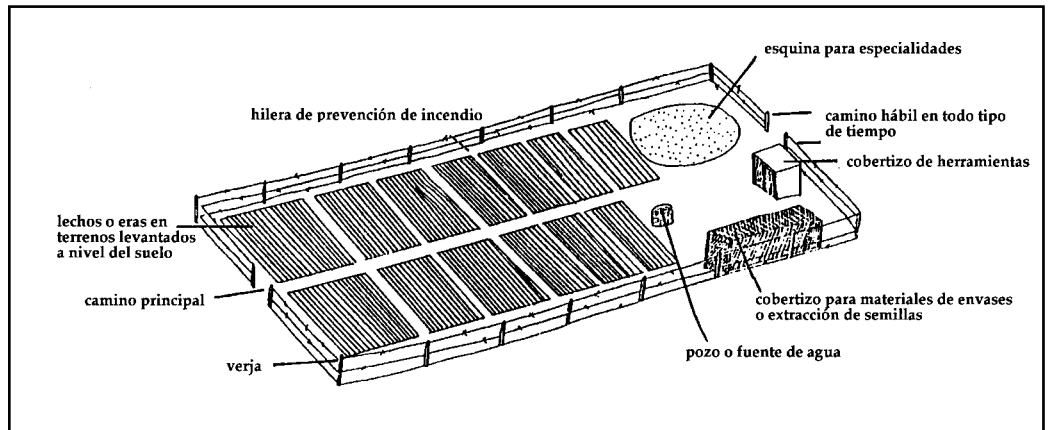


Ilustración 7.1 Disposición generalizada de un vivero. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

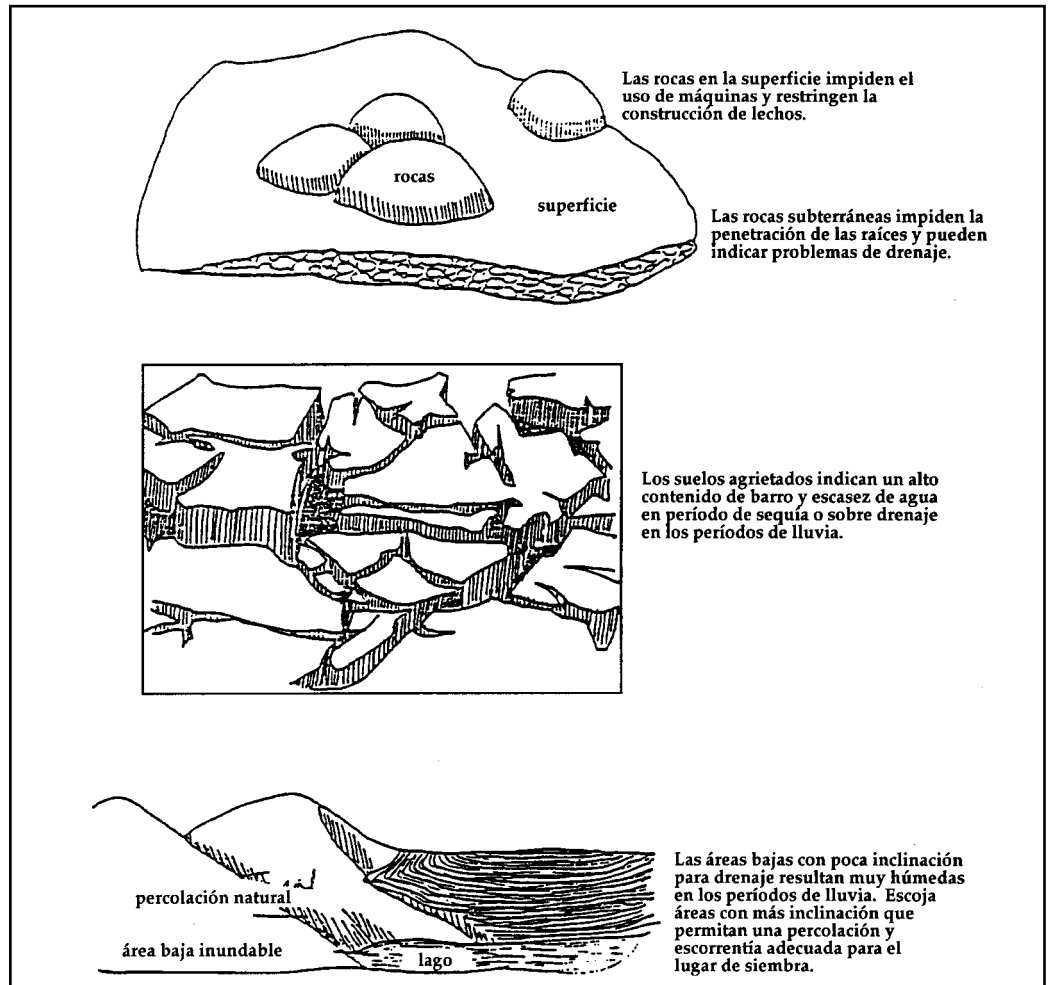


Ilustración 7.2 Consideraciones de suelos al seleccionar el lugar donde ubicar el vivero. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

**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

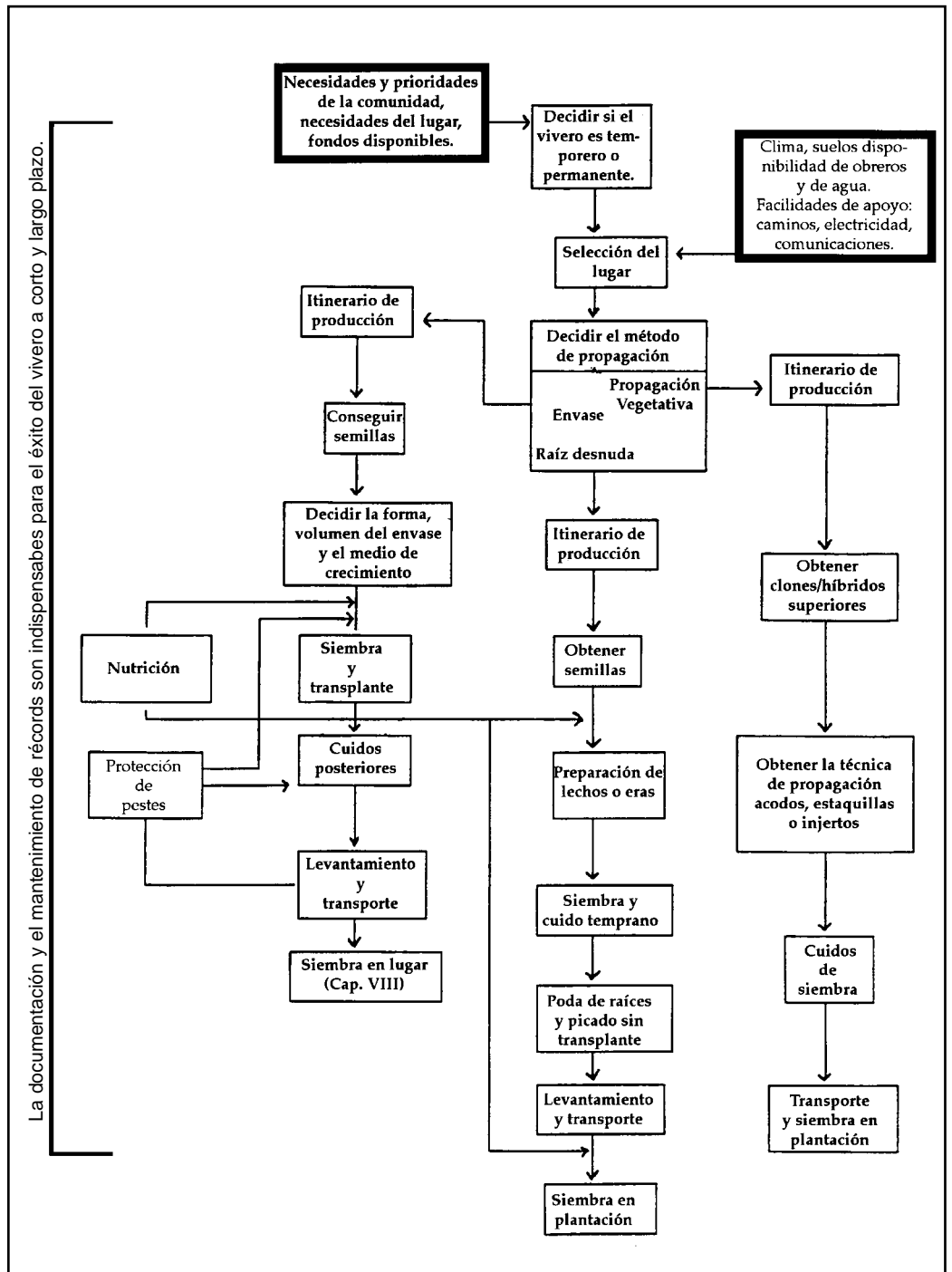


Ilustración 7.3 Flujograma de procedimientos para el establecimiento y funcionamiento exitoso del vivero.

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-

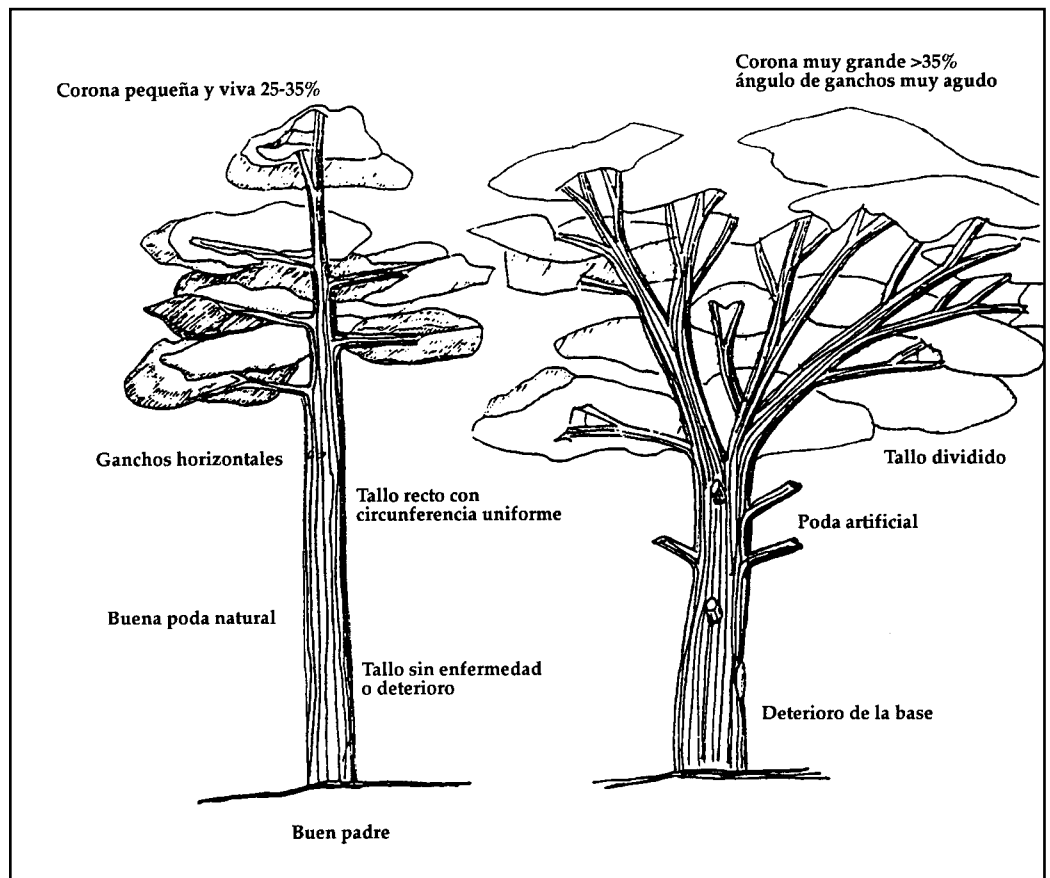


Ilustración 7.4 Guías para la selección de semillas de árboles padre.

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.

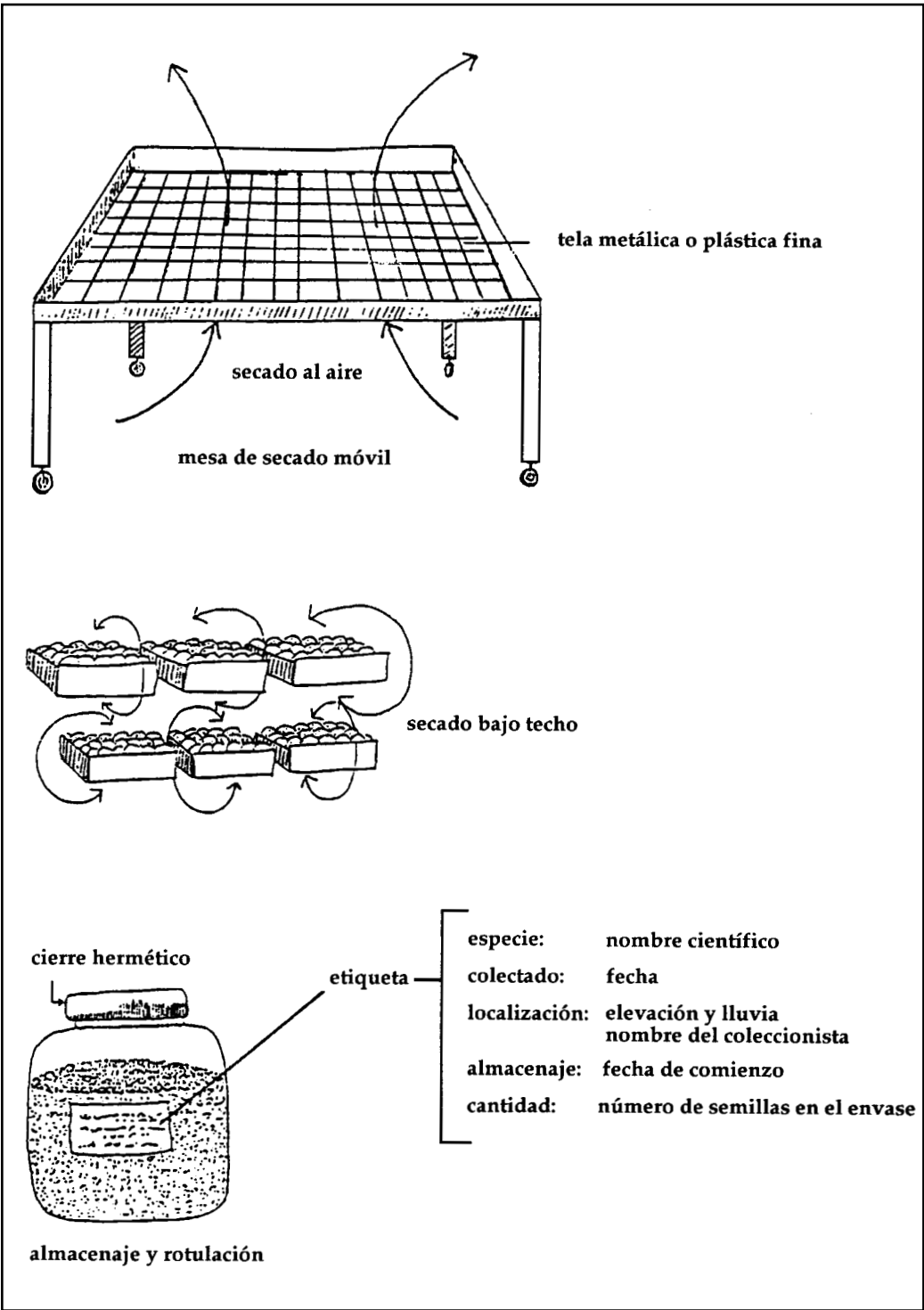


Ilustración 7.5 Extracción de semillas, secado y almacenaje. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).



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

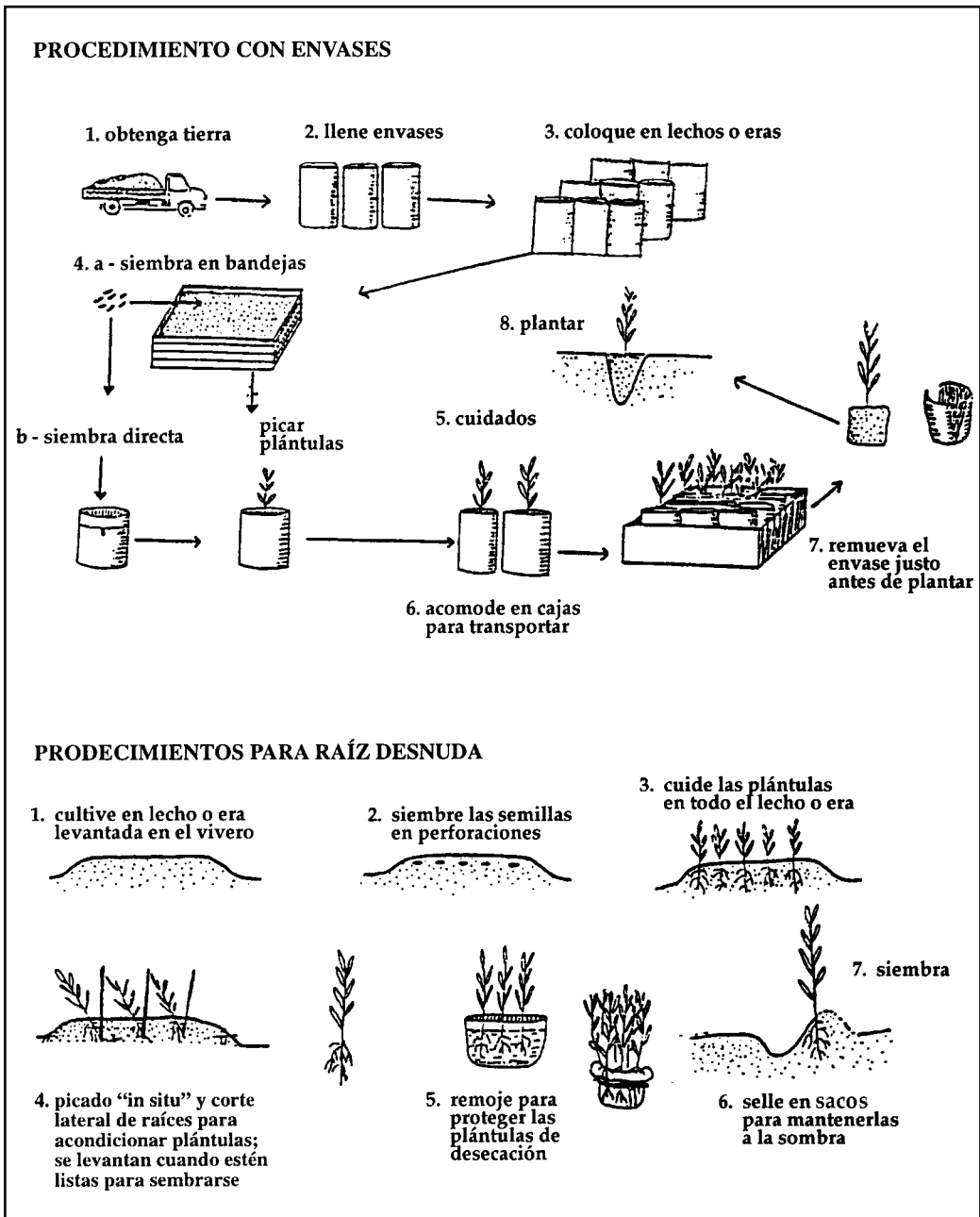
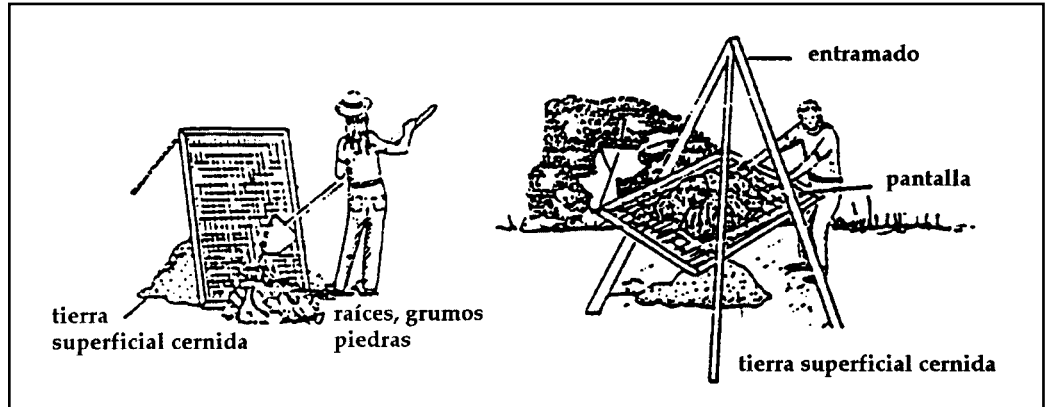
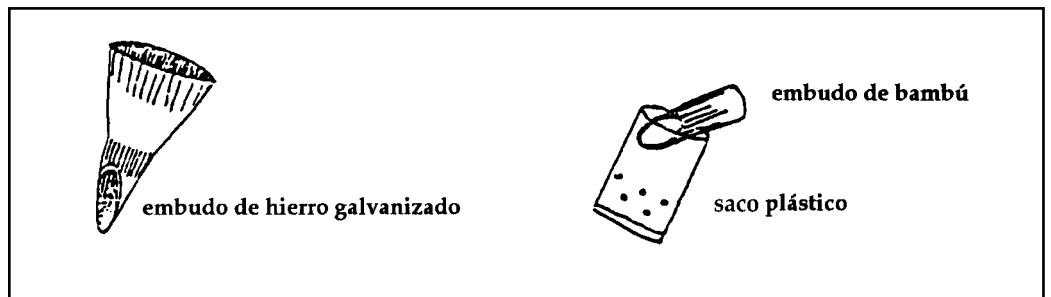


Ilustración 7.6 Procedimientos para siembra en envases y a raíz desnuda en el vivero. Adaptado de J. Evans (1982).



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).



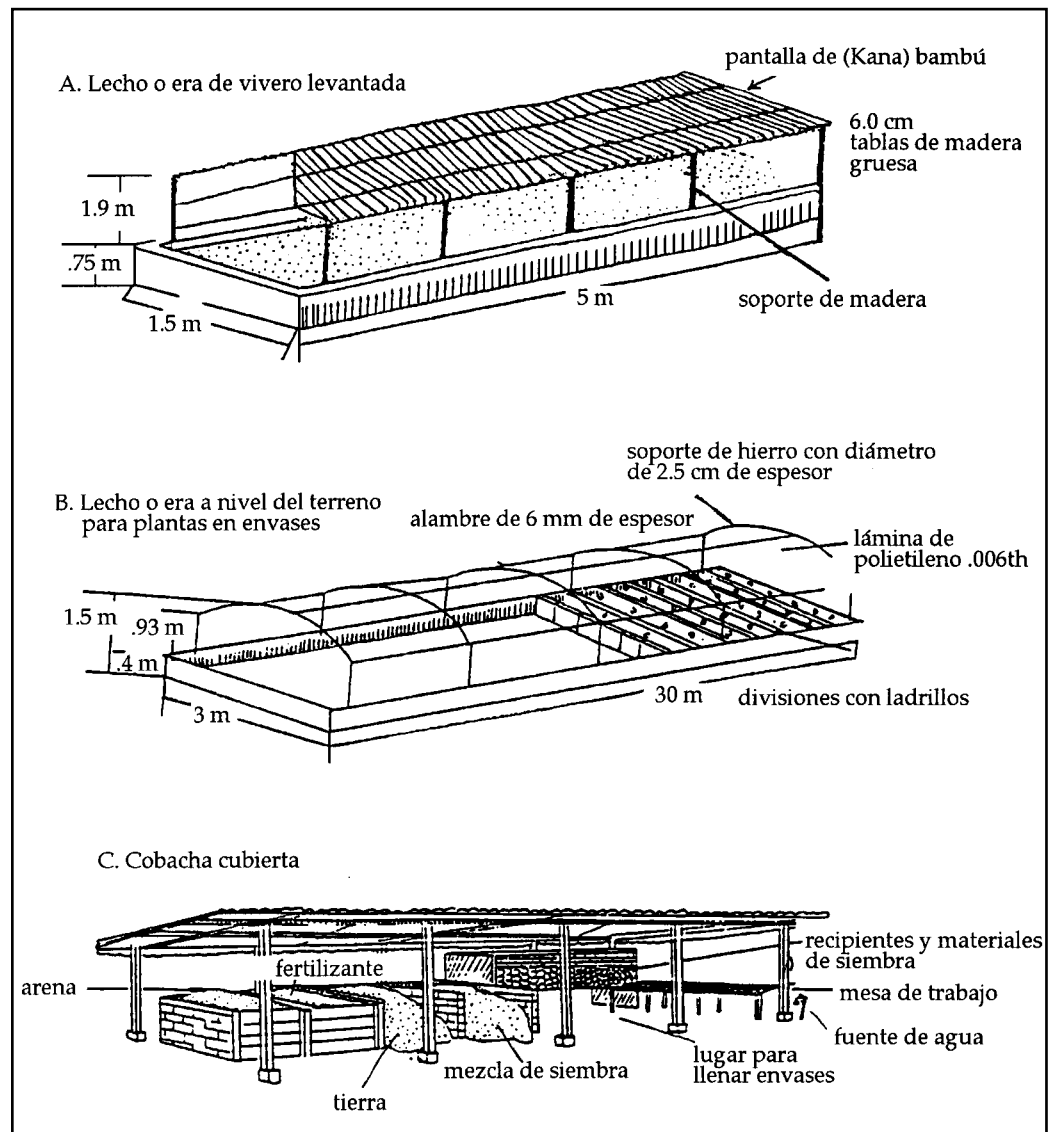
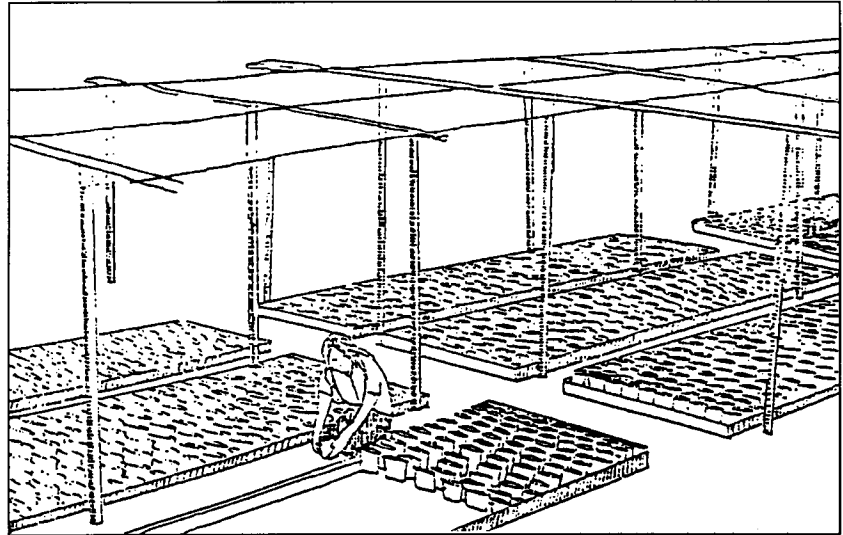


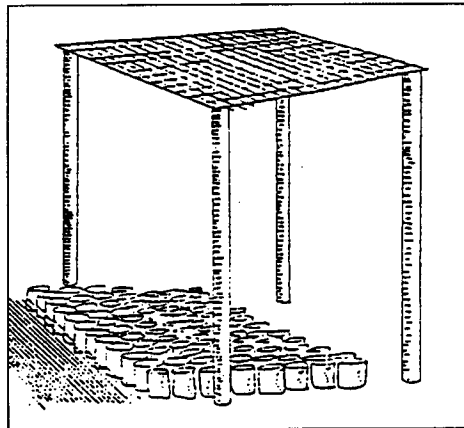
Ilustración 7.8 Estructuras para viveros. Los diagramas A y B de A. Krochmal, el diagrama C adaptado de German Technical Agency (GTZ) (1979).

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.

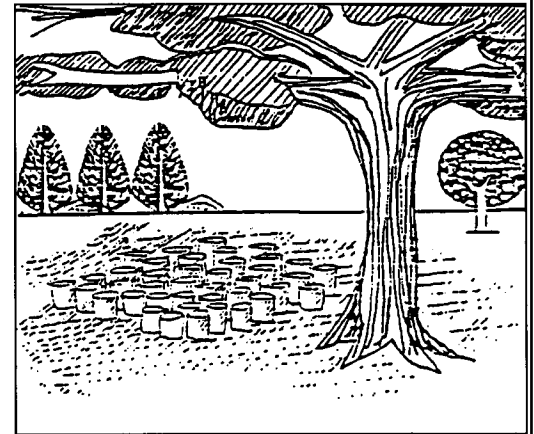
La tierra solamente es usualmente poco deseable por el exceso de peso. Sin embargo, si esto es lo único disponible, seleccione materiales arenosos o de tierra franca arenosa, no el barro (o arcilla), por las razones presentadas anteriormente. Las mezclas sintéticas y prefabricadas son usualmente muy 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.



Enrejado 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

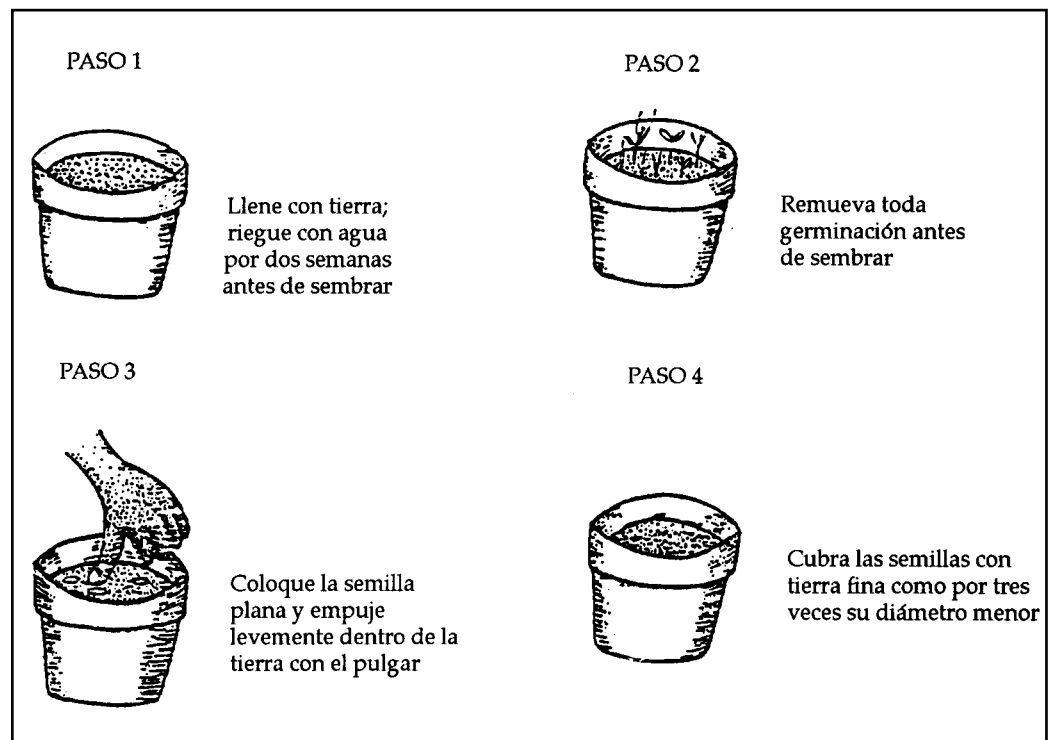


Ilustración 7.10 Procedimiento para siembra de semillas medianas a grandes. La misma técnica se utiliza al sembrar en lechos o eras levantadas. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

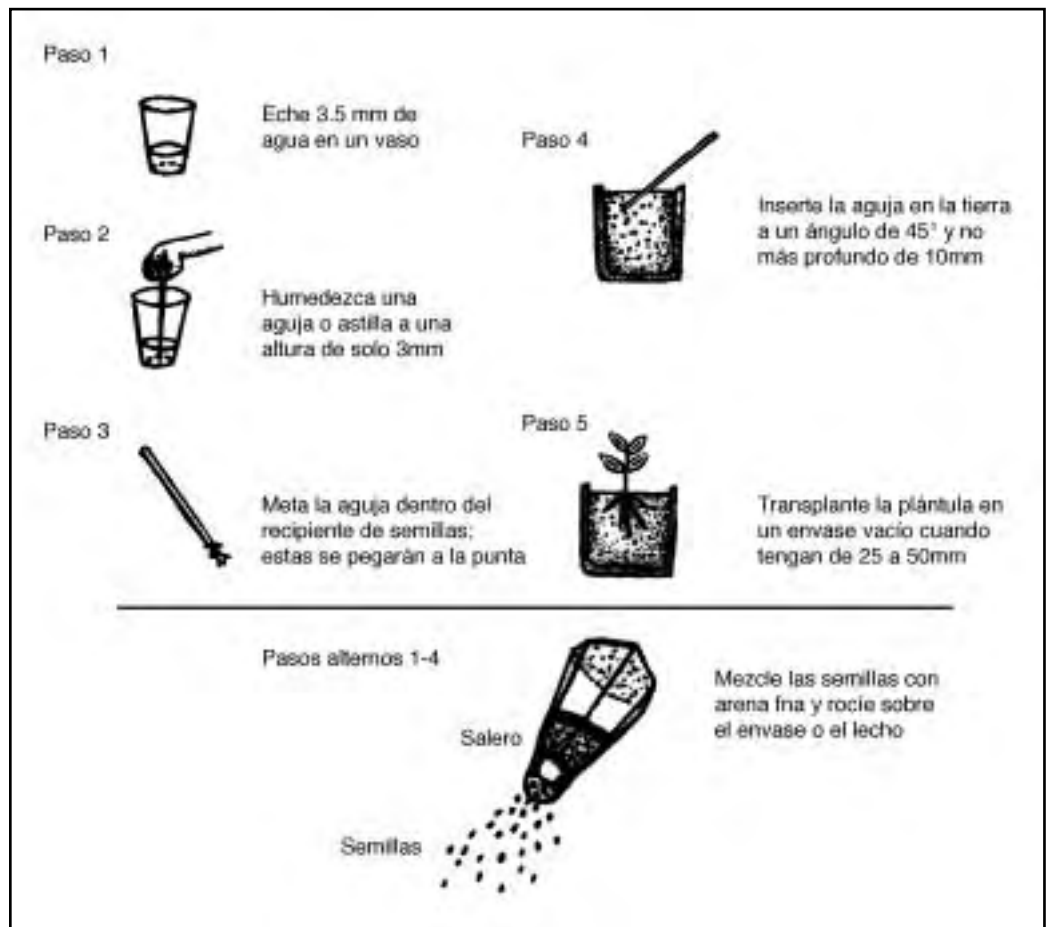


Ilustración 7.11 Siembra de semillas muy pequeñas como el eucalipto y el kadam. Adaptado de ACTION/Peace Corps (1977).

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

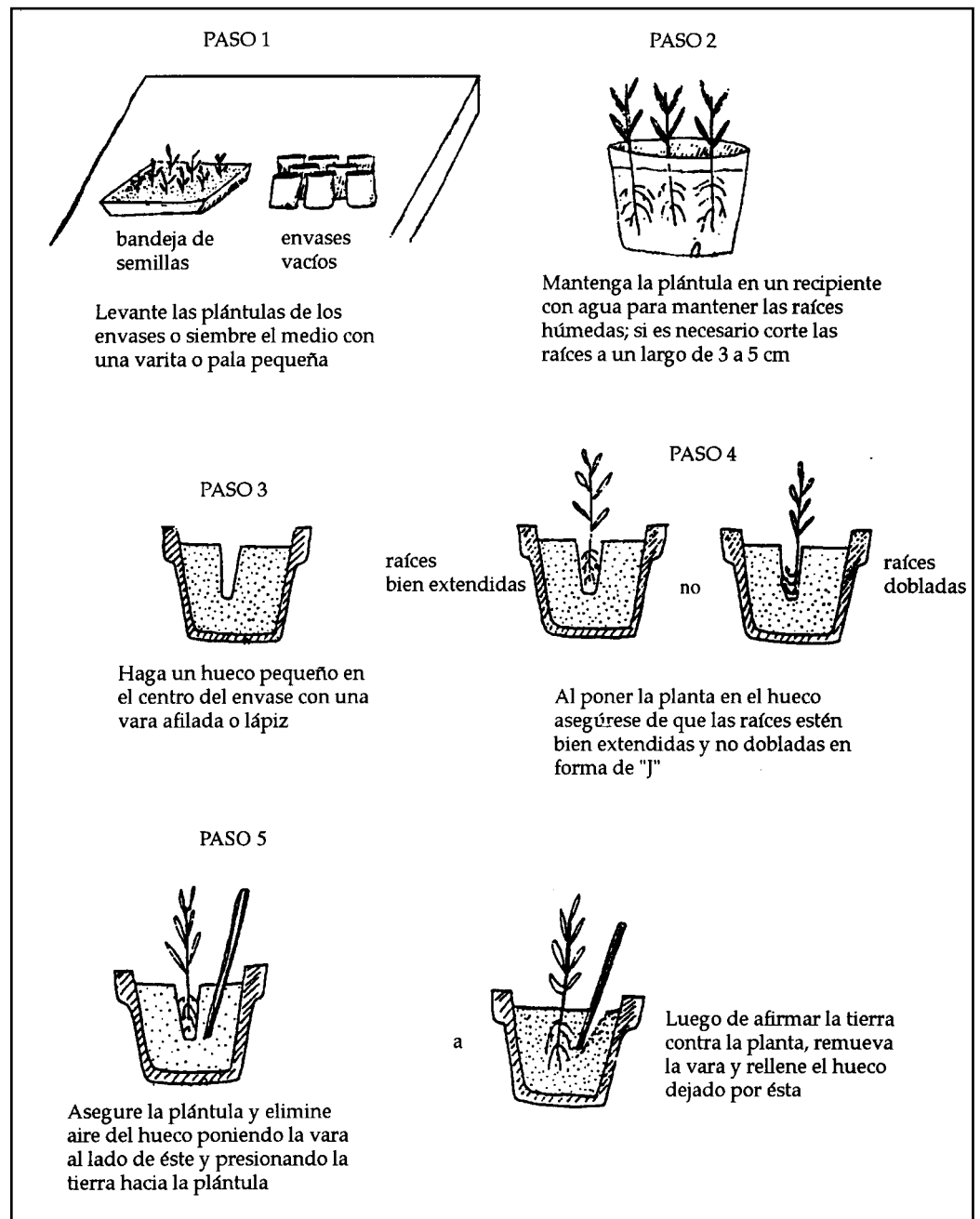


Ilustración 7.12 Procedimiento de trasplante de plántulas.

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 micorrizales. Para las áreas que no tienen coníferos nativos los hongos micorrizales 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 incorpórelos 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.

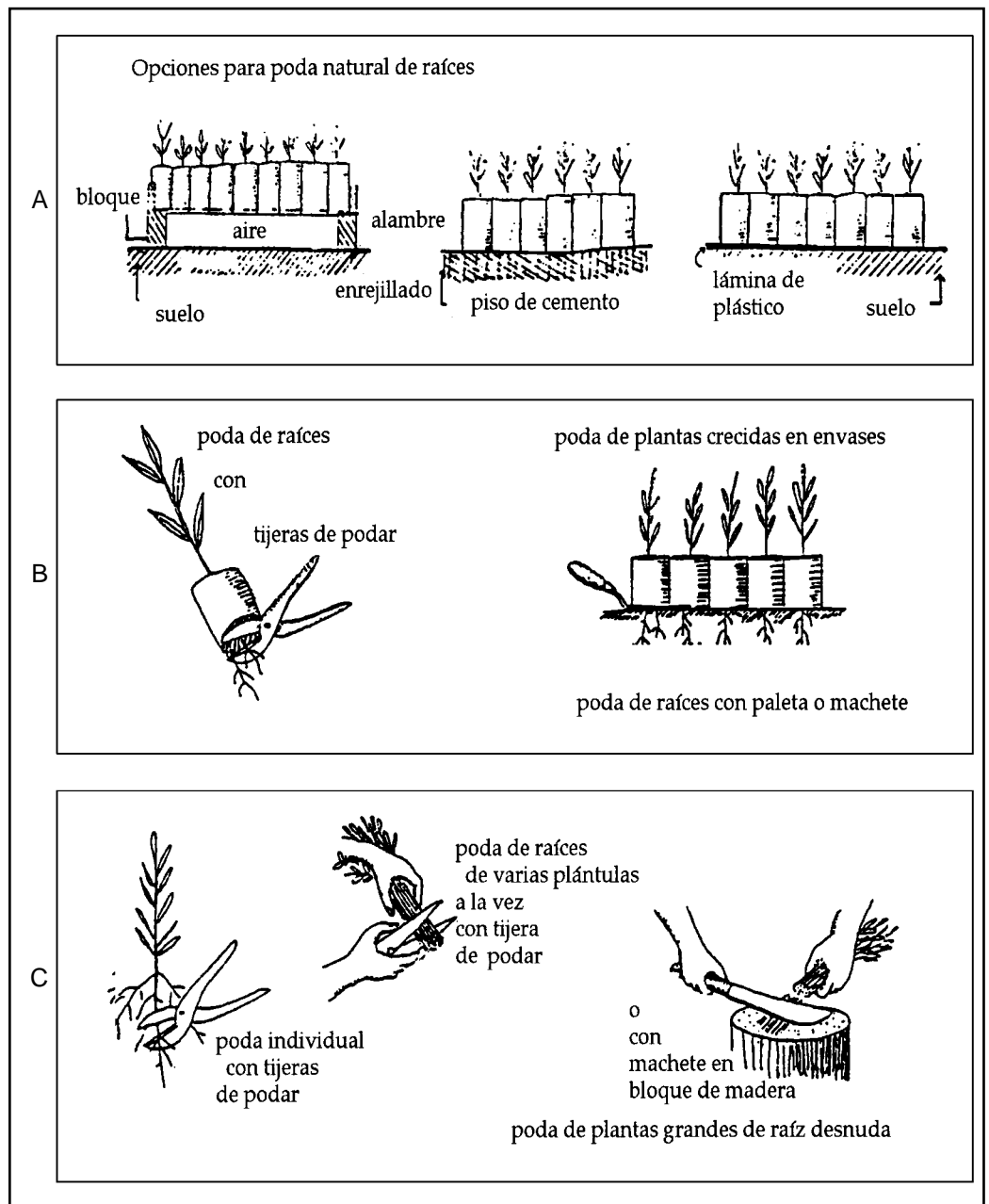


Ilustración 7.13 Poda y remoción de plántulas para la siembra. Adaptado de German Technical Agency (GTZ) (1975).

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.



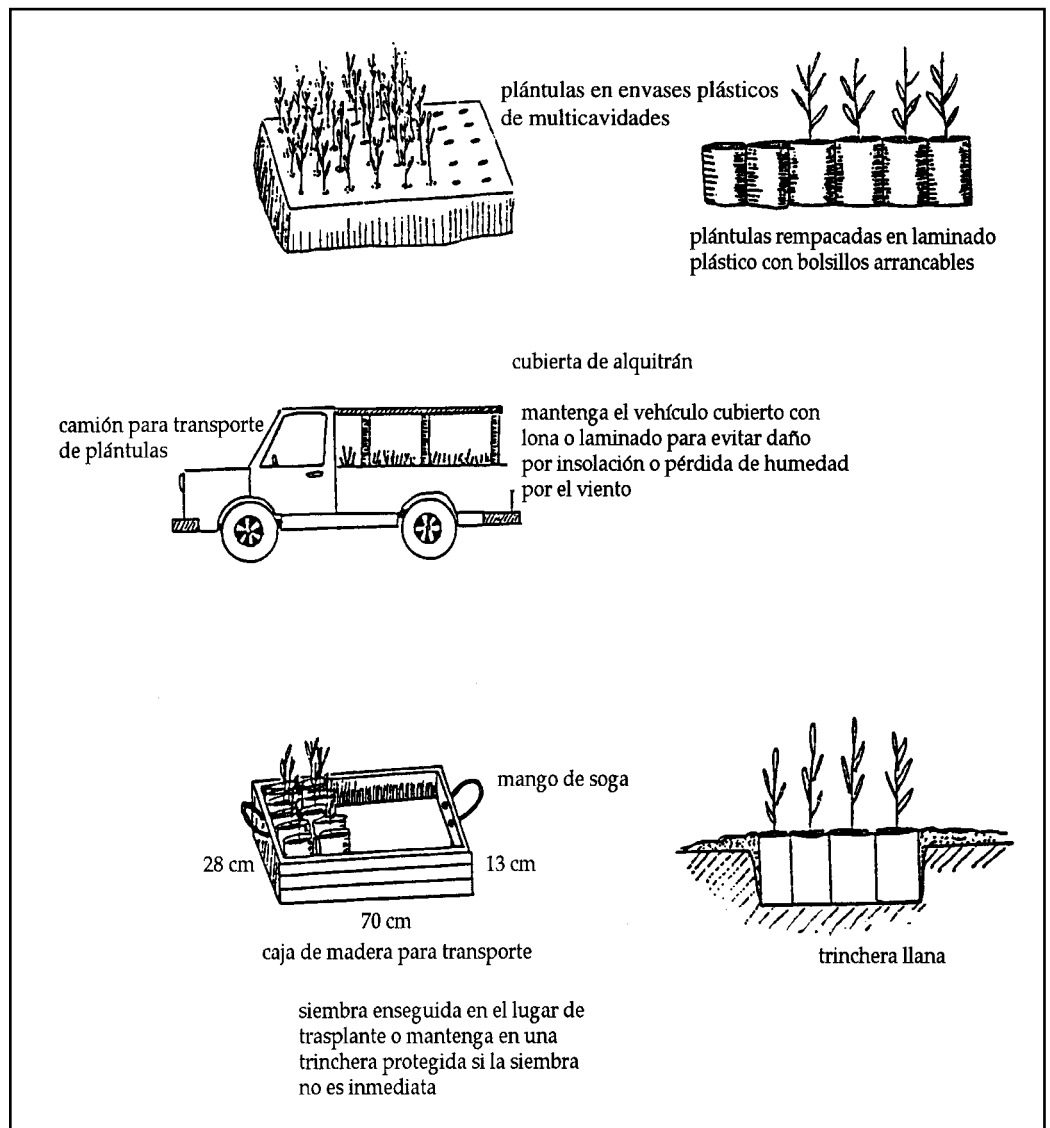


Ilustración 7.14 Transportación de plántulas del vivero a área de plantación.

- 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.

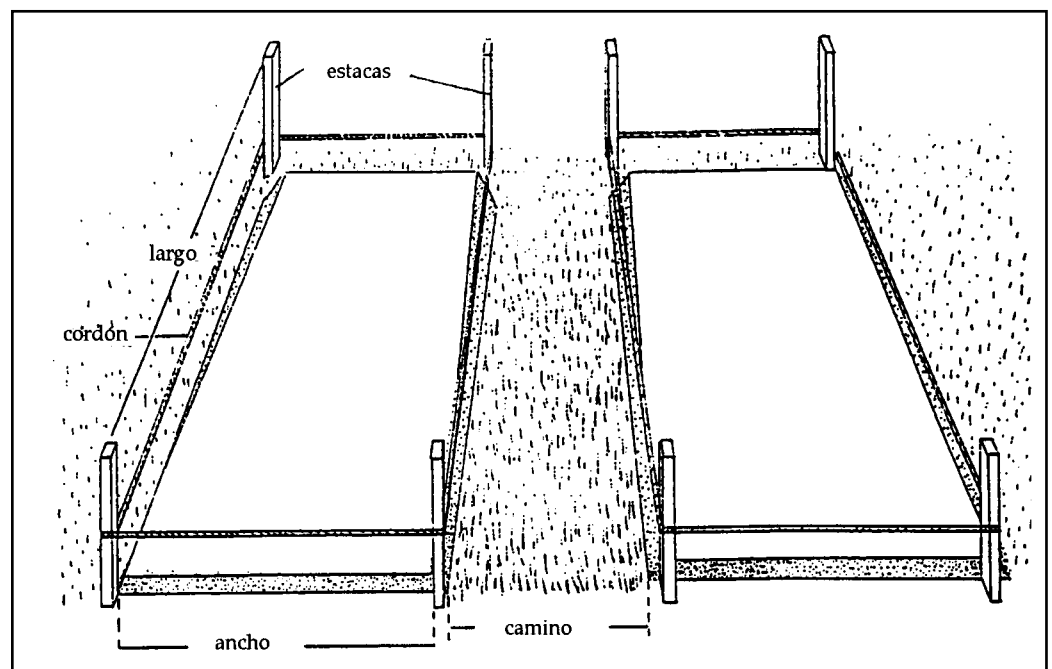
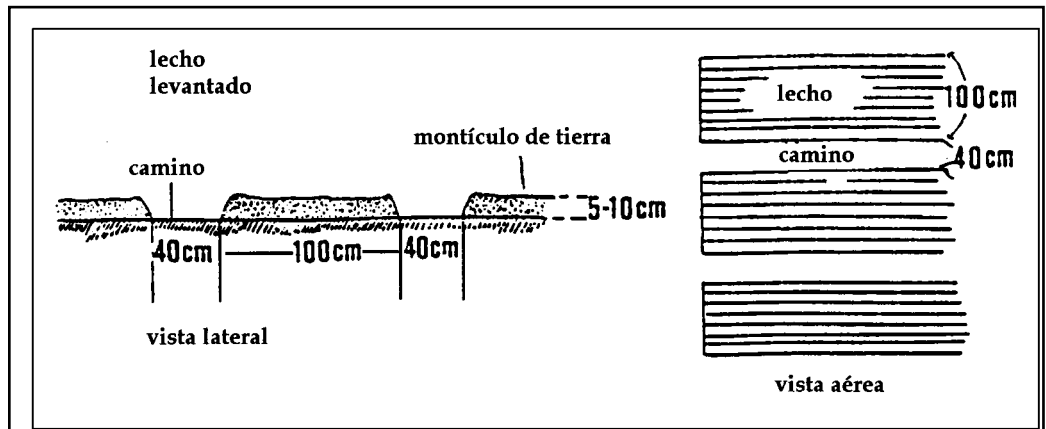
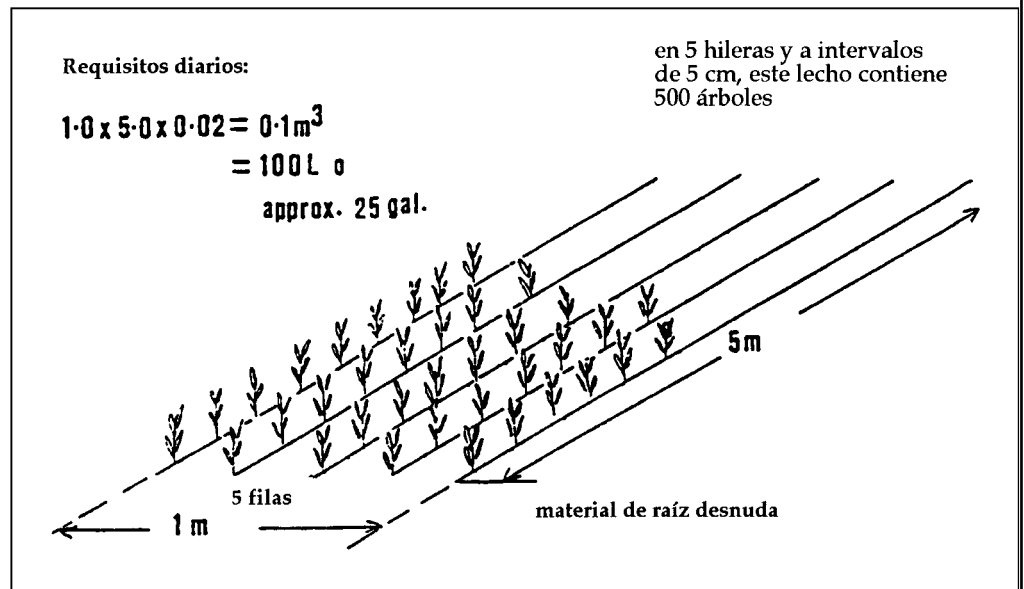


Ilustración 7.15 Método adecuado de arreglar las eras o lechos pequeños a nivel de suelo para plántulas de raíz desnuda o semilleros. Adaptado de Peace Corps (1982).



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 yerbicidas son necesarios para el control químico de malezas en los viveros grandes. Se conocen tres tipos de yerbicidas:

- 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 yerbicidas 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 yerbicida 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 empaquetan. 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 empaquetan 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.

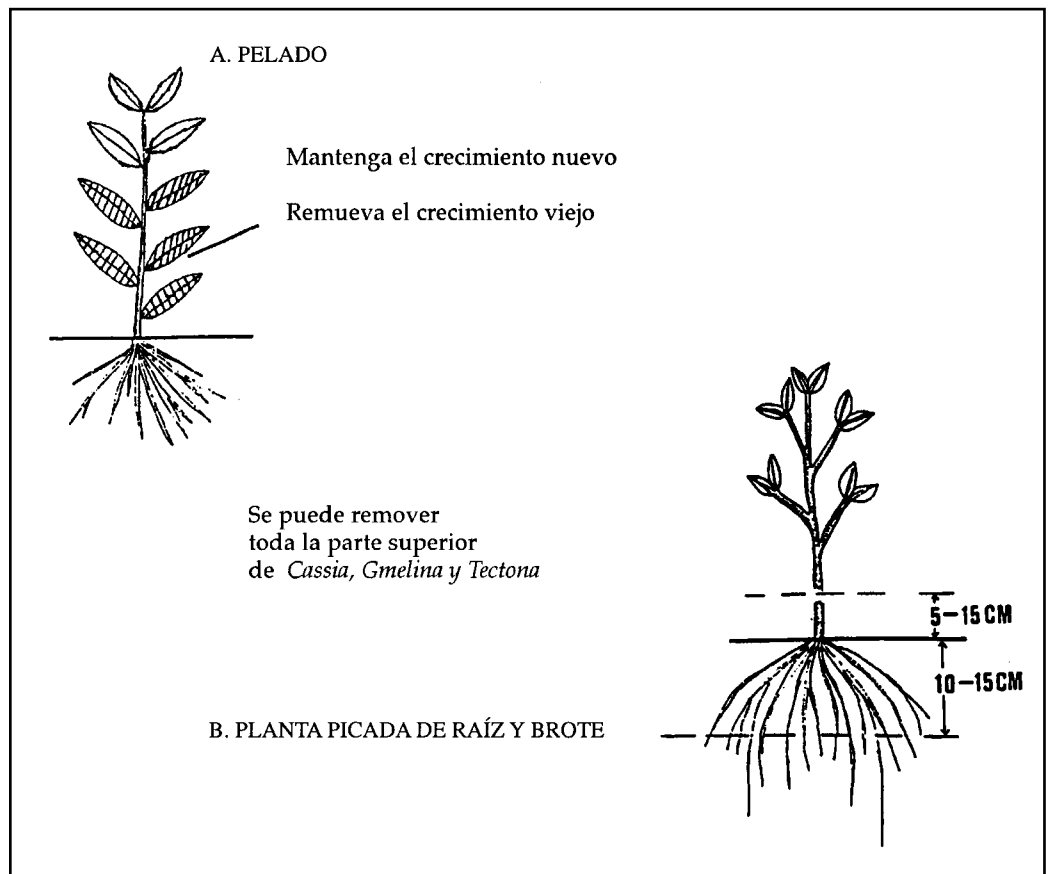


Ilustración 7.17 Procedimientos para pelar los plántones antes de transplantarlos en campo abierto (A) preparación de la planta picada de raíz y brote (B). ACTION/Peace Corps (1977).

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.



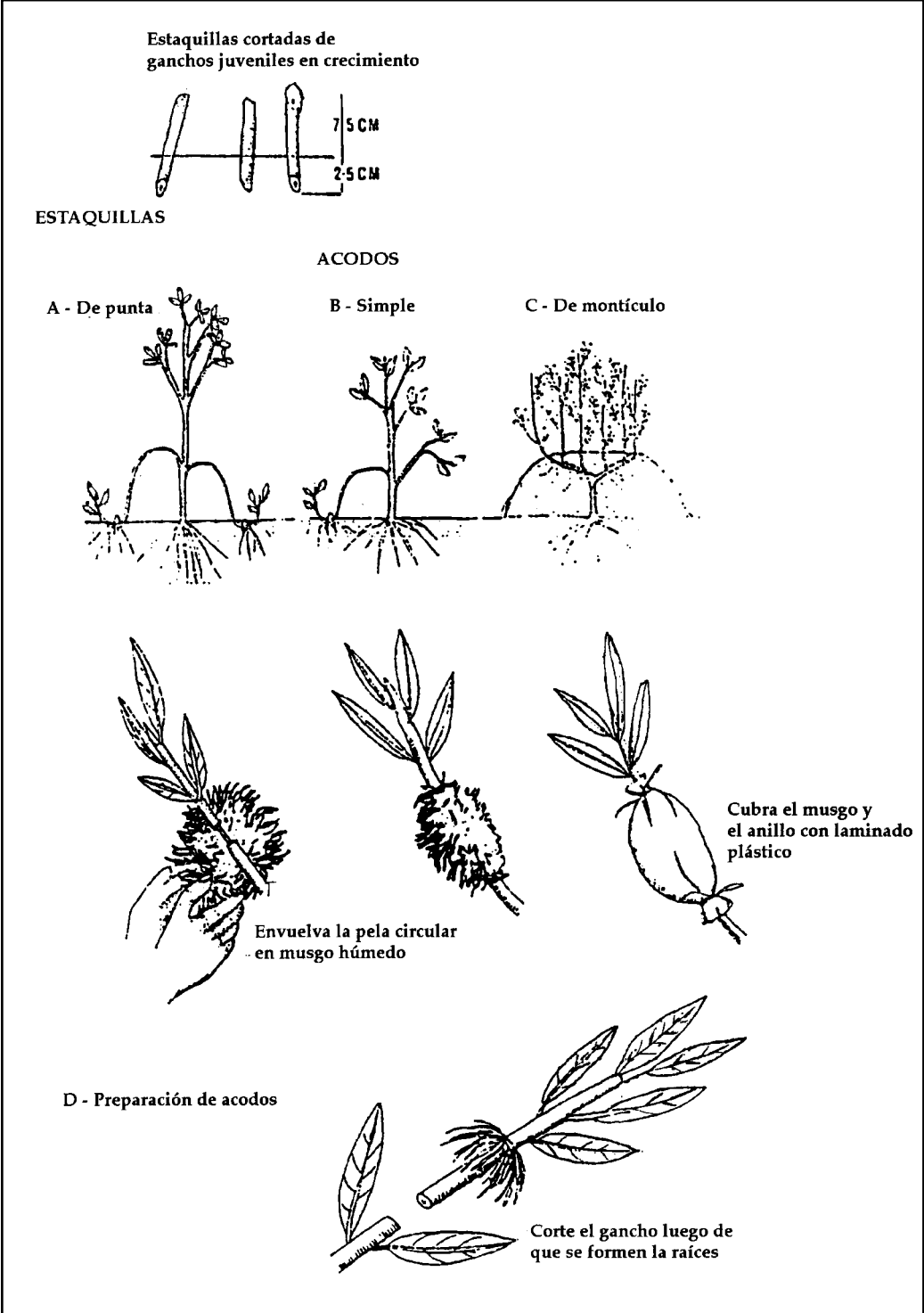


Ilustración 7.18 Técnicas de propagación vegetativa. Adaptado de K.W. Dorman (1976) y Peace Corps (1982).

**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.

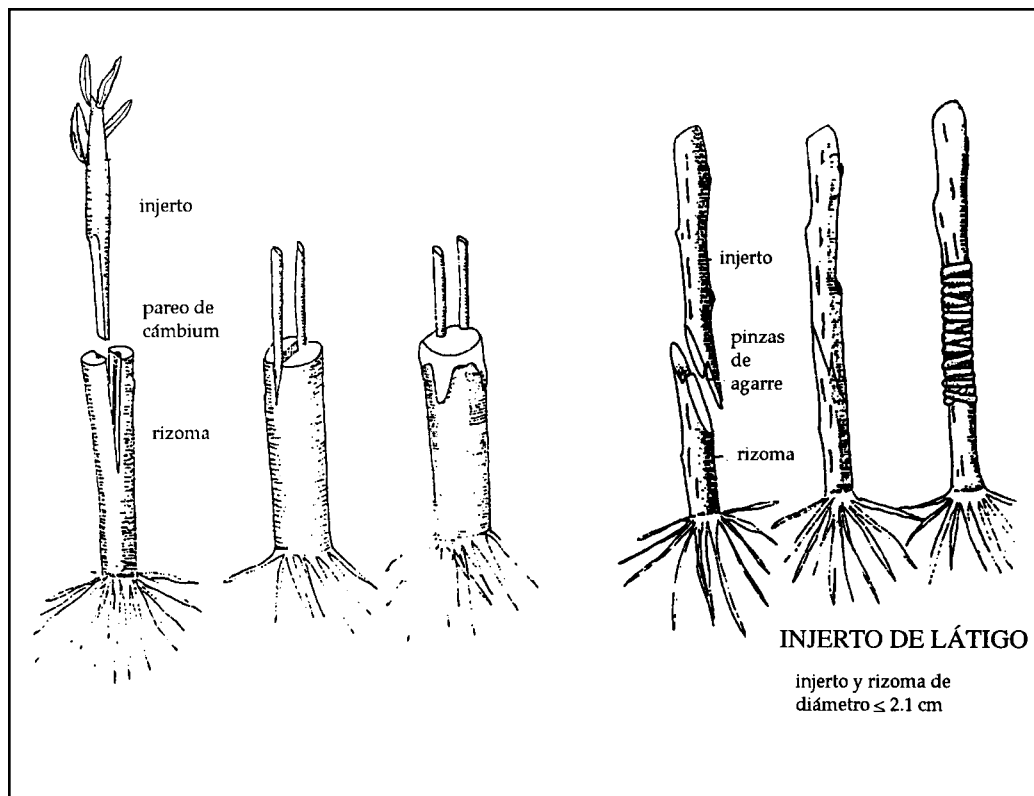


Ilustración 7.19 Propagación vegetativa por injerto. Adaptado de Peace Corps (1982).

## 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.<sup>1</sup>**

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

<sup>1</sup>Fuente: 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.<sup>1</sup>**

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 <sup>2</sup>	45-0-0	1.6	
Fosfato diamónico <sup>2</sup>	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

<sup>1</sup>Fuente: Leonard 1980.

<sup>2</sup>Urea 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.<sup>1</sup>**

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

<sup>1</sup>Fuente: 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.<sup>1</sup>**

Elemento o nutriente	ganado	pollos	caballo	ovejas	cerdos
----- Por ciento -----					
Nitrógeno (N)	0.53	0.89	0.55	0.89	0.63
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.29	0.48	0.27	0.48	0.46
Potasio (K <sub>2</sub> 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

<sup>1</sup>Debido 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 <sub>3</sub> .

**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.

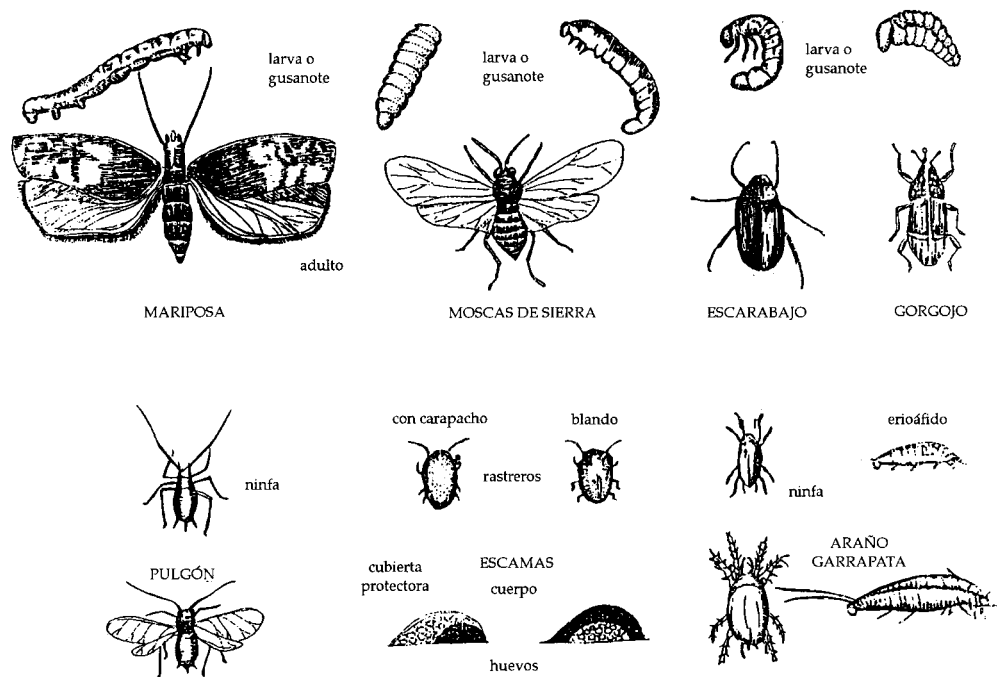


Ilustración 7.21 Insectos comunes en los viveros.

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.

# Capítulo 8

## Técnicas de Plantación

Después de que se precisen las metas para la plantación, se escoja el lugar adecuado para cumplir con estas metas (un lugar al mismo tiempo útil para la forestación y compatible con los otros usos para los cuales se necesita el terreno) y se seleccionen una o más de las especies mejor adaptadas, lo importante es cómo seguir adelante. Las tareas que hay que realizar se dividen en tres grupos: la preparación del lugar, la siembra y el cultivo de la plantación.

### Preparación del Lugar

Por lo regular la preparación de las estaciones incluye el asegurar la facilidad de acceso para la mano de obra y la reducción de la vegetación que compite con la semilla a tal punto que facilite el arraigo temprano y desarrollo de los árboles. Se incluyen también medidas para asegurar el control adecuado de la erosión y la conservación del agua.

**Control de la vegetación**—Hay que reducir o eliminar la vegetación existente en todas las estaciones, salvo las más secas, aquellas en proceso de cultivo o en las que hace poco se hay descontinuado el cultivo. A pesar de esto, se debe permitir la vegetación cuando hay que retener la protección que ésta le da a las laderas o para minimizar los costos de limpieza.

Para las áreas despejadas, con cubierta de hierba o vuelo bajo, se debe cortar sólo la vegetación que pudiera interferir con la preparación de los puntos donde se vaya a colocar la semilla de los árboles. Primero se preparan las hileras de siembra y luego se limita el tratamiento a un círculo con un radio de aproximadamente 1 m (3.3 pies) alrededor de cada punto. Con esta preparación adelantada, se puede acelerar la siembra y aprovechar mejor el momento más favorable de la época de siembra. Dentro de los círculos se corta la vegetación más alta con el machete y se saca el vuelo bajo o la hierba con la azada. Se debe usar una azada pesada o un pico si hace falta para sacar el sistema tupido de raíces de hierbas y colocar el residuo y los bloques invertidos de hierba alrededor de los círculos para impedir el desarrollo de la vegetación circundante (Ilustración 8.1).

En los lugares con arbustos leñosos de 2 ó 3 m (7 a 10 pies) de altura, se requiere más trabajo. En un espacio determinado entre hileras se cortan fajas de más o menos 2 m (7 pies) de ancho a través del monte. El espacio entre las fajas recortadas puede ser mucho mayor que el espacio entre los árboles que se siembren en áreas despejadas porque la vegetación que permanece entre las hileras encauza el crecimiento vertical de los árboles con la misma eficacia que lo harían los árboles (detalles en la sección que sigue). Se limpian las fajas de vegetación hasta aproximadamente 10 cm (4 pulgadas) de la superficie del suelo, se remueven los ganchos colgantes, y se preparan los puntos de siembra dentro de las hileras de la manera antes descrita. La mayoría de los lugares de esta naturaleza tienen un crecimiento de raíces leñosas cerca de la superficie, las cuales se deben recortar para librar los puntos de siembra de la competencia de estas raíces.

Para la siembra en lugares forestados la preparación es aún más ardua, así que se deben buscar las formas menos costosas de preparación. Ya que al fin y al cabo los árboles existentes se van a reemplazar, se deben apearse y utilizar todos los árboles que tengan algún valor. Si hay una demanda para terreno para cultivo y si la pendiente



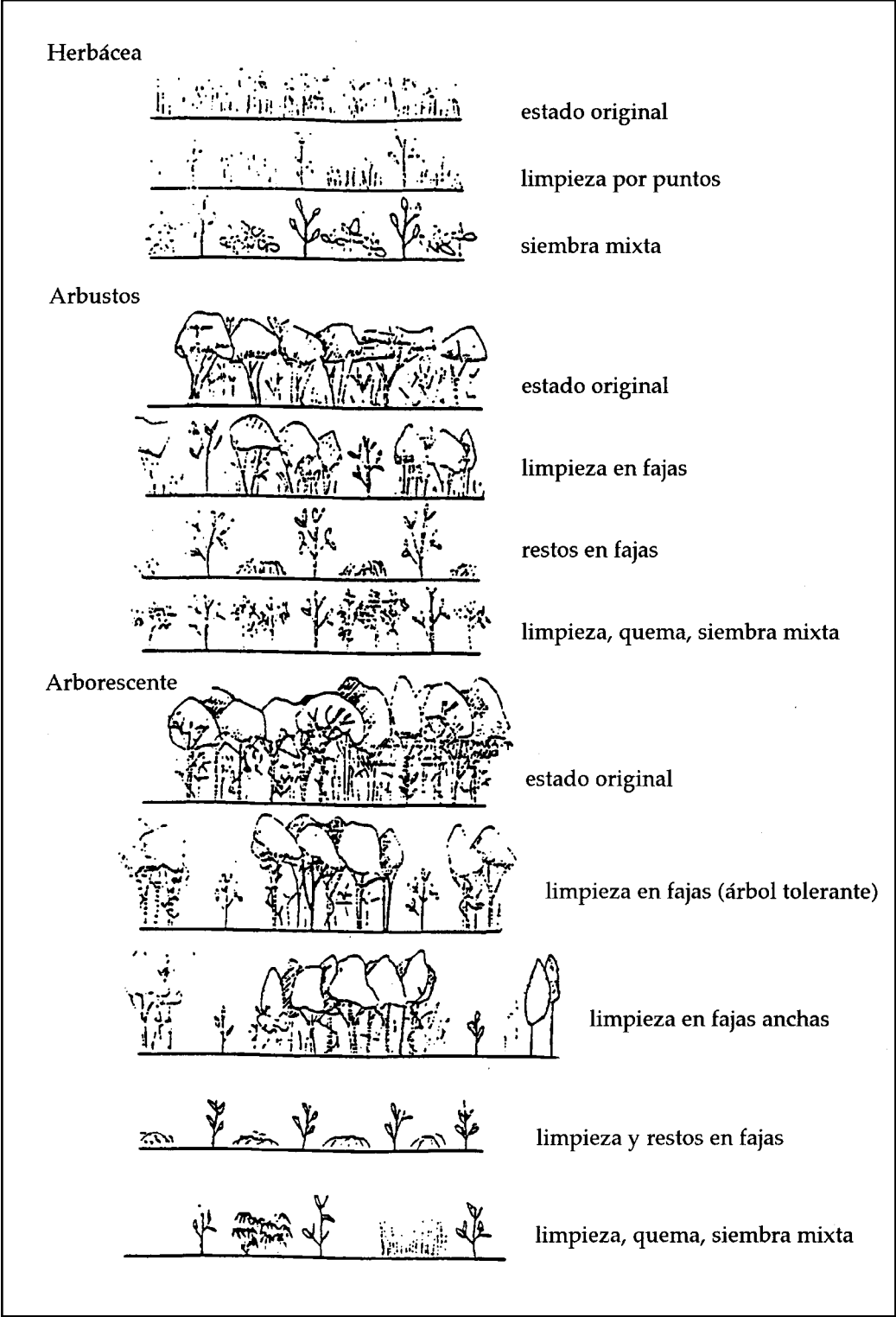


Ilustración 8.1 Control de la vegetación natural.

y la propensión a la erosión no ofrecen limitaciones, se debe contratar a agricultores para la limpieza con la condición de que se deben sembrar árboles entre los cultivos de alimentos y que una vez sembrados, el agricultor debe mantenerlos libre de maleza. El término del cultivo terminará cuando las copas estén completas. Por lo regular el agricultor sufraga los gastos de limpieza del terreno y la siembra de los cultivos alimenticios, se le paga por sembrar los árboles, él sufraga los gastos de mantenerlos, y él es dueño de los cultivos de alimentos. Este sistema ha tenido un éxito muy difundido (capítulo IX) pero debido a que los agricultores deben rotar cada 3 años, requiere una fuente continua de nuevos terrenos.

En los sitios que no se pueda contratar agricultores, los leñadores o los carboneros podrían realizar la limpieza. Se deben preparar las hileras que se van a limpiar e indicar cuáles árboles se van a remover. En este caso las fajas deben ser bastante anchas porque permanecerá la sombra lateral (detalles en la sección que sigue). En las arboledas se deben hacer fajas por lo menos de dos m (7 pies) de ancho y que se extiendan verticalmente hasta las copas. Se deben eliminar los ganchos colgantes, aún de los árboles apartados de las hileras. Los árboles recién sembrados necesitan luz directa para desarrollarse.

Las necesidades de luz varían entre las especies de plantación. Algunas de las más populares y de crecimiento más rápido necesitan o pueden utilizar la luz directa desde el principio, entre ellas el eucalipto, los pinos, *Terminalia*, *Albizzia*, *Gmelina*, *Tectona* y *Anthocephalus*. Para estas especies, se debe abrir las fajas en un ángulo de 60 ó 45 grados para proveer más luz solar.

La práctica de la quema es frecuente en los lugares cubiertos de vegetación combustible antes de la preparación o de residuos después de ella. El uso del fuego tiene sus ventajas. Mejora el acceso y reduce la cantidad de combustible que después podría exponer a la plantación a pérdidas por fuego. Las cenizas producto del fuego proveen nutrientes en forma soluble y por lo tanto podrían estimular a los árboles recién sembrados. En los lugares que estos beneficios no sean importantes, sin

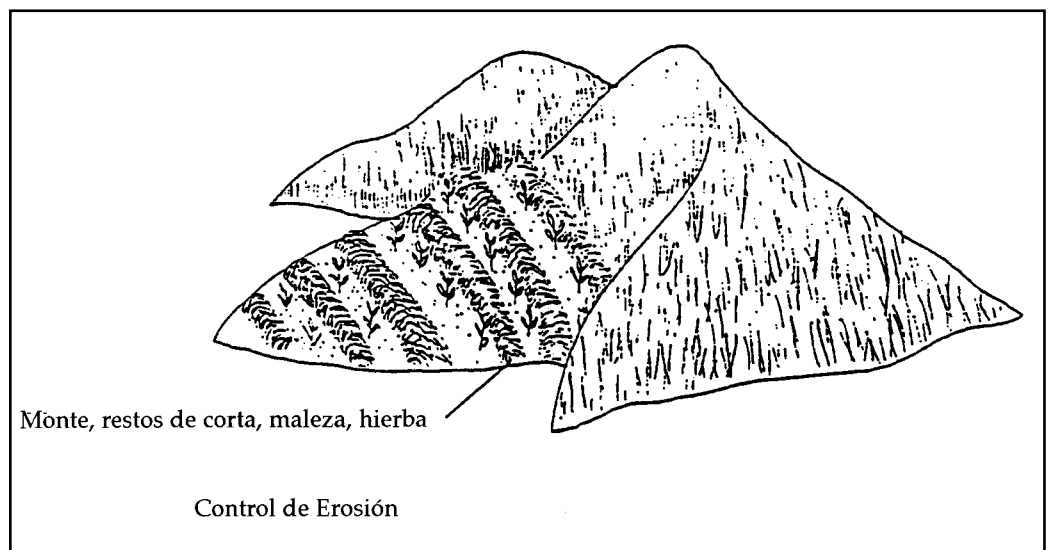


Ilustración 8.2 Técnicas para el desvío y conservación del agua.

embargo, por lo regular se debe evitar la quema porque disipa al aire el nutriente más importante, el nitrógeno. Las cenizas también están sujetas a ser arrastradas por la lluvia, sobre todo en las pendientes. Es una práctica aconsejable incorporar las cenizas en los hoyos de siembra.

La mayoría de los lugares de siembra son demasiado escarpados para ser preparados con máquinas, aunque con frecuencia se usan sierras de cadena para la corta y la poda. Los métodos manuales por lo regular son más deseables por razones sociales.

**Control de la erosión**—La erosión acelerada es una consecuencia seria de la modificación y limpieza de los terrenos escarpados en el trópico húmedo. Se tiene que minimizar la erosión que pudiera surgir de la preparación del lugar de siembra porque la pérdida de suelo y nutrientes afecta al cultivo para el que se está llevando a cabo la preparación misma.

El corte en fajas deja intacta la mayor parte del dosel forestal. No ocasionará pérdidas significativas de suelo o nutrientes aún cuando las hileras no sigan los contornos naturales del terreno, ya que dentro de ellas no se acumula o corre el agua. Los residuos del aclareo se deben colocar perpendiculares al declive junto a las zanjas o cauces naturales de desagüe. (Ilustración 8.2).

El peligro de erosión es mayor cuando hay muy poca o ninguna vegetación y en particular después de la quema. En tales áreas se deben colocar las hileras de siembra a nivel y usar cualquier residuo disponible para formar barreras entre las hileras o los desagües.

**Conservación del agua**—La conservación es necesaria en los lugares muy húmedos para evitar que el exceso de agua cause erosión y en los lugares muy áridos, para retener el agua que se requiere.

En los lugares húmedos el mejor aliado de la conservación es la vegetación natural. Esta contribuye a la porosidad del suelo y aumenta así la proporción de la lluvia que penetra el suelo en vez de escurrirse, lo cual causaría la erosión. En la ausencia de vegetación, una de las prácticas de conservación es la construcción de zanjas a través de las pendientes, para que el desagüe sea más lento. Sin embargo, a menos que estas zanjas se preparen según los principios de ingeniería pertinentes, su capacidad puede ser insuficiente o su declive inadecuado. En ambos casos hay filtraciones que producen la concentración de agua y la consiguiente erosión (Ilustración 8.3).

Los puntos de siembra pueden requerir protección especial para impedir la anegación de los árboles durante las épocas de lluvia. Se debe construir un dique corto de desvío en un lugar más alto de la pendiente para encauzar el agua para ambos lados y una zanja de desagüe más abajo de la parte inferior del punto de siembra.

En los lugares áridos es deseable recoger la máxima cantidad de lluvia para el uso de los árboles. Se puede formar un sifón poroso para el agua, que de otra manera se perdería cavando y aflojando el suelo en los hoyos con bastante anticipación a la fecha de siembra. También sería de utilidad preparar trincheras en forma de "V" más arriba del punto de siembra y un dique elevado en forma circular más abajo de él. En condiciones extremas se colocan tiras de madera de aproximadamente 30 cm (12 pulgadas) de largo y 5 cm (2 pulgadas) de ancho al lado de cada árbol a un ángulo perpendicular a la lluvia de manera que se encauce más agua hacia la base del mismo (Ilustración 8.4).

## La Siembra

Por regla general la siembra de árboles se realiza sólo durante los meses con una precipitación promedio de por lo menos 15 cm (6 pulgadas) a los cuales les precede y les sigue un mes con una precipitación promedio de por lo menos 10 cm (4 pulgadas). Aún en esta época, sin embargo, es posible que haya que suspender la siembra durante cortos períodos de sequía y por lo tanto el tiempo para la siembra está limitado. Por este motivo se debe realizar la mayor cantidad posible del trabajo preparativo con anticipación, incluyendo la protección en contra del fuego o los animales, marcar las hileras o fajas de siembra, limpiar las fajas, identificar los puntos de siembra y desherbar e hincar los hoyos.

Si se usa semilla envasada, se debe traer del vivero a un sitio con agua accesible cerca del lugar de siembra.

**Espaciamiento**—Tanto la semilla como el proceso de siembra son muy costosos y por lo tanto se debe minimizar la cantidad de árboles que se siembren por unidad de terreno para así asegurar el éxito de la plantación. Dicha cantidad mínima se determinará según uno o más de los siguientes requisitos:

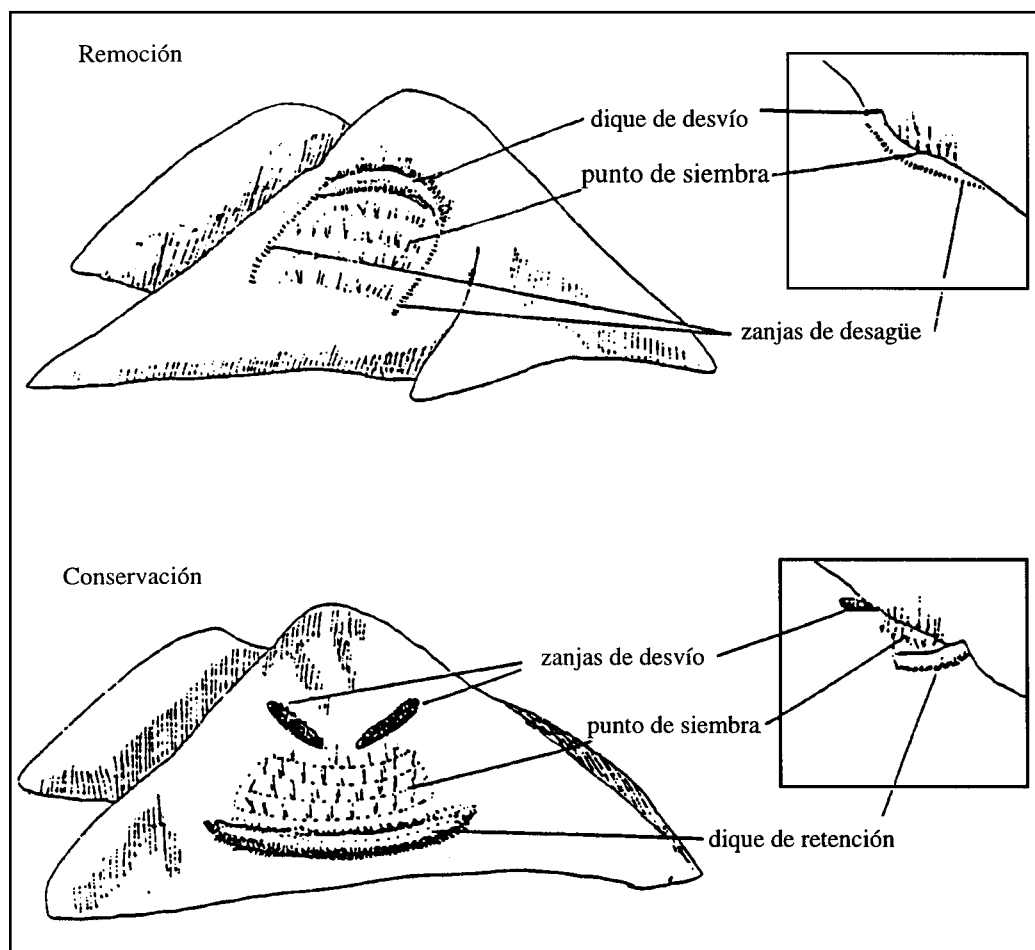


Ilustración 8.3 Técnicas para el desvío y conservación del agua.

- Para las áreas despejadas, se deben colocar los árboles lo suficiente cerca unos de los otros para suprimir la maleza y proveer una copa.
- Para la producción de madera, se deben colocar los árboles lo suficiente cerca unos de los otros para estimular el crecimiento recto.
- Para una calidad alta de madera, se deben colocar los árboles lo suficiente cerca unos de los otros para que se puedan seleccionar al realizar el apeo.

En las áreas despejadas, para cumplir con el primer requisito se necesitaría el mayor número de árboles sembrados. Si la reforestación es el único objetivo, la mayor limitación al acercamiento es el costo. A la distancia de  $1 \times 1$  m se deben sembrar 10,000 árboles por hectárea, mientras que a  $3 \times 3$  m sólo hay que sembrar una décima parte. Para la siembra de madera combustible, sin embargo, podría ser beneficioso sembrar lo más cerca posible y apear tan pronto el árbol sea de un tamaño de manejo eficiente, ya que el espaciamiento estrecho provee la mayor cantidad de madera de tronco.

En los casos donde se persigue producir madera industrial, se debe usar el espaciamiento que permite que los árboles crezcan sin competencia hasta el tamaño mínimo comerciable (para postes, seroja o madera de pulpa). Para madera de pulpa de eucalipto y pino el espaciamiento normal es de  $2 \times 2.5$  m o  $2 \times 3$  m. El espaciamiento más amplio rinde una menor cantidad de volumen total, pero al momento del primer apeo típico el volumen útil (de diámetro de madera de pulpa) puede ser mayor. Para el material maderable, el espaciamiento de  $2 \times 3$  m y  $3 \times 3$  m es común; este último estimula la frondosidad y permite que los árboles crezcan a mayor tamaño antes de que disminuya su tasa de crecimiento (Ilustración 8.5).

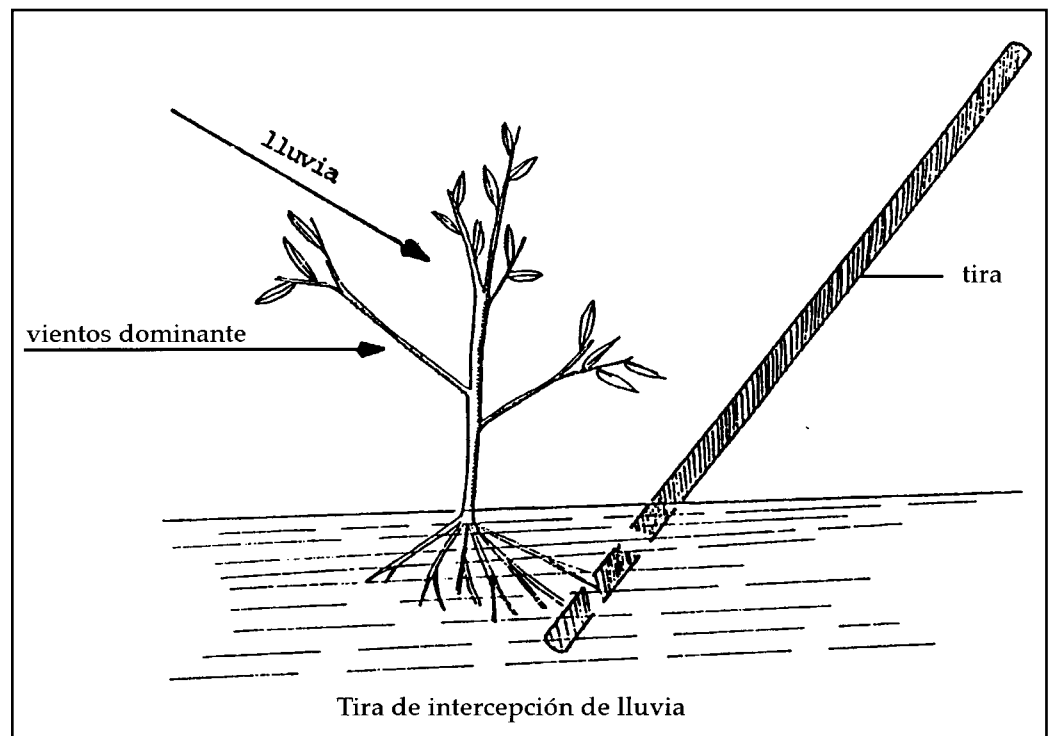


Ilustración 8.4 Conservación del agua en condiciones extremas.

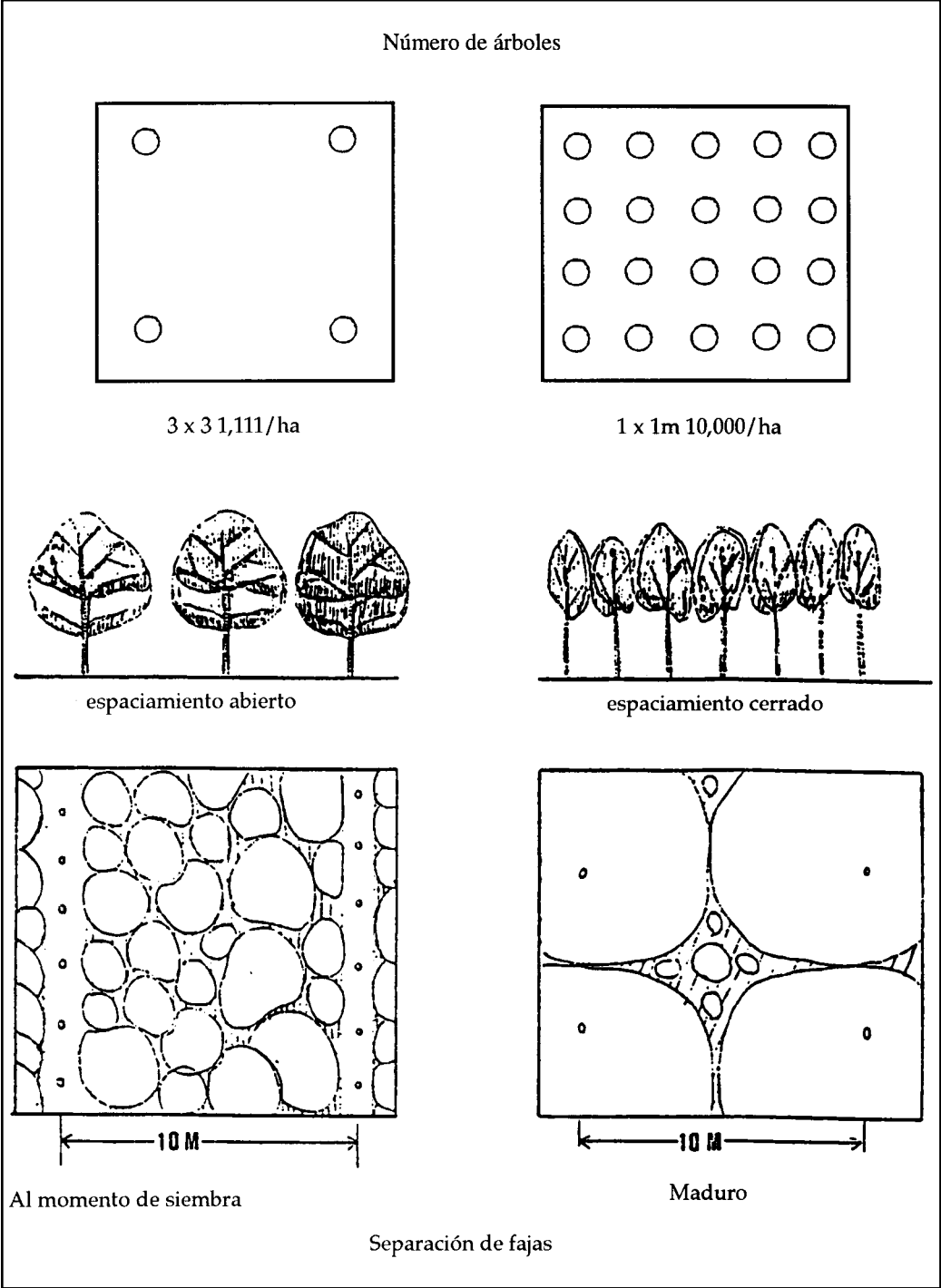


Ilustración 8.5 Importancia del espaciamento inicial de los árboles.

En los lugares donde se corten fajas a través de arbustos o árboles, lo que se ha dicho del espaciamiento se aplica sólo al área de la faja. Es decir, para proveer un escogido adecuado de árboles para el apeo, no se debe usar espaciamiento dentro de las fajas de más de 3 m.

Dentro de los bosques altos, las fajas pueden estar separadas por una distancia igual al diámetro final de las copas de los árboles de producción (15 a 20 veces el diámetro del tronco cuando están maduros), lo cual por regla general significa una separación entre las fajas. En los casos de arbustos que no se espera que provean sombra después de algunos años, el espacio entre las fajas debe ser de entre 6 a 8 m para proveer un cierre temprano de las copas.

Se debe mantener el espaciamiento más preciso posible. El ambiente uniforme permite el despliegue máximo de superioridad genética y hace posible el aclareo simplificado, por fajas, el cual se describe más adelante. Se controla la alineación con cintas marcadas o sogas con nudos que se colocan por las hileras de siembra, quizás con la ayuda de una brújula (Ilustración 8.6). En siembras abiertas se pueden marcar las orillas primero y que se comience a sembrar de modo que cada trabajador esté un árbol más atrás del que está en la hilera al lado, dejándose llevar por éste.

En los lugares donde se puede esperar un crecimiento considerable de maleza, se puede pensar en colocar un puntal alto al lado de cada árbol. Se pueden cortar árboles que no hayan sido vistos por los que realizaron la limpieza de la maleza. Aunque retollen, tienen poca oportunidad de emparejarse con el resto de la plantación.

**Colocación de los árboles**—Para la siembra directa de semillas se debe proveer bolsas con semillas viables a cada miembro de la cuadrilla para que siembren dos o más por punto. En los casos que se usen semillas con raíces expuestas, se debe proveer protección constante contra el sol y el viento para las raíces. Para muchas especies, aún una exposición breve de las raíces puede ser fatal. Envuelva las raíces con musgo húmedo u hojas y conserve la semilla en tela de saco dentro de bandejas o canastas del cual se pueda remover una semilla sin afectar a las demás.

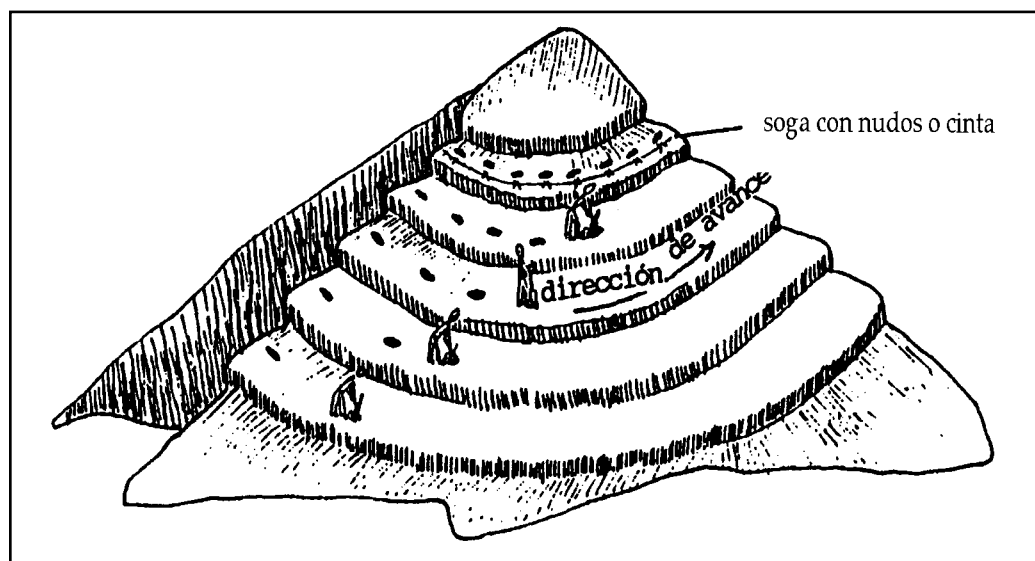


Ilustración 8.6 Control de la siembra en una pendiente.

La semilla envasada no requiere precauciones adicionales para proteger las raíces durante la siembra, aunque se debe mantener húmeda la masa de las raíces. A pesar de esto, por lo regular se incurre en el gasto adicional del envase sólo para aquellas especies que no soporten bien el efecto traumático del manejo de las raíces y por tal motivo hay que tener cuidado cuando se manejan y se remueven los envases al sembrar la semilla. Si se desmenuza o afloja el suelo alrededor de las raíces se pueden echar a perder todos los beneficios que ofrecen los envases.

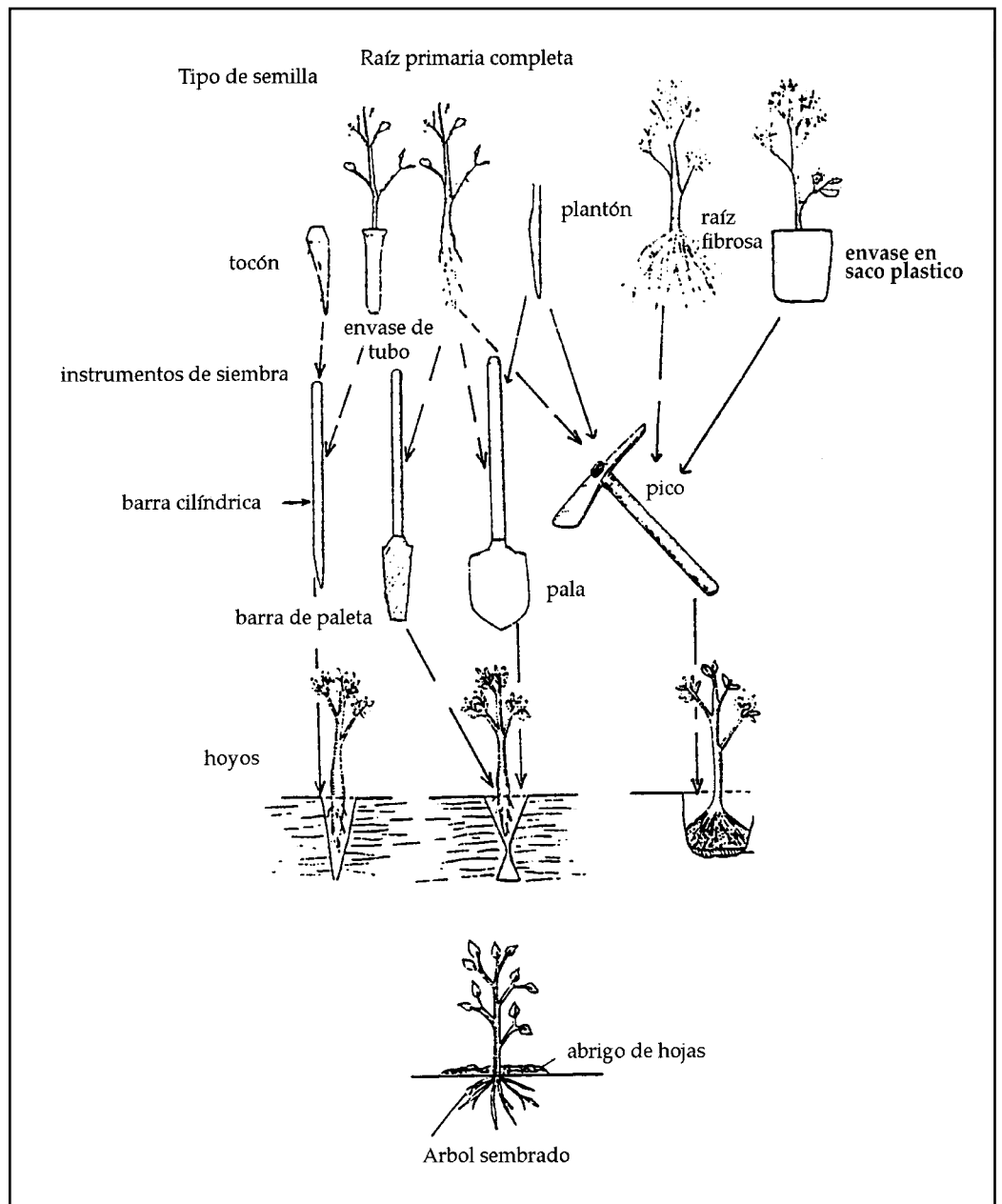


Ilustración 8.7 Colocación de distintas clases de semilla.



Hay dos variaciones en el trato de la semilla de raíz expuesta para reducir la desecación, lo cual aumentará la resistencia temprana a la sequía. Una de ellas es la preparación de plántones en que se reduce la superficie de follaje apretándolos con la mano para sacarles las hojas. Una forma más extrema es el uso de la semilla en tocón, comúnmente usado para la *Tectona* y la *Gmelina*. Estas son raíces primarias completas muy gruesas podadas hasta unos 18 cm y cuyos tallos se han cortado aproximadamente hasta 2 cm más arriba del cuello de las raíces. Los tallos de la semilla de estas especies que no se hayan podado por lo regular se secan después de que se siembran y son reemplazados por brotes basales, por lo cual remover el tallo no representa ningún problema.

La siembra directa se hace con una escardilla o con un desplantador. En el caso de la semilla de raíces expuestas con una raíz primaria o de semilla envasada en tubos estrechos, en suelos sin piedras se usa una barra cilíndrica puntiaguda de diámetro un poco mayor que el del sistema de raíces. Se baja la semilla hasta que el cuello de las raíces está debajo del nivel de la superficie y luego se sube hasta ese nivel para enderezar las raíces que se hayan encorvado. Se compacta con firmeza el suelo en ambos lados con el talón (Ilustración 8.7).

En suelos sin piedras también se pueden usar barras de paleta con un peldaño que permita apoyar el pie para colocar bien la semilla. Se mueve la barra con el mango para formar un hoyo en forma de cuña un poco más ancho que el sistema de raíces. Luego se pueden colocar las raíces primarias con la barra cilíndrica, pero cuidando que haya suficiente espacio para esparcir las raíces antes de compactar la tierra para cerrar el hoyo. Hay que asegurarse de que se haya cerrado cualquier bolsa de aire que se haya formado debido al movimiento de la paleta de la barra en el suelo, compactando el suelo o hundiendo la barra en el suelo próximo al hoyo y cerrándola.

Ni las palas ni las barras de plantación penetran a los suelos pedregosos, ni se pueden usar para sembrar semillas con sistemas extendidos de raíces o semillas en sacos de polietileno. En estos casos se debe preparar un hoyo de tamaño considerable con una azada pesada o un pico. Este método es adecuado para todos los tipos de semilla y condiciones de suelo, pero es más trabajoso que el uso de barras de plantación.

Cuando se usa la azada, se forma una pared vertical en un lado del hoyo para colgar el sistema de raíces de esta. Entonces se cubren las raíces con materia orgánica y suelo de la superficie, si lo hay, y se llena y compacta el hoyo. Con la semilla de raíces fibrosas y en sacos se amontona un poco de la tierra de mejor calidad en el medio del hoyo y encima de esto se esparce el sistema de raíces dejando el cuello de las raíces al nivel del suelo. Luego se llena y compacta la tierra.

Algunos de estos métodos hacen que las raíces queden en un plano vertical en vez de radiar en varias direcciones. En suelos pesados o lugares expuestos al viento puede haber motivos para evitar esta situación ya que existe evidencia de que los sistemas de raíces restringidas tienden a persistir. Cuando exista peligro de que surja esta situación se deben usar azadas y formar hoyos más grandes.

**Abonos**— Los árboles necesitan nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre y cantidades menores de boro, cobre, hierro, cinc, manganeso, molibdeno y cloro. La deficiencia de cualquiera de estos nutrientes se refleja en la salud o el rendimiento de los árboles y puede limitar la eficacia de otros nutrientes que se añadan. El nitrógeno guarda una relación estrecha con el crecimiento de las plantas y su ausencia crea limi-

taciones. El fósforo puede causar limitaciones en el trópico húmedo y puede anular o invertir los efectos esperados del nitrógeno que se añada. La deficiencia del calcio también es común.

Debido a que las partes de las plantas contienen los elementos que se necesitan para su producción, preparar un abrigo alrededor de los árboles que se hayan sembrado con residuos orgánicos es bastante beneficioso. El abrigo no sólo supe nutrientes sino que reduce la pérdida de agua y calor al nivel de la tierra. Como fuente de nutrientes, sin embargo, los abonos químicos son de mucho menor volumen y llenan las necesidades con mayor precisión. Los abonos químicos no están disponibles en todos los lugares y en la plantación local pueden representar un gasto extraordinario. Sin embargo, los árboles recién sembrados pueden responder de una manera dramática a las aplicaciones mínimas de nutrientes requeridos, al acortarse el período de limpieza, acelerarse el crecimiento y mejorarse el rendimiento, lo cual a su vez disminuye el área requerida para la forestación (Ilustración 8.8).

En los suelos pobres en Brasil, las aplicaciones de abono al *Eucalyptus saligna* produjeron una diferencia de volumen de 33 m<sup>3</sup>/ha en dos años y 116 m<sup>3</sup>/ha en seis años. El *Pinus caribaea* var. *bahamensis* en una zona de cerrado de Sao Paulo, se trató con abono y creció a una altura dos terceras veces mayor a los árboles que no se trataron en el primer año.

El abono que contiene por lo menos nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) comúnmente se aplica en el fondo del hoyo de siembra y se cubre con una leve capa de suelo para evitar la quemazón de las raíces. El proceso técnico del análisis de las deficiencias de nutrientes y la selección de abonos ha progresado mucho más en el campo de la agricultura que en el de la dasonomía. En algunas regiones, las prácticas agrícolas en suelos similares cercanos pueden servir de guía.

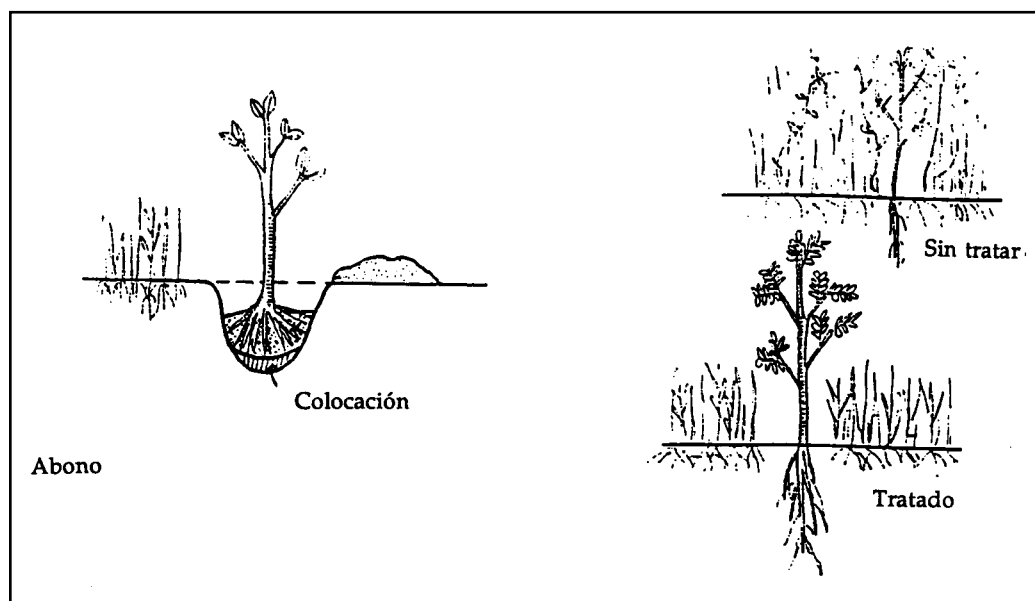


Ilustración 8.8 Colocación correcta del abono y sus resultados.

**Cuadrillas de siembra**—Para la siembra manual, el capataz por lo regular puede supervisar una cuadrilla de aproximadamente 10 trabajadores. El grado de organización que se requiere depende de que se haya preparado el terreno antes de la siembra, se tenga semilla voluminosa envasada y de las dificultades en la preparación de los hoyos.

No se debe descuidar el adiestramiento de los trabajadores, aunque sean agricultores experimentados en la siembra. Se debe inculcar en las cuadrillas el propósito y la importancia de su trabajo. Hay que demostrar las prácticas para cada proyecto, incluyendo las precauciones para la prevención de accidentes y los principios de primeros auxilios. No se puede delegar la responsabilidad por la calidad de la siembra. El capataz tiene que inspeccionar, verificar y corregir las deficiencias como parte de sus obligaciones diarias. La negligencia de su parte puede resultar no sólo en pérdidas en cuanto al costo de siembra sino también en cuanto a la semilla y la preparación del lugar y la pérdida de un año completo. La inspección debe incluir la profundidad de la siembra, el cierre de bolsas de aire debajo de la superficie, la firmeza de los árboles y la posición correcta de sus raíces (Ilustración 8.9).

### Cultivo de la Plantación

La protección contra el fuego y el evitar los daños causados por los animales y por la entrada ilegal de la gente es esencial para el buen manejo de una plantación. Algunos de estos peligros reflejan las actitudes en las comunidades vecinas. Se debe incorporar la comunidad en la planificación y usarla como fuente de empleo para procurar su cooperación en la prevención de problemas y conseguir que avisen sobre cualquier problema que surja. Aún con esta ayuda, podría ser necesario cercar algunas áreas para proteger la plantación de animales que estén pastando. En lugares donde con

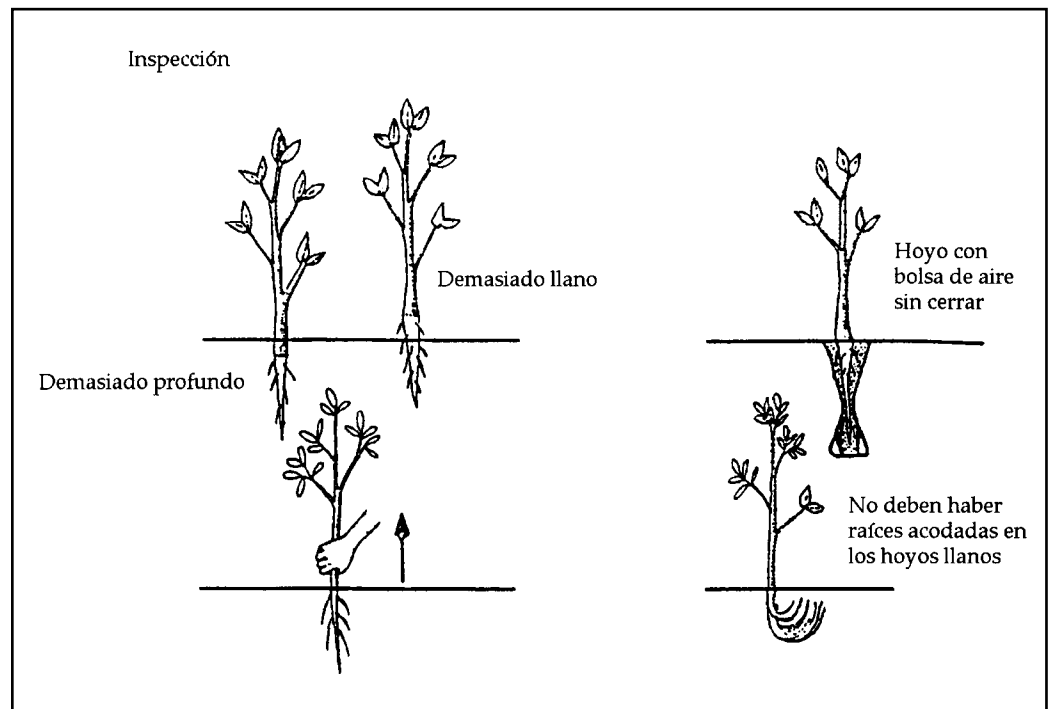


Ilustración 8.9 Inspección para asegurar que la siembra fue adecuada.

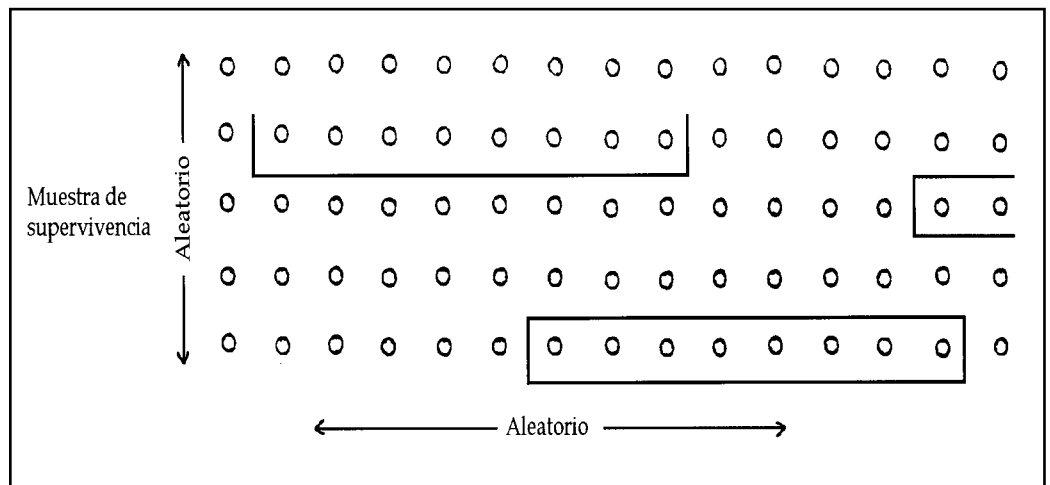


Ilustración 8.10 Muestreo para evaluación de supervivencia.

frecuencia hay fuegos, la seguridad de la plantación podría justificar un programa innovador de educación al público, el desarrollo de cuadrillas para la extinción del fuego en la vecindad y la adquisición del equipo adecuado.

La primera clave al cultivo de la plantación está en las evaluaciones de supervivencia (Ilustración 8.10). Estas se deben comenzar lo más pronto posible para que sea posible sembrar de nuevo, si fuera necesario. Demasiadas veces se hacen de una manera descuidada, lo cual provee datos inadecuados en cuanto a la cantidad de mortandad y cuándo y cómo se murieron los árboles. Se deben escoger bastantes como muestras, quizás unos 30 en cada hilera, de manera aleatoria, y marcarlos para evaluaciones futuras. Cada muestra podría consistir de 4 a 10 puntos de siembra en cada hilera, dependiendo de la evaluación de los trabajadores que no estén adiestrados para buscar los efectos del medio ambiente inmediato y de las enfermedades o insectos como fuentes de mortalidad o de crecimiento anormal.

Puede ser que no hay necesidad de sembrar de nuevo si las pérdidas están distribuidas de una manera uniforme. Sin embargo, la situación es crítica si hay manchas enteras perdidas, ya que ésto podría conllevar áreas baldías permanentes dentro de la plantación. Se debe sembrar de nuevo enseguida en estos casos, de manera que los árboles puedan emparejarse con los que ya se hayan sembrado. Si las evaluaciones sugieren que las condiciones del lugar son inalterablemente adversas, es posible que se necesite usar otra especie. Se debe realizar un estudio cuidadoso de las causas de mortandad para minimizar la necesidad de siembras repetidas en el futuro.

**Desyerbo**—En las zonas húmedas, los árboles jóvenes que acaban de sufrir el impacto de la siembra pronto sentirán el efecto de la competencia de otras plantas, aún cuando sean de especies de rápido crecimiento y el terreno esté bien preparado. El costo del desyerbo puede ser dos o tres veces mayor a los de la preparación y la siembra, así que hay que anticipar estos gastos, aunque los árboles y el trabajo requeridos afecten la rapidez de la siembra futura.

La intensidad y la frecuencia del desyerbo varía grandemente. En lugares húmedos, hay que desyerbar 1 m o más a los lados de cada árbol para dilatar el recrecimiento de las enredaderas. En zonas áridas puede ser necesario el desyerbo completo para

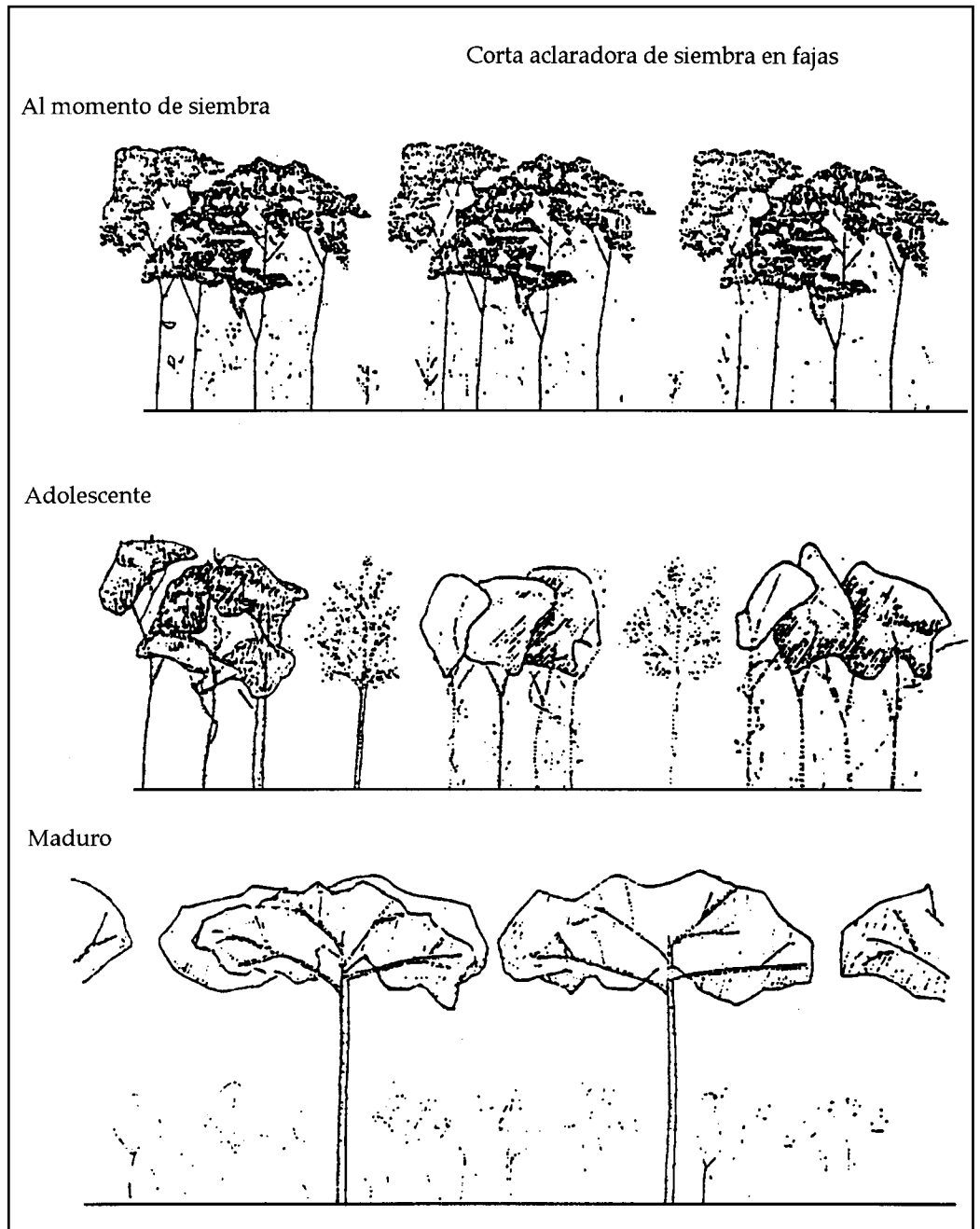


Ilustración 8.11 Corta aclaradora progresiva de siembra en fajas.

reducir la competencia por la escasa agua que hay, aún a cierta distancia del árbol. Cuando los árboles lleguen a la altura de 2 m sólo hay que remover la sombra de arriba y las enredaderas.

El término del desyerbo depende de la rapidez del crecimiento. En algunas partes de Brasil el eucalipto puede crecer hasta 4.5 m de altura en 12 meses y ya no requiere desyerbo. En otras partes, debido a que esta especie es muy susceptible a la competencia, el desyerbo puede ser necesario por 2 a 3 años. El pino crece más lentamente pero también es menos susceptible a la competencia. En lugares favorables cubiertos de hierba (sin enredaderas) pueden prevalecer casi sin desyerbo, pero en las montañas húmedas como en Costa Rica se ha encontrado que es necesario desyerbar por lo menos durante siete años. Estos costos se pueden evitar en lugares más áridos.

La siembra en fajas que se hayan cortado en zonas forestadas tienen bastante sombra y, por lo tanto, el crecimiento de maleza puede ser más lento (Ilustración 8.11). Sin embargo, las enredaderas suelen abundar. Puede ser necesario recortar las enredaderas todos los años durante 5 años o más. Para minimizar esto se debe escoger una especie de árbol a base de la altura del crecimiento temprano.

Se puede hacer el desyerbo manual con el machete o la azada. El trabajo puede ser peligroso y requiere adiestramiento para la cuadrilla incluyendo primeros auxilios para cortaduras. El uso de herbicidas químicos con rociadores de mochila se ha introducido debido a su capacidad de matar las plantas de una vez y así prolongar el tiempo entre cada tratamiento. Estos productos químicos requieren precauciones especiales para la seguridad del ser humano y del ambiente. Los agricultores locales pueden ofrecer orientación al respecto.

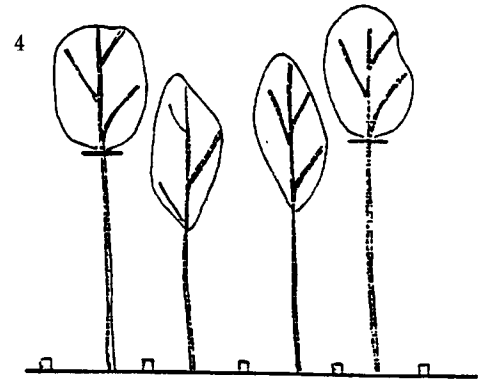
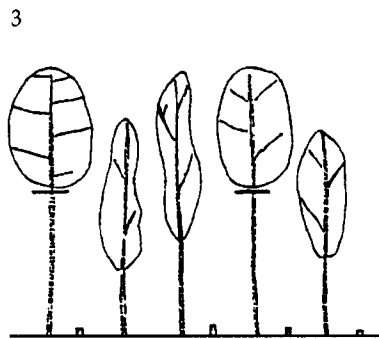
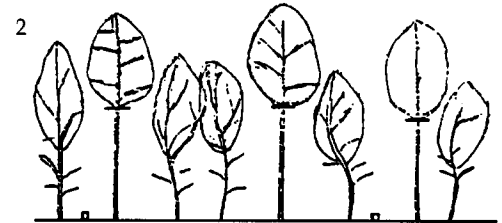
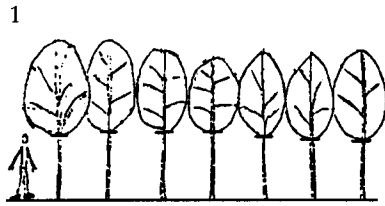
**La poda**—Salvo por la remoción de las ramas guía bifurcadas en árboles jóvenes, raras veces se usa la poda en las plantaciones de árboles frondosos tropicales. En plantaciones cerradas, las ramas inferiores del eucalipto, *Cordia*, *Terminalia* y de la familia *Meliaceae* se desprenden pronto. Por otro lado, el pino puede retener los tocones de las ramas inferiores hasta que formen nudos abiertos en la madera. Otros coníferos, como *Araucaria*, *Agathis* y *Crupressus*, retienen ramas inferiores vivientes que hay que remover antes de producir madera libre de nudos.

Una primera poda de todos los árboles a la altura de la cabeza es la norma para mantener acceso a las plantaciones jóvenes con ramas persistentes. Para evitar que esto resulte en una pérdida de crecimiento, se debe esperar para la poda hasta que estos árboles tengan el doble de la altura a la cual se van a cortar. Por lo regular los coníferos se podan repetidas veces mientras el árbol crece en altura. Lo ideal es concentrar todos los nudos en una médula del tallo, hasta donde sea práctico hacerlo (Ilustración 8.12).

Sólo hay que podar aquellos árboles que tienen la probabilidad de formar parte del apeo final, ya que la mayoría del resto habrán sido removidos en el aclareo antes de que puedan haber producido madera sin nudos. No se debe realizar la poda alta en más de 200/ha, teniendo en cuenta que pueden haber errores o una selección posterior.

En un estudio que se realizó en Brasil con el *Pinus elliottii*, se llegó a la conclusión de que el momento de poda se debería determinar a base de la altura promedio total de los 500 mejores árboles por ha. Para restringir la médula de nudos a unos 10 cm, se necesitan cuatro podas. La primera hasta 2 m (altura del árbol 5 a 6 m), la segunda hasta 4 m (altura total 9 m), y la cuarta hasta 7 m (altura total 11 a 12 m). Para una médula de 15 cm sólo se necesitan dos podas, hasta 5 m (altura de 9 a 10 m) y hasta siete metros (altura total 12 a 13 m).

La poda



El aclareo

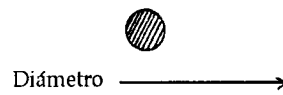
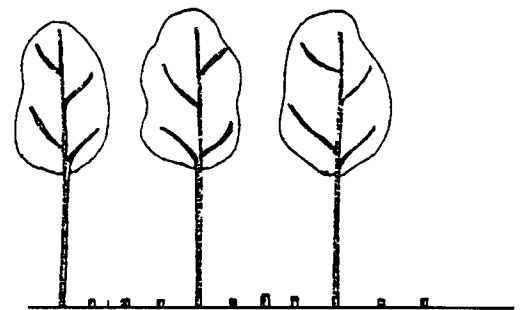
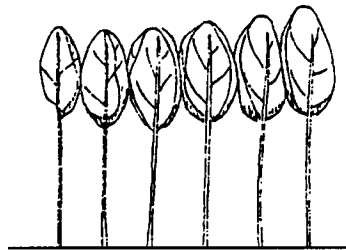


Ilustración 8.12 Los efectos de la poda y el aclareo.

Podar sólo los árboles que se vayan a apear les da una leve desventaja competitiva con sus vecinos que tienen copa completa. Por lo tanto, se debe realizar el aclareo junto con la poda para librar a estos árboles de la competencia.

Por lo regular se realiza la poda con una sierra curva de podar, diseñada especialmente para este propósito, que se monta en una vara. Se debe mantener esta sierra bien afilada para facilitar el corte liso. No se debe usar el machete o el hacha si se puede obtener una sierra porque éstos tienden a dejar tocones de las ramas o dañar los árboles; se poda justo hasta la corteza para minimizar el tiempo del cierre del corte. Aún así la primera madera limpia comienza más lejos del centro que el punto del corte. Se deben remover las ramas podadas de la base de los árboles para reducir el peligro de fuego.

**El aclareo**—En cuanto a los productos de los árboles pequeños, madera combustible, postes o pasta, la mejor forma de controlar la rapidez del crecimiento es con el espaciamiento inicial. El máximo rendimiento por unidad de plantación de estos productos tiende a producirse cuando los árboles tienen suficiente espacio hasta el momento de madurez. Si desde el principio el espaciamiento es más que estrecho y se aclarean antes de la madurez, aún cuando el aclareo puede ser útil, casi nunca rinden más los rodales que no se aclareado y que están tupidos sólo cuando ya están listos para el apeo. Al contrario, casi siempre rinden menos. El aclareo temprano, sin embargo, podría justificarse cuando haya una necesidad urgente para una producción en zonas agrícolas donde escasea el combustible.

Para los productos que requieren árboles de un diámetro de 30 cm o más o de cualidades especiales, como madera aserrada o madera contrachapada, puede ser necesario el aclareo repetido para concentrar el crecimiento de los mejores árboles. Para la reforestación rápida en espacios abiertos, hay que sembrar más árboles de los que el espacio permite llegar a la madurez. Esto permite una dirección temprana de las ramagüa a través de la competencia lateral y bastantes árboles que permitan seleccionar una producción de alta calidad. El aclareo periódico a partir del momento en que los árboles empiecen a competir acorta de manera significativa el tiempo necesario para llegar al tamaño adecuado para el apeo.

Se deben planificar las fechas del aclareo para que rindan por lo menos suficiente para pagar los gastos y preferiblemente con ganancias, lo cual sirve de fuente interina de empleo y rendimiento sobre la inversión. Para asegurar que esto sea así, se deben separar los árboles inicialmente lo suficiente para que no necesiten aclareo hasta que estén del tamaño que se puedan usar comercialmente para combustible, postes o pasta (15–20 cm dap). Se pueden fijar los aclareos posteriores a intervalos tan grandes que el volumen de madera que se pueda apear justifique los gastos de la operación (Ilustración 8.12).

En la Tabla 8.1 se demuestra la necesidad del aclareo en el crecimiento de plantaciones de 12 años sin aclareo de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en Puerto Rico con dos tipos de espaciamiento. Se puede observar que en la plantación de espaciamiento estrecho, sin aclareo, los árboles tuvieron un crecimiento menor en el diámetro comparado con los de la plantación de espaciamiento más amplio. Esta, sin embargo, produjo la mitad del volumen y los árboles eran de ramaje abundante. También se desprende que el espaciamiento guarda relación con los gastos de manejo y



**Tabla 8.1 Espaciamiento y desarrollo de *Pinus caribaea*.**

Espaciamiento continuo	Árboles por hectárea	Desarrollo por doce años		
		dap *1 promedio (cm)	volumen (m <sup>3</sup> /ha)	tallos por m <sup>3</sup>
1.6	4090	15.0	650	6.3
4.3	550	29.3	370	1.5

<sup>1</sup>Diámetro a la altura de pecho.

**Tabla 8.2 Regímenes de aclareo por relación copa/tallo.**

dap promedio de cosecha (cm)	Coníferos y eucalipto		Otras especies	
	Antes de aclareo	Removidos (no)	Antes de aclareo	Removidos
0	2500	230*	1600	230*
15	2270	1700	1370	1030
30	570	320	340	190
45	250	250	150	70
60			80	80

<sup>1</sup>Mortandad anticipada antes de llegar a 15 cm dap.

procesamiento. La cosecha de espaciamiento estrecho requiere el manejo de cuatro veces la cantidad de piezas por unidad de madera que la requerida por la de espaciamiento amplio.

La mayoría de los árboles frondosos tropicales requieren copas extensas para crecer rápidamente en diámetro. Para cada especie el límite superior natural de medida del diámetro de la copa con relación al diámetro del tallo a la altura del pecho es constante y se puede usar como guía para las necesidades de espacio y de aclareo. Los coníferos y el eucalipto por lo regular necesitan un diámetro de copa de 12 a 16 veces el dap. Para otras especies frondosas tropicales el factor correspondiente es de 16 a 24. En la Tabla 8.2 se calcularon regímenes hipotéticos de aclareo usando los factores 14 y 18 como guías.

La Tabla 8.2 supone que la siembra de coníferos y eucalipto se realizó a una distancia de 2 × 2 m y otras especies a 2.5 × 2.5 m. Si se tiene en cuenta la mortandad temprana prevista, el apiñamiento excesivo y la disminución en crecimiento no se espera que ocurran antes del primer aclareo cuando la cosecha tendrá un dpa promedio de 15 cm. El dap promedio de la cosecha se basa en los árboles más grandes que correspondan con el número en la cosecha final, 250/ha para los coníferos y el eucalipto y 80/ha para otras especies.

El régimen de aclareo en la Tabla 8.2 requiere dos operaciones de aclareo para los coníferos y eucalipto y tres para las otras especies. Cada uno reduce el número de árboles al límite para el cual habrá espacio cuando llegue el momento apropiado para el próximo aclareo. Un gran número de los árboles se remueven cuando tienen un dap de 15 cm. Estos sirven para pasta, postes y combustible.

Una vez se haya programado éste u otro régimen de aclareo, el próximo asunto importante es la selección de los árboles que se vayan a remover. No se debe comenzar a remover los árboles pobres sólo porque sean pobres, sino que hay que concentrarse en identificar los mejores árboles de producción y aquellos que interfieren o compiten con ellos. De esta manera el aclareo logra su propósito fundamental de silvicultura, el despejar los árboles de cosecha. Los árboles de cosecha se seleccionan entre los que se “ven mejor.” Se considera que la altura y derechura son cualidades más deseables en un árbol de cosecha que el diámetro. Otras características favorables incluyen la ausencia de enfermedad o problemas con insectos, fuste limpio y ramaje pequeño. Se deben dejar candidatos adicionales para árbol de cosecha para permitir una selección a una edad más avanzada. En cuanto a los árboles que a la vista son pobres, todos aquellos que interfieran con los árboles de cosecha se deben remover por ese motivo y entonces probablemente se remuevan la mayoría del resto para reducir el número de árboles a la cantidad prescrita como norma.

Una de las prácticas sencillas de aclareo se llama “D + d”. En subdivisiones de 400 m<sup>2</sup>, se seleccionan cuatro clases de árboles de cosecha potenciales a base de especie, espaciamiento y formación del árbol. Se designan los árboles de cosecha que se van a despejar y se remueven todos los árboles que compiten con ellos usando la fórmula D + d. Aquellos árboles que no compiten con los árboles de cosecha, no importa su especie, no se cortan, porque su remoción resultaría en la creación de un espacio vacío que se llenaría con maleza, enredaderas y especies leñosas nuevas (Ilustración 8.13).

La aplicación del sistema de despejo D + d a los rodales tropicales se puede basar en densidades de rodales determinadas localmente que correspondan al máximo consecuente con las tasas de crecimiento de diámetro aceptables. La experiencia en Puerto Rico y en otras partes demuestra que esta área basimétrica fluctúa entre aproximadamente 15 m<sup>2</sup>/ha (60 pies<sup>2</sup>/acre) para los árboles de 10 cm (4 pulgadas) de dap hasta aproximadamente 30 m<sup>2</sup>/ha (120 pies<sup>2</sup>/acre) para los árboles de 60 cm (24 pulgadas) dap. Por lo tanto, si un árbol de cosecha (D) tiene un dap de 25 cm y uno de sus vecinos (d) tiene uno de 45 cm, D + d es 70 cm dap y el área basimétrica permisible cae en un punto intermedio (22.5 m<sup>2</sup>/ha). La distancia mínima entre esos árboles se determina por los espaciamientos triangulares correspondientes, o sea 7.5 m. La Tabla 8.3 presenta espaciamientos derivados de esta manera como guía para el despejo de los árboles de cosecha.

El aclareo en el bosque natural se deber llevar a cabo en intervalos de diez a 15 años hasta terminar la rotación. Los cortes intermedios, es decir los árboles que se aclarean o se remueven, se pueden usar localmente para varas, postes o madera de dimensiones reducidas para la construcción.

**Rendimiento**—Por regla general las plantaciones de madera cuyo uso requiere ciertas dimensiones, tales como varas, pilotes, madera aserrada y enchape, se miden en términos de volumen a partir de un criterio mínimo, por ejemplo, 10 cm dentro de la corteza. La madera combustible y para pasta se mide en unidades de volumen y de

**Tabla 8.3 Guías para el despejo de árboles de cosecha.**

Medida métrica		Medida inglesa	
D + d (cm)	Distancia mínima (m)	D + d (pulgadas)	Distancia mínima (pies)
20	2.7	8	9
30	3.8	12	13
40	4.8	16	17
50	5.8	20	20
60	6.7	24	23
70	7.5	28	26
80	8.4	32	29
90	9.1	36	32
100	9.9	40	34
110	10.5	44	37
120	11.2	48	39

D = el dap del árbol de cosecha, y d = el dap del árbol vecino.

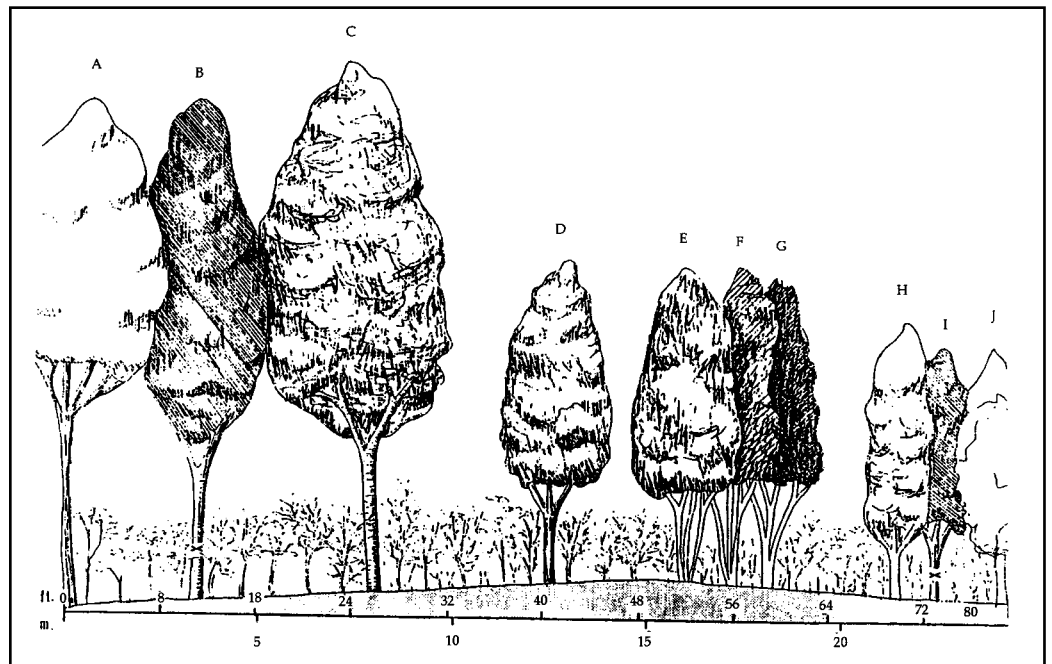


Ilustración 8.13 Demostración del procedimiento D+d. Se indican los árboles removidos en el aclareo con una X en el tronco. Se remueven los árboles B E I para dejar espacio para el crecimiento de los árboles A, C, H y J, respectivamente. El árbol valioso que no necesita aclareo. Los árboles valiosos y por lo tanto no se aclarean.

masa, esta última por lo regular, en toneladas. Aunque los criterios mínimos de tamaño no suelen ser comparables directamente, se hacen conversiones aproximadas con frecuencia usando el peso específico de la madera secada al aire. Para las maderas comunes de plantación, el peso fluctúa entre 0.4 y 0.7. Si el promedio fuera de 0.55, un metro cúbico pesaría 550 kilogramos, o una tonelada equivaldría a 1.8 metros cúbicos.

El rendimiento de una plantación se suele expresar como el incremento anual promedio en unidades de metros cúbicos por hectárea al año, o pies cúbicos por acre al año, el último siendo aproximadamente catorce veces el primero. Algunos de los rendimientos más altos que se hayan registrado son del eucalipto en Brasil, los cuales fluctúan entre 16 y 50 metros cúbicos por hectárea al año (225 a 700 pies cúbicos por acre al año) en una plantación de ocho años de edad. Ciertos rodales de *Eucalyptus grandis* y de *E. urophylla* han tenido rendimientos de más de 70 metros cúbicos por hectárea al año (980 pies cúbicos por acre al año) y se prevén rendimientos aún más altos para lugares más favorables.

El incremento del crecimiento del pino, en los mejores de los casos, equivale al del *Eucalyptus*, aunque los árboles sean más bajos. El *Pinus caribaea* tiene incrementos en el sur del Brasil a la edad de siete a 10 años entre 15 a 61 metros cúbicos por hectárea al año (210 a 850 pies cúbicos por acre al año). El *Pinus elliottii* a la edad de 10 años fluctúa entre 20 a 50 metros cúbicos por hectárea al año (250 a 700 pies cúbicos por acre al año). El *Pinus patula* fluctúa entre 6 y 39 metros cúbicos por hectárea al año (84 a 546 pies cúbicos por acre al año). Alrededor del Amazonas el *Eucalyptus deglupta* y la *Gmelina* pueden tener un rendimiento de 40 metros cúbicos por hectárea al año (560 pies cúbicos por acre al año) a la edad de 6 años.

**Regeneración**—Las cosechas de celulosa de corta rotación del *Eucalyptus* por lo regular se pueden reproducir tres veces o más con brotes, una de las grandes ventajas de este género. La productividad de la primera cosecha de brotes es por regla general más alta que de la cosecha previa. Esto comienza a declinar en las cosechas siguientes de brotes debido a la pérdida en la fuerza con la cual nacen los brotes de los tocones.

Las plantaciones para las maderas aserradas de mayor tamaño son más costosas que aún aquellas con una abundancia de semilla natural debajo de árboles al momento de la cosecha, normalmente se vuelven a sembrar con semilla de calidad genética superior, cuando sea posible. El primer paso en este proceso por lo regular es la selección de árboles superiores de origen de los cuales se obtiene la semilla. Estos árboles se pueden seleccionar por su forma, su resistencia a las enfermedades, la calidad de la madera, o la rapidez de crecimiento. Este es un paso importante en la mejora del rendimiento de la plantación y requiere una estrecha cooperación con el encargado, ya que los árboles superiores ameritan ser conservados y recibir una atención especial, como por ejemplo menos restricción en la copa para estimular la producción de la semilla.

**Plagas y enfermedades**—Este es un tema que amerita un manual aparte, así que no se hace un intento aquí de describir las plagas y las enfermedades de las plantaciones y prescribir remedios para ellos. Basta con decir que han surgido problemas importantes en esta región y mientras se intensifique la siembra se puede anticipar que van a surgir más. Como medida provisional se puede acudir a los patólogos y entomólogos agrícolas locales para obtener ayuda. Se incluyen referencias de utilidad en la Bibliografía.

**Bibliografía  
Seleccionada**

- Anderson, M.L. 1953.** Spacedgroup planting. *Unasylya* 7(3):5563.
- Ávila Hernández, M. 1978.** Podas. Primera reunión nacional. Dirección General de Investigaciones y Capacitación Forestales, México. p. 292296.
- Betancourt, A. y A. González. 1972.** Trabajos realizados en Cuba sobre el mejoramiento genético de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett y Golfari. Proceedings VII World Forestry Congress. Volume II. Buenos Aires, Argentina. p. 22442250.
- Burger, D. 1973.** Literatura sobre manejo de especies plantadas no Brasil. II Congreso Florestal Brasileiro. Curitiba, Brasil. 44 p.
- Camphinhos, E. y Y.K. Ikemori. 1977.** Tree improvement program of *Eucalyptus* spp. preliminary results. Informe Técnico No. 3. Centro de Pesquisas Florestais da Aracruz, Espírito Santo, Brasil. 22 p.
- Cannon, P. 1980.** Resultados a un año del efecto de la preparación de sitio en plantaciones de pinos y eucalyptus. Informe de Investigación No. 56. Cartón de Colombia, S.A., Cali. 4 p.
- Cannon, P.G. 1981.** Fertilización de plantaciones con NPK calfos y borax; resultados al final de cuatro años. Informe de Investigación No. 68. Cartón de Colombia, S.A., Cali. 10 p.
- Cannon, P., P. Arboleda, y W. Ladrach. 1981.** Efecto del control del pasto yaragua por gramaxone en el crecimiento de *Cupressus lusitanica*. Informe de Investigación No. 65. Cartón de Colombia, S.A., Cali. 4 p.
- Cardosa Nevárez, G. y M.A. Tenorio Contreras. 1978.** Experiencias en el programa de fijación de dunas y reforestación de playa norte de puerto de Veracruz. En Primera Reunión Nacional. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales, México. p. 239243.
- Caxuana, S. A. 1975.** Reflorestamos... e o cerrado florescen como a rosa. Caxuana S.A., Sao Paulo. Brasil. 28 p.
- Chapman, G.W. y T.G. Allan. 1978.** Establishment techniques for forest plantations. FAO Forestry Paper No. 8. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 183 p.
- Chavelas Polito, J. 1948.** La agrosilvicultura en el campo experimental forestal San Felipe Bacalar Quintana Roo. En Capacitación Forestales, México. p. 489493.
- Fishwick, R.W. 1977.** Dados iniciais sobre podas im *Pinus elliottii*. Comunicacao Técnica No. 5. PRODEPEF, Brasilia. 7 p.
- Flinta, C.M. 1960.** Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO Forestry Development Reports No. 15. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 498 p.
- Golfari, L. 1977.** Problemas atuais da silvicultura brasileira. Caminicaao Técnica No. 12. PRODEPEF, Ministerio da Agricultura, Brasilia. 11 p.
- Golfari, L., R.L. Caser, y V.P.G. Moura. 1978.** Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. Serie Técnica Núm. 11. PRODEPEF, Ministerio da Agricultura, Brasilia. 66 p.

- González, Navarro M. 1978.** Accesibilidad a zonas de plantación. En Plantaciones Forestales, primera reunión nacional. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales México. p. 216218.
- Gutiérrez, M. y W. Ladrach. 1980.** Resultados a tres años de la siembra directa de semillas de *Cupressus lusitanica* y *Pinus patula* en la finca Los Gudales, Departamento de Cauca. Informe de Investigaciones No. 60. Cartón de Colombia, S.A., Cali. 6 p.
- Halos, S.C. 1980.** Ipil ipil — the wonder ceases. *Canopy* 6(9):79.
- Heinsdijk, D., R. Onety Soares, S. Amdel, y R. Bittencourt Ascoly. 1965.** Plantacoes de eucalyptos no Brasil. Boletim No. 10. Setor Investarios Florestais, Secao de Pesquisas Florestais, Divisao de Silvicultura, Ministerio da Agricultura, Río de Janeiro, Brasil. 69 p.
- Ikemori, Y.K. 1975.** Resultados preliminares sobre enraizamiento de estacas de *Eucalyptus* spp. Informativo Técnico No. 1. Centro de Pesquisas Florestais da Aracruz, Espírito Santo, Brasil. 12 p.
- Ikemori, Y.K. 1976.** Resultados preliminares sobre enraizamiento de estacas da *Eucalyptus* spp. Informativo No. 2. Centro de Pesquisas Florestais da Aracruz, Espírito Santo, Brasil. 9 p.
- Jacobs, M.R. 1981.** Eucalypts for planting. FAO Forestry Series No. 11. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. 677 p.
- Lackman, N.P. 1976.** *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Trinidad and Tobago. Forestry Division. Ministry of Agriculture, Lands and Fisheries, Port of Spain. 35 p.
- Ladrach, W. 1974.** El efecto de la fertilización con fósforo y calcio en el crecimiento inicial del *Pinus oocarpa* y *Cupressus lusitanica*, después de tres años. Informe de Investigación No. 3. Cartón de Colombia, S.A., Cali. 8 p.
- Lamb, A.F.A. 1968.** Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. (Cites line planting criteria of H.C. Dawkins). In Report of the First Session. FAO Committee on Forest Development in the Tropics, Oct. 1820, 1967. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. p. 7386.
- Lanly, J.P. y J. Clement. 1979.** Present and future natural plantation areas in the tropics. *Unasylyva* 31(123):1220.
- Loock, E.E.M. 1950.** The pines of México and British Honduras. Bulletin No. 35. Department of Forestry of South Africa, Johannesburg. 244 p.
- Lupatelli, S.C. 1978.** A silvicultura Brasileira e a utilizacao de terras marginais para o reflorestamento. In Anais do Semunario sobre Planejamento do Desenvolvimento Florestal e do Uso da Terra. Volume II. IBDF COPLAN, Río de Janeiro. p. 207230.
- Madrigal Sánchez, M., J. Mas Porras, y H. González Flores. 1978.** La importancia del conocimiento del ecosistema para el establecimiento de plantaciones forestales. En Plantaciones forestales, primera reunión nacional. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales, México. p. 113.
- Martínez McNaught, H. 1978.** Técnicas os sistemas de plantación. En Plantaciones forestales, primera reunión nacional. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales, México. p. 224228.

- Marshall, R.C. 1939.** Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. British West Indies. Oxford University Press, Oxford. England. 247 p.
- Mathus Morales, M.A. 1978.** Aspectos técnicos de la plantación de pinos tropicales en la sabana distrito Mixe, Oaxaca. En Primera Reunión Nacional. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales, México. p. 271277.
- Pedroso, L.M. 1973–4.** Algunos aspectos sobre o florestamento e reflorestamento na Amazonia. Sudam Documenta 5(1/4):3549.
- Phillipine Council for Agriculture and Resources Research. 1977.** Leucaena: promising forage and tree crop for the tropics. National Academy of Sciences, Washington, DC. 115 p.
- Ramírez Maldonado, H. 1978.** Evaluación de la supervivencia. En Plantaciones forestales, primera reunión nacional. Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales, México. p. 229231.
- Rance, H.P. 1976.** Aracruz: The shape of things to come. Pulp and Paper of Canada 7(3):2025.
- Salazar Figueroa, R. 1978.** Costos de establecimiento y de mantenimiento de plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. en Turrialba, Costa Rica. Celulosa de Turrialba, S.A., Costa Rica. 37 p.
- Simoes, J.W., R.M. Brande, y J.R. Malinovski. 1976.** Formacao de florestas como especies de rapido crecimiento. Serie Divulgaçao Núm. 6. PRODEPEF, Ministro de Agricultura, Brasilia. 74 p.
- Streets, R.J. 1962.** Exotic forest trees of the British Commonwealth. Clarendon Press, Oxford, England. 765 p.
- Thorntwaite, C.W. y E.K. Hare. 1955.** Climate classification in forestry. Unasylya 9(2):5159.
- Ugalde Areas, L.A. 1980.** Rendimiento y aprovechamiento de dos intensidades de raleos selectivos en *Eucalyptus deglupta* Blume en Turrialba, Costa Rica. Masters Thesis. Universidad de Costa Rica, San José.
- Van Goor, C.P. 1975.** Crecimiento de *Pinus elliottii*—unidades ecológicas florestais e pesquisa florestal. Boletim Técnico No. 14. Instituto Florestal. Secretaria da Agricultura, Sao Paulo, Brasil. 60 p.
- Veta Glavez, L. 1978.** Selección de especies. En Plantaciones forestales. Primera reunión nacional. Dirección General de Investigaciones y Capacitación Forestales, México. p. 208215.
- Webb, D.B. 1980.** Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Overseas Development Administration. London. 275 p.
- Webb, D.B., D.J. Wood, y J. Smith. 1980.** A guide to species selection for tropical and subtropical plantation. Tropical Forestry Papers No. 15. Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, Oxford, England. 342 p.

- Whitmore, J.L. y L.H. Liegel. 1980.** Spacing trial of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. USDA Forest Service Research Paper SO162. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 8 p.
- Woessner, R.A. 1980.** Forestry operations and wood utilization at Jari. Jari Florestal, Belem, Brasil. 14 p. [Manuscrito].
- Woessner, R.A. 1980.** Growth, form and wood density at six years of the CFI *Pinus caribaea* provenance trial at Jari. Jari Florestal, Belem, Brasil. 9 p. [Manuscrito].
- Zanoni Mendicuru, C.A. 1975.** Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales. Graduate thesis. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de Costa Rica, San José. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 100 p.





# Capítulo 9

## La Agroforestación y la Madera Combustible

La agricultura y la dasonomía están relacionadas y juntas contribuyen a proveer las necesidades básicas de la familia rural. La silviagricultura, o la siembra mixta de árboles con productos alimenticios y forraje, se practica hace tiempo en el trópico. Una selección cuidadosa de las especies puede llenar múltiples necesidades a un mismo tiempo: alimentos de los árboles en forma de hojas, frutas y nueces, vestimenta de la corteza y de ciertas plantas fibrosas, forraje de especies de hierbas de pastar o pacer, materiales de construcción, sombra, siembras tradicionales para alimentos, intercambio o venta y combustible para la cocina. Sus partidarios vislumbran las posibilidades de éxito de la agroforestación en sitios donde otros esfuerzos de forestación han fracasado.

Algunos ejemplos de producción de madera en zonas donde se practica la agroforestación servirán para demostrar el potencial del sistema:

- *Cordia alliodora* + cacao—18 metros cuadrados/ha área basimétrica en la madurez, Limón, Costa Rica.
- *Cordia alliodora* + café—20–30 metros cuadrados/ha área basimétrica en la madurez, Chichona, Colombia.
- *Erythrina poeppigiana* + *Cordia alliodora* + café—215 tallos /ha en doce años con 40 metros cúbicos en 3-7 años, La Suiza, Costa Rica.
- *Cedrela odorata* + café—12–19 metros cuadrados/ha (130–215 metros cúbicos/ha) en 15-20 años, San Carlos y Tabarcia, Costa Rica.

Las prácticas agrícolas actuales suelen ser tradicionales y muy arraigadas y aseguran un rendimiento conocido. Donde la sobrevivencia es precaria, los niveles de rendimiento conocidos son más atractivos que las promesas de rendimientos mayores futuros con el uso de técnicas desconocidas.

Las mezclas por lo regular incluyen plantas que a través de la experiencia se ha encontrado que son compatibles. Sus ciclos de crecimiento y sus épocas de cosecha pueden complementarse. Su colocación y cantidad relativa pueden ser óptimas en relación con la sobrevivencia. También pueden ser complementarias con respecto al trabajo requerido. Pueden proveer un balance entre las cosechas de subsistencia y las cosechas comerciales o la diversidad necesaria para el balance nutricional. Cualquier cambio drástico que pudiera trastornar uno o más de estos beneficios sería de gran preocupación para los agricultores.

Otro aspecto de las prácticas agrícolas actuales es que varían de sitio en sitio, algunas veces de manera inexplicable. Esto puede deberse a falta de comunicación en el pasado, pero con frecuencia se debe a diferencias reales en los ambientes locales, como por ejemplo, el suelo y el clima o la distancia del mercado. En algunos casos, sin embargo, pueden haber otras razones. Puede ser que no hayan árboles en una región, por ejemplo, porque fueron destruidos, o se sembraron pero no sobrevivieron por razones del clima o de animales que hayan pastado, o que nadie haya hecho esfuerzos por reforestar recientemente. En estas circunstancias, la acción tomada para remediar la situación puede ser de gran beneficio para las personas de la región.

## Abordar la Agroforestación

Hay que considerar el desarrollo de la agroforestación dentro del contexto de las necesidades forestales de todo el país. Esta práctica suplementa la producción en escala mayor de madera no-agrícola en otras partes. Por su naturaleza es una actividad dispersada, por lo regular en pequeñas extensiones de terreno propiedad de una sola persona. Su primordial objetivo y potencial es satisfacer las necesidades de las comunidades agrícolas.

Aunque se pueden identificar varios sistemas de agroforestación que varían uno del otro en la práctica, las clasificaciones que siempre se destacarían serían el cultivo cambiante, el taungya, la siembra en hileras, la siembra mixta permanente entre los árboles y el cultivo de bosque-pastizal.

Comprender la agroforestación y su potencial es un proceso complejo. En primer lugar, existe confusión en cuanto a la terminología. Segundo, hay muchos puntos de partida posibles para esta práctica que varían desde las zonas que se cultivan con los métodos tradicionales, los terrenos con alguna siembra mixta y el bosque virgen. Luego, hay muchas combinaciones y preferencias tradicionales de cultivos a través de la región. Por último, algunas personas tienen un deseo innato de transferir las prácticas exitosas de una región a otra que en algunos casos pueden ser aplicables y en otros no. Hace falta mucha labor de agroforestación a través de la región. En la siguiente reseña se hará hincapié en ciertos métodos y se darán ejemplos.

**Cultivo cambiante**—El cultivo cambiante puede variar desde la tala y quema sencilla con barbecho variable, que por lo regular consiste de arbustos y bosque secundario, hasta un sistema complejo en el cual la recuperación del área bajo cultivo se realiza imitando la sucesión natural. La Ilustración 9.1 ofrece un bosquejo sencillo de un sistema de este tipo. En el ejemplo, los cultivos tradicionales se siembran después de la quema. Cuando se cosechen éstos, se siembra entre ellos los cultivos musáceos (bananos, plátanos) y luego las especies de palma cuando se cosechen los musáceos. En este momento se siembran los elementos productivos del piso superior y el subpiso. Se muestran ejemplos de los cultivos que se podrían usar y una cronología aproximada para la siembra. Un sistema así podría ser apropiado en las regiones húmedas o lluviosas de América Central o América del Sur.

Otra variante del cultivo cambiante, utilizado por algunos indios del Amazonas cerca de Iquitos en el Perú, demuestra la importancia del barbecho para la producción agrícola. Aunque se considera que el suelo del bosque primario es más fértil, por lo regular se prefieren los bosques secundarios para el cultivo porque son más fáciles de preparar para el cultivo. Se considera que se necesita un barbecho de por lo menos 10 años; sin embargo, la mayoría de los bosques secundarios que se limpian para el cultivo maduran 20 años o más.

Al momento de la limpieza se dejan las especies maderables valiosas como por ejemplo el cedro tropical (*Cedrela*) y varias palmas, en los límites de las parcelas. Se siembran algunas parcelas con unos pocos productos principales mientras que en otras se siembran plantas cultivadas. Estas variaciones se relacionan con la composición de cultivos en otras parcelas que ya se hayan sembrado ya que muchas de ellas se cuidan simultáneamente.

Entre los cultivos, están las piñas, árboles de frutos menores, cultivos anuales, los bananos y la yuca como el producto principal. El agregado es evidente y algunas de las plantas cultivadas probablemente revelan la importancia de la topografía para su crecimiento y desarrollo. Después que ellas maduren, se siembran los cacahuets en pequeños montones de tierra y cenizas producto de la cocina casera como abono.

Durante el proceso de sacar la maleza, se dejan los ejemplares jóvenes de las especies útiles intocadas, las cuales incluyen especies útiles en la construcción, como fuentes de materiales para tejer, para canastas de teñir, como comestibles o combustible o medicamentos y palmas de las cuales se destila la sal y un árbol cuya resina se usa para sellar los cascos de las canoas.

La composición original de los cultivos y la técnica de cuidarlos influye sobre la regeneración del bosque secundario y las alternativas posteriores de administración. Después de algunos años, las parcelas que se sembraron con unos pocos productos principales luego se visitaron con poca frecuencia. Al contrario, aquellas que se sembraron con varias plantas cultivadas permanecieron productivas por un término mayor durante el barbecho. El favorecer de manera deliberada las especies de particular

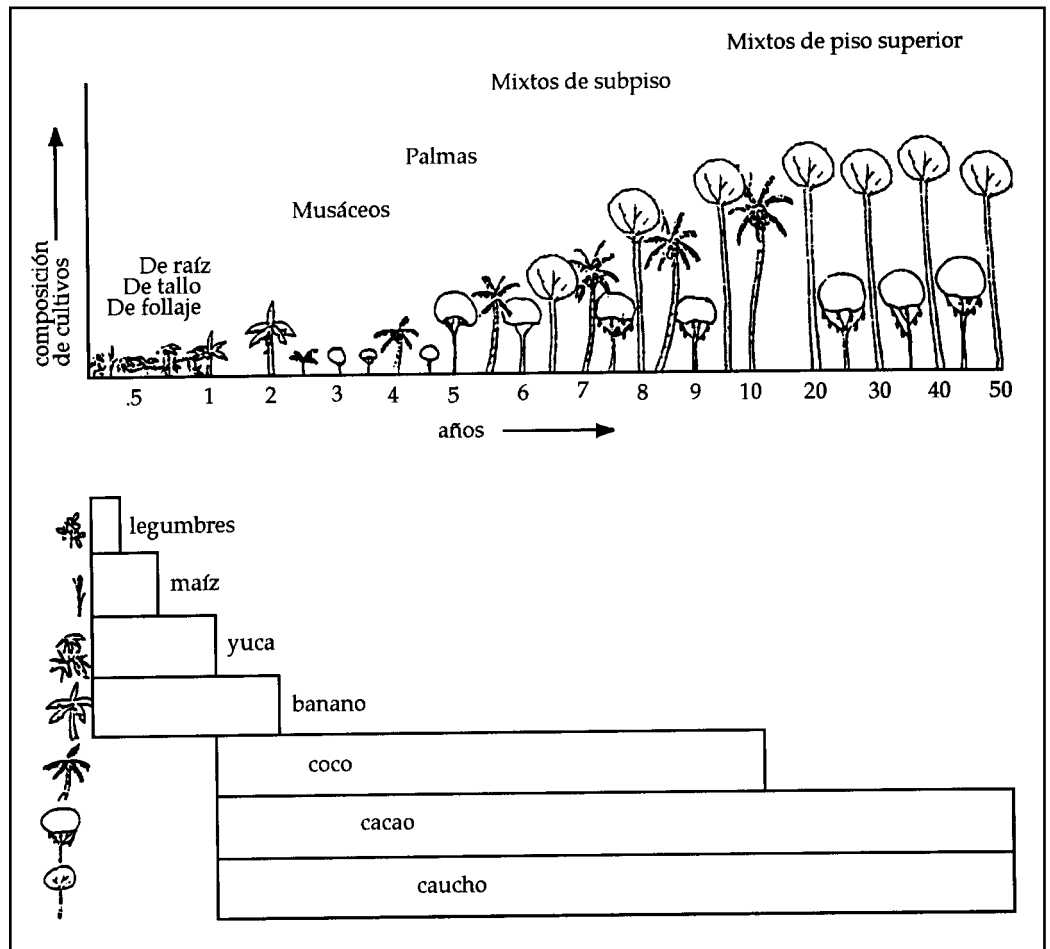


Ilustración 9.1 Simulación de sucesión natural. El plan de siembra sucesiva tiene cultivos de temporada limitada en un punto temprano en la sucesión cronológica, seguido de monocotiledóneas y luego por un bosque productivo de dos doseles. Hart (1975).

utilidad durante la limpieza de la maleza permite un barbecho de bosque secundario con una proporción mayor de especies útiles que las presentes en el bosque primario que limpiaron.

Quizás la lección más importante que se desprende de los ejemplos anteriores de agroforestación es que el terreno que se haya limpiado se puede hacer productivo después del cultivo cambiante. La recuperación puede ser deliberada o casual. Los beneficios que se deriven del barbecho pueden realizarse poco a poco o a través de una rotación larga. Por desgracia, muchas veces ni se administra el barbecho ni se hace productivo. Peor aún, puede ser muy corto para funcionar adecuadamente como restaurador de la fertilidad.

**Taungya**—Otro medio para usar el barbecho después del cultivo cambiante se llama el sistema taungya. Tradicionalmente se ha practicado en terrenos públicos en condiciones establecidas y puestos en vigor por las agencias gubernamentales de recursos, por lo regular sus divisiones forestales. El área usada normalmente varía entre 0.5 a 1.5 hectáreas por agricultor. El gobierno por lo general emplea a los agricultores para sembrar los árboles y cuidarlos, mientras cuidan sus propios cultivos agrícolas, por la 3 años. La práctica es más prometedora en las sabanas y las áreas empobrecidas por cultivos anteriores.

Establecer una plantación con el sistema taungya requiere varios pasos básicos:

- Se asigna un supervisor de la agencia encargada para que trabaje directamente con el agricultor. El negocia el terreno que se vaya a usar, el plazo del uso e indica las especies y los espaciamientos de los árboles que se vayan a sembrar con los otros cultivos. En algunos casos, los contratos disponen medidas que se tomarán en caso de incumplimiento.
- En muchas ocasiones, se han desarrollado listas de árboles y comestibles compatibles. En general, los árboles que se seleccionen tienen que poder competir con los cultivos agrícolas. Deben tolerar bien la luz y crecer rápidamente, además de ser capaces de resistir la competencia para la luz, los nutrientes y el agua. Los cultivos agrícolas, a su vez, no deben tener un término de crecimiento prolongado ni agotar los nutrientes del suelo. Los cultivos que no cumplan con estos requisitos se deben sembrar en otra parte.
- Los patrones de lluvia regulan la época de siembra. Los árboles se pueden sembrar antes, después o junto con los cultivos agrícolas.
- Se le permite al agricultor usar el terreno libre de costo. A cambio de esto siembra los árboles, limpia la maleza y protege los árboles del fuego.

Los árboles que se usan por lo común en las plantaciones de tipo taungya en el trópico americano incluyen *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Cupressus lusitanica*, *Cedrela angustifolia*, y especies de *Swietenia* y *Cordia*, pero es probable que haya muchos otros que sean adecuados para la técnica. Los cultivos de comestibles suelen incluir yuca, maíz, legumbres, calabaza y bananos y otros productos principales que se dan a corto plazo.

En la Ilustración 9.2 se delinean los pasos generales para establecer una plantación de tipo taungya. En este caso, después que la plantación se haya establecido en los primeros años, se dejará madurar; el aclareo podría proveer productos intermedios de madera.

Se ha propuesto otra variante interesante del método taungya para la cuenca del Amazonas (Ilustración 9.3), el cual conlleva la producción de cosechas en el primer año con árboles añadidos en el segundo año. Durante los siguientes años se dejan crecer a los árboles. Cuando hayan pasado 9 o 10 años el agricultor entra de nuevo y limpia las plantas secundarias y usa la quema indicada para restaurar los nutrientes

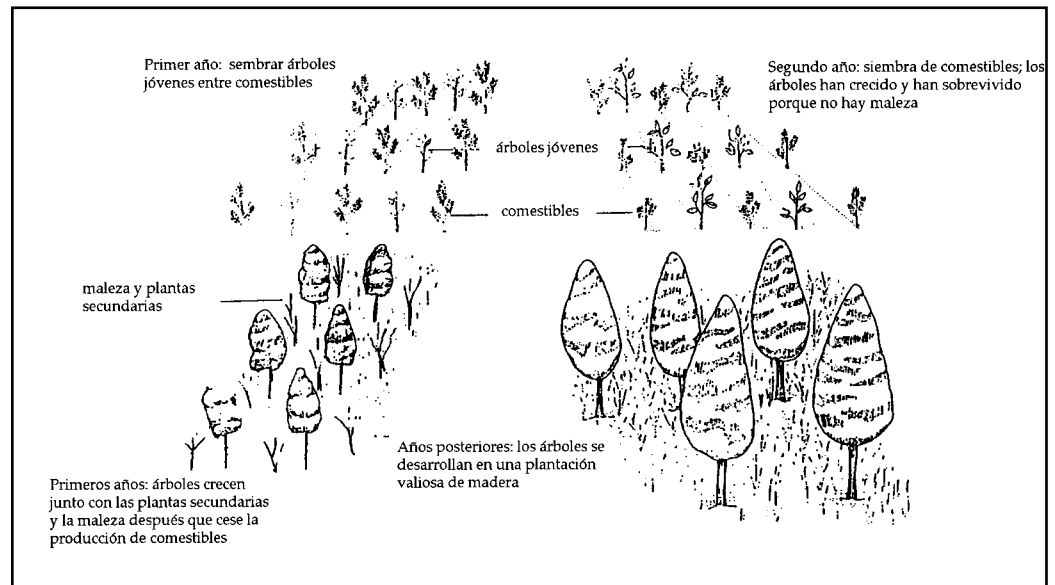


Ilustración 9.2 Taungya, la siembra de árboles entre los cultivos comestibles. Los agricultores cuidan las plantaciones cuando los árboles están jóvenes. Después, se abandona el cultivo agrícola y los árboles crecen sin atención hasta la madurez.

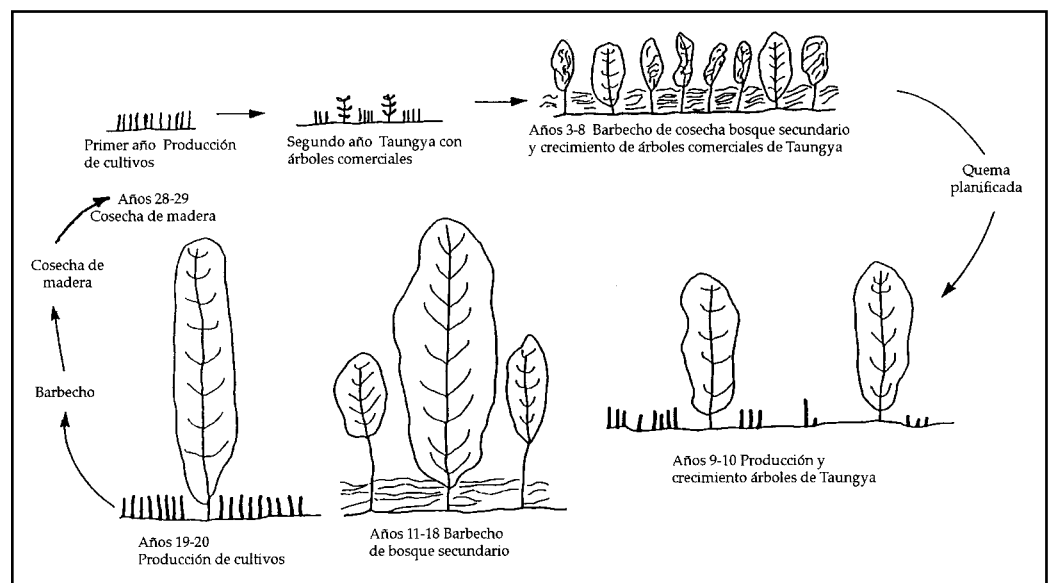


Ilustración 9.3 Plan de agroforestación para la conversión de barbecho de plantas secundarias en bosque productivo. Se esboza una rotación de aproximadamente 28 años. Plan desarrollado por Silvio Brienza y Jean Dubois.

para los cultivos posteriores. En este momento el aclareo puede proveer productos intermedios de madera. El ciclo continúa por otra ronda a los 19 ó 20 años. Se realiza el apeo cerca del trigésimo año con otro ciclo de cultivo.

Es interesante notar que un sistema que parece estar adaptado a las áreas de una alta densidad poblacional y poco terreno se propusiera originalmente para la cuenca del Amazonas donde la población es escasa y abunda el bosque. La idea puede haber surgido a raíz de una medida de conservación del Brasil que prohíbe la destrucción de la *Bertholetia excelsa* (la juvia o almendrón). Los agricultores de la zona tradicionalmente han cortado el bosque dejando la juvia en pie. El uso continuo del terreno a través de ciclos recurrentes de cultivo cambiante todavía ha conservado la especie.

**Árboles en hileras**—El panorama de las alturas de los Andes ofrece un contraste impresionante entre las extensas hectáreas de las praderas y los árboles que sólo crecen en los lindes de la propiedad. En zonas de aguda escasez de madera, los árboles que se siembran para parar el viento, vallas vivientes, o en las lindes y a lo largo de los caminos pueden ayudar a mitigar los problemas de falta de alimento, forraje o madera combustible y ofrecen poca competencia con otros usos de la tierra como la producción agrícola.

La siembra de árboles en hileras o fajas para abrigar contra el viento es una técnica común. Los árboles que se siembran juntos unos a los otros en un ángulo perpendicular al viento pueden brindar protección para distancias de hasta 20 veces la altura de los árboles en la dirección de sotavento y más o menos 5 veces la altura de los árboles en dirección de barlovento. Reducir la velocidad del viento disminuye la evaporación y la cantidad de suelo que se lleva el viento.

Las especies más efectivas son las que tienen capas densas, son rectas y crecen rápidamente. Se han observado las siguientes especies en las fajas de abrigo en América Central: *Cupressus lusitanica*, *Cassia siamea*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Leucaena leucocephala*. La *Calophyllum calaba*, *Eugenia malacensis*, *Manguifera indica*, *Schinus molle*, *Tamarindus indica*, *Tamarix* y otras especies de *Eucalyptus* y *Cupressus* deberían ser buenas candidatas también, al igual que muchas otras especies.

Las vallas vivientes se componen por regla general de especies que se pueden reproducir mediante estaquillas. Se cortan ramas de aproximadamente 5 cm de diámetro y de 0.5 a 1 m de largo y se colocan a una profundidad de alrededor de 0.2 m en la tierra. Si ya existe una cerca, se colocan las estacas afuera pero junto al alambrado para protección en contra del ganado. La colocación de las estacas en un punto intermedio entre las vallas existentes provee apoyo adicional. Las vallas vivientes, si se escogen correctamente pueden también proveer forraje que se puede cosechar periódicamente a través del año. Los siguientes géneros se usan ampliamente a través del trópico americano: *Anacardium*, *Bursera*, *Erythrina*, *Ficus*, *Moringa*, *Gliricidia*, *Spondias* y *Thespesia*.

**La siembra mixta permanente**—Se puede comenzar el desarrollo de un sistema con comestibles y árboles con bosque primario o secundario, en terreno limpio o terreno en el cual el agricultor ya tenga productos agrícolas dispersos entre los árboles. La Ilustración 9.4 muestra estas alternativas en forma esquemática.

Atributos comunes de los sistemas de siembra mixta son:

- Mezcla de especies comestibles—Los combustibles y los árboles tienen que ser compatibles. La cantidad de sombra variará de acuerdo con la especie particular. Algunos árboles incluso pierden las hojas durante parte del año. En muchos casos, se prefiere la sombra suave y difusa de las legumbres finas, de las cuales muchas también fijan el nitrógeno. Las especies que compiten por el agua o producen sustancias alelopáticas (sustancias vegetales que inhiben o impiden el crecimiento de otras especies) no deben usarse. Localmente se conocen muchas combinaciones satisfactorias.
- Estructura—Se puede confeccionar un sistema de producción de dos o tres niveles, con un piso superior, posiblemente un piso intermedio y componentes en el piso que provean alimentos, fibra, combustible, forraje y sombra. Los componentes pueden variar según la topografía, cercanía a la vivienda y etapa de desarrollo. Las especies pueden ser fijas o variar a la vez que se cosechen y se usen los componentes del sistema.
- Economía—El sistema debe proveer productos útiles mientras dure la siembra mixta. Los agricultores no pueden darse el lujo de esperar varios años para que todas las especies sean productivas aunque es probable que puedan esperar para que algunos de los componentes lo sean. Un sistema con componentes balanceados a corto y a largo plazo tiene mayores probabilidades de éxito.

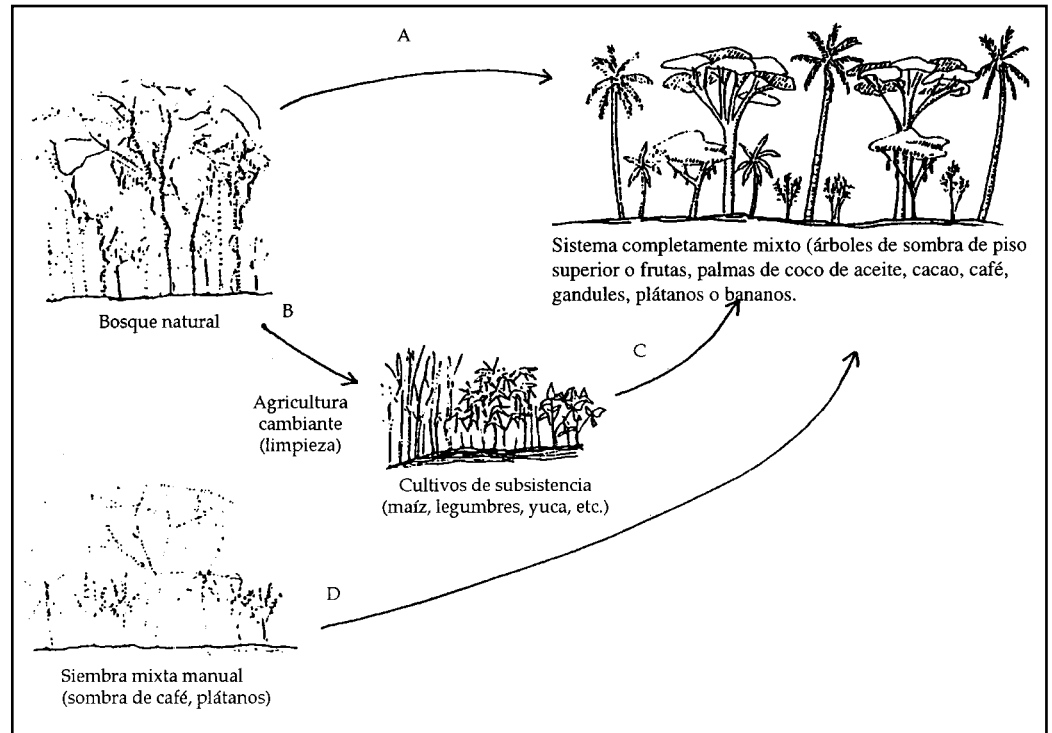


Ilustración 9.4 Tres enfoques para la siembra mixta: (A) Conversión modificada del bosque tropical. (B-C) Terrenos limpiados: Introducción de elementos de piso superior durante la agricultura tradicional. (D) Introducción de árboles adicionales a los sistemas semi-mixtos.



- **Especies de usos múltiples**—El uso de especies de árboles que provean a la vez alimentos, forraje, combustible y sombra tienen una gran probabilidad de tener un atractivo mayor cuando haya una alta densidad poblacional y los terrenos estén limitados.
- **Cuido de los árboles**—La poda de los árboles en un sistema mixto, la selección de árboles para combustible (el aclareo para estimular el crecimiento y desarrollo) y el corte de forraje se deben realizar para maximizar la eficacia del sistema.

Una posible mejora a la agricultura de siembra cambiante sería una conversión modificada del bosque a un sistema de agroforestación mixta. Esto se podría lograr removiendo las especies menos deseables para uso en la construcción local, como vallas y como combustible mientras se dejen las especies más deseables para la sombra, la producción de frutas, fuentes de semillas de árboles de madera y para el reciclaje de nutrientes. El uso de cultivos comestibles (bananos, plátanos, café y cacao) que toleren la sombra harían que el sistema fuera más productivo. Pequeñas áreas claras se podrían usar para comestibles que requieren luz. El piso superior protector del bosque proveería suficiente semillas para regenerar el área si se abandonaran las actividades agrícolas en el futuro, y en esencia mejoraría la composición de especies del bosque.

En los terrenos que ya se hayan limpiado, un sistema en capas con pisos superiores e inferiores se podría desarrollar a través de un tiempo. En este caso, los componentes del piso superior se siembran durante el ciclo corto de la agricultura tradicional o poco después de éste. Para la producción del café y del cacao, el proceso podría conllevar la siembra simultánea de bananos o plátanos, árboles frutales y comestibles junto con los árboles de sombra. Deberían haber productos alimenticios en unos pocos meses, los plátanos y bananos dentro de un año, quizás un poco más. En 5 a 10 años, dependiendo del ritmo de crecimiento, el piso superior de sombra comienza a madurar.

Las especies o los géneros que se usan con mayor frecuencia para la sombra del café o el cacao son de la familia Leguminosae (legumbres) e incluyen: *Albizia* spp., *Cassia* spp., *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina* spp., *Gliricidia sepium*, *Inga* spp. y *Leucaena glauca*. La *Grevillea robusta* también se favorece.

Los árboles de madera que con frecuencia se encuentran entre los cultivos incluyen *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Alnus acuminata*, *A. jorullensis* y *Juglans* spp. Con frecuencia éstas regeneran de la semilla local y se dejan como componentes del sistema por su valor reconocido para la producción de madera. Los mercados accesibles aumentan la posibilidad de su sobrevivencia.

En tierras que ya estén parcialmente sembradas de manera mixta, o en huertos cerca de la vivienda, los agricultores pueden estar receptivos a cualquiera de los muchos árboles que producen fruta, forraje o combustible que incluyen *Bixa orellana*, *Malpighia funicifolia* y *Crescentia cujete*. La Tabla 9.1 muestra varios de los árboles frutales y vegetales más comunes del trópico americano.

**El bosque-pastizal**—La mayoría de los sistemas de bosque pastizal abarcan grandes extensiones de terreno pero los principios de administración aplican a parcelas más pequeñas también. Acuerdos cooperativos entre varios propietarios pueden mejorar el cultivo del bosque-pastizal cuando las propiedades son pequeñas.

**Pastoreo entre árboles de madera**—Hay que sacar el ganado del terreno durante el período de arraigo de los árboles y no se debe reintroducir hasta que los árboles tengan tres o cuatro metros de altura, lo cual evita el pacer y que los animales acostados

**Tabla 9.1 Árboles frutales y vegetales de amplia difusión en el trópico americano.**

Nombre científico	Nombre común	Particularidades, medio ambiente
<b>Árboles frutales</b>		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Pajuil	Fruta nutritiva, hojas comestibles; tolera sequía y suelos pobres
<i>Artocarpus altilis</i> Fosberg y otras subespecies	Panapén	Vegetal farináceo, abundante producción, hojas comestibles, amplia distribución
<i>Carica papaya</i> L.	Lechosa	Tallos, flores y hojas comestibles, alto contenido vitaminas A y C; rápido crecimiento; amplia distribución
<i>Citrus sinensis</i> Osbeck y otras subespecies	Naranja	Alto contenido de vitamina C; amplia distribución
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Alto contenido de aceite, fuente de proteína, altamente nutritivo; amplia distribución
<i>Elaeis guinensis</i> Jacq.	Palma de guinea/aceite	Alto contenido de aceite; adaptado al trópico lluvioso
<i>Mecadamia ternifolia</i> F. Muell.	Macadamia	Nuez comestible de alto contenido de proteína y aceite; amplia difusión
<i>Malpighia glabra</i> L.	Cereza	Contenido superior de vitamina C; amplia difusión
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangó	Contiene vitaminas A y C; fruta deliciosa; hojas comestibles; amplia difusión
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Alto contenido de aceite; producción abundante; amplia difusión
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Alto contenido de vitaminas A y C; amplia difusión
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Fruta, pulpa y hojas comestibles; amplia difusión
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	Alto contenido de aceite; bebida; amplia difusión
<b>Árboles vegetales</b>		
<i>Abelmoschus manihot</i> Med.	Hibisco	Hojas y brotes comestibles; reproducción por estaquillas
<i>Chamaedorea</i> subespecies	Flor de palma	Florescencia comestible; amplia difusión en América Central
<i>Cnidocolus chayamansa</i>	Chaya	Hojas comestibles y nutritivas; se reproducen de estaquillas; zonas áridas
<i>Guilielma gasipea</i> L.H. Bailey	Palma	Fruta nutritiva, palmitos, troncos múltiples
<i>Morinda citrifolia</i> L.	Morera	Fruta y hojas comestibles; adaptada a las costas
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Cañafístula	Hojas, vainas jóvenes y raíces comestibles; regenera de estaquillas; zonas áridas
<i>Oreodoxa oleracea</i>	Palmito	Palmito, amplia difusión
<i>Sauropus androgynus</i> Merr.	Katuk	Hojas comestibles arbusto, reproducción por estaquillas

Fuentes: Ochse, Soule, Dijkman y Wehlburg (1961); Academia Nacional de Ciencias, (E.U.) (1975b, 1977); Martin Telek y Ruberté (1977).

tumben o arranquen de raíz a los árboles. Mas tarde, el aclareo permitirá luz adecuada en el piso del bosque para el crecimiento de hierbas y forraje. El espaciamiento amplio puede resultar en ramas inferiores gruesas que probablemente se deberían podar si se quiere producir madera aserrable.

Las especies que se usan en los sistemas de bosque-pastizal en la América tropical incluyen *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Eucalyptus deglupta*, *Pinus caribaea*, *Alnus acuminata* y *Gmelina arborea*. Si el pasto es el objetivo mayor, se pueden usar *Erythrina poeppigiana*, *Pithecellobium saman*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y otras especies de la familia Loguminoae (legumbres) además de *Alnus*. Estas últimas producen una sombra liviana y mejoran la fertilidad del suelo mediante la fijación del nitrógeno. De vez en cuando también se ven árboles frutales, en particular las palmas de coco y de aceite. Los géneros de árboles que se usan comúnmente para forraje en el trópico americano incluyen *Acacia*, *Albizia*, *Cassia*, *Diosporos*, *Erythrina*, *Ficus*, *Gleditsia*, *Gliricidia*, *Leucaena*, *Pithecellobium* y *Prosopis*. También se han usado *Guazuma ulmifolia* y *Sesbania grandiflora*.

**Pastoreo temporero**—En la Ilustración 9.5 se muestra un ejemplo del pastoreo temporero como parte de un ciclo más largo de producción en una parcela de terreno. Durante los primeros 2 años, se siembra la tierra recién limpiada con hortalizas o productos agrícolas que pueden incluir legumbre, maíz, yuca, amaranta, cacahuetes, batatas y calabaza, entre otros. En el tercer año comienza la producción de ganado, en este caso alrededor de cinco cerdos adultos por hectárea. La parcela de terreno abandonado se siembra con *Inga* sp. que fija el nitrógeno cuando está maduro, produce fruta comestible y también combustible. La palma *Guilema* también produce fruta comestible para consumo humano o animal. Cuando estén maduras formarán un piso superior. *Desmodium*, una leguminosa de forraje, *Canna*, amaranta, *Musa*, bananos,

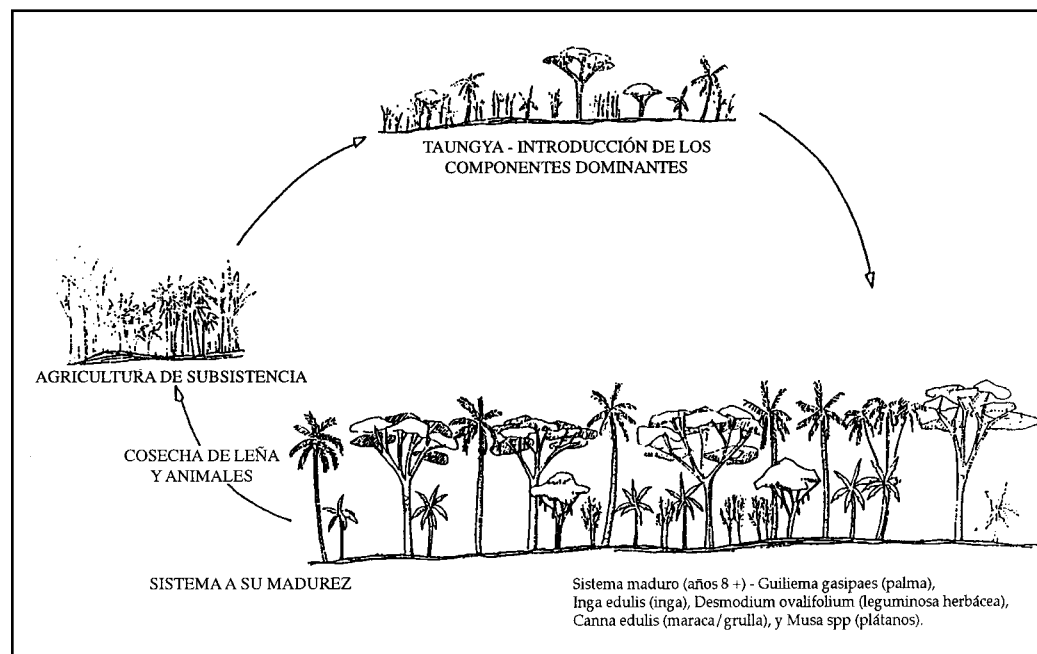


Ilustración 9.5 Rotación de cerdos y productos forestales con cosechas a corto plazo, un sistema de silvopastoreo desarrollado en las pendientes del este de Los Andes en Ecuador bordeando la cuenca del amazón. Durante los años 3 a 8 se producen cerdos y árboles.

también se siembran y forman el sub-piso. Los cerdos utilizan las frutas y el forraje de estas especies. Después de 8 años o más, se puede cosechar la madera para combustible y se puede volver a sembrar el terreno con hortalizas o productos agrícolas por algunos años y después se vuelve a usar el terreno para el ganado.

Esta secuencia de bosque-pastizal se desarrolló para las laderas inferiores de los Andes ecuatorianos y puede ser útil en medioambientes similares en otras partes. Usa el barbecho para producir madera combustible, estabilizar y enriquecer el suelo y producir la carne, que hace mucha falta.

**Práctica de administración de pastoreo**—Hay que determinar la capacidad del terreno, es decir el número de animales que pastorean que puede soportar la unidad de terreno a través del año sin causar daño a largo plazo a los recursos de forraje o del suelo. El ganado pasta selectivamente en las plantas más apetitosas y en áreas accesibles cerca del agua. Hay que controlar sus hábitos de pastoreo sea cercando el terreno o amarrando los animales en distintas partes del área donde van a pastar. Probablemente la mejor manera de asegurar un uso equitativo del pasto sin que se deteriore es a través del pastoreo de rotación y descanso, que conlleva cercar el pasto en parcelas que se pastorean en secuencia por un tiempo y después se dejan descansar. Se requiere una vigilancia estrecha del forraje y el suelo.

Hay otras alternativas para la administración del pasto. Una de ellas es enriquecer el forraje natural con la siembra. Otra es limitar el ganado a un corral y proveerles suplementos de forraje, especialmente si hay una temporada prolongada de sequía; el forraje de vallas vivientes (leguminosas) o silos pueden ser útiles cuando esto ocurre. Tiene que haber agua disponible y se recomiendan postes de sal para la nutrición mineral. Los corrales para el tratamiento de ganado infectado ayudarán a mantenerlos saludables. Otras consideraciones administrativas están fuera del alcance de este manual. Si las actividades de cultivo de bosque-pastizal se consideran un medio viable de producción de madera, se deben consultar a los manuales sobre la administración del pastoreo.

**La silviagricultura en gran escala**—La agroforestación es un plan de producción para suplir madera, alimentos y productos animales o cualquiera de éstos en una unidad administrativa donde se complementen las buenas prácticas agrícolas con el uso juicioso de árboles. La unidad podría ser una finca, una comunidad pequeña o parte de una cuenca hidrológica. Hasta ahora, los ejemplos se han dirigido a los pequeños propietarios localizados fortuitamente dentro de las cuencas hidrológicas. En ocasiones, sin embargo, puede ser práctico desarrollar un programa de agroforestación que abarque una cuenca hidrológica completa.

Una cuenca hidrológica se compone de laderas superiores y topes de los montes donde con frecuencia el suelo no es muy llano, laderas intermedias cuyas pendientes varían considerablemente y laderas inferiores y tierras del piso del valle que suelen ser más fértiles y están mejor irrigadas. Se tiene que tener en cuenta estas diferencias topográficas para planificar la agroforestación en grandes extensiones de tierra o en una cuenca hidrológica. La ilustración 9.6 muestra una topografía planificada para un uso prudente de los recursos forestales.

A las orillas de los caminos, en donde las pendientes son más suaves y los suelos más productivos, se practica la agricultura intensiva. En la pendiente a la izquierda, el uso primario del terreno es para el bosque-pastizal. A mitad de la pendiente al centro, se han usado terrazas intermitentes y siembra mixta. La siembra mixta protege a los

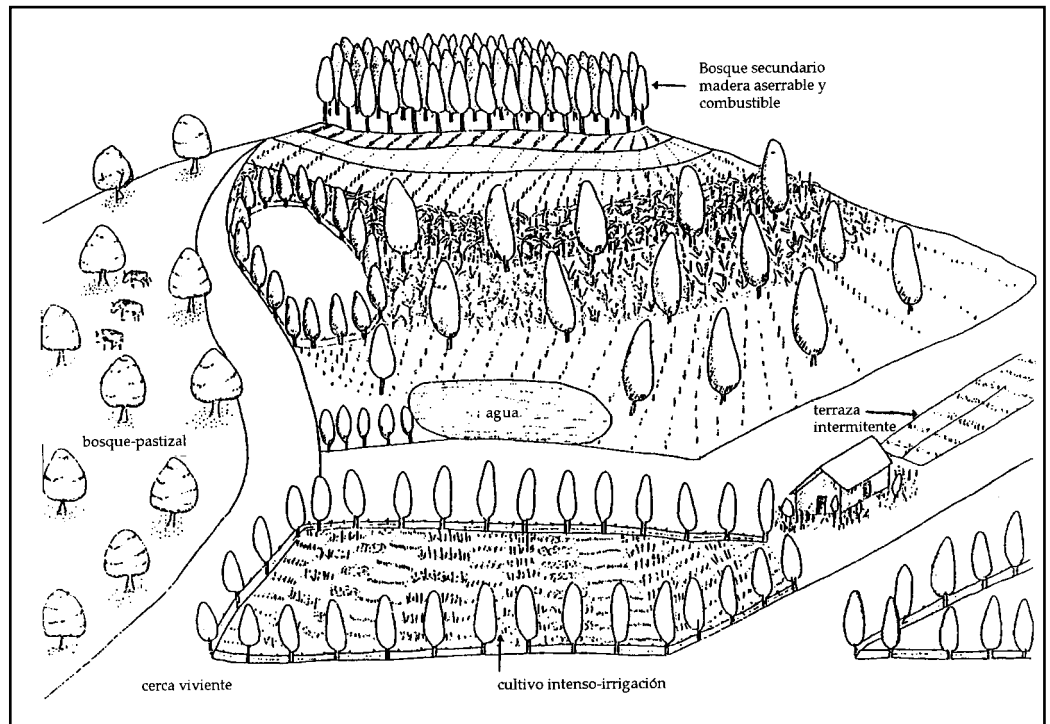


Ilustración 9.6 Usando la agroforestación para aprovechar la topografía. Para una exposición detallada, véase el texto.

suelos y ayuda a reciclar los nutrientes a la vez que se obtienen frutas y productos para preparar bebidas. Las terrazas ayudan a proteger los suelos y a la percolación de la lluvia. Debido a que están enriquecidas por residuos de los cultivos y desperdicios de los árboles que están mezclados con los cultivos, pueden sostener la agricultura continua. El tope se deja como bosque permanente porque es el mejor uso para él. Si se administra correctamente, este bosque puede rendir materiales para la construcción y madera combustible en los procesos de aclareo. El área completa se puede cercar con setos vivientes que también provean forraje para el ganado.

El bloque de bosque en el tope ha sobrevivido intocado. En tal estado le provee ciertas conveniencias al agricultor. Los suelos contienen material orgánico abundante y están atestados de raíces, lo cual mejora la percolación que puede suplirle agua a las capas inferiores. Las tierras más productivas en la ilustración se han usado de acuerdo con sus correspondientes capacidades, y así el agricultor no tiene que cultivar hasta el tope.

**Resumen**—La agroforestación tiene que comenzar con la propiedad del agricultor, no importa su ubicación. Los árboles, el forraje y los productos alimenticios que se siembran tienen que ser los que el agricultor pueda consumir, vender o dar al ganado. Las propiedades más extensas con una topografía más diversa ofrecen la oportunidad de utilizar los terrenos de acuerdo con su capacidad. Las propiedades más pequeñas requieren árboles de usos múltiples y posiblemente arreglos cooperativos entre los agricultores.

## Madera Combustible

Como se desprende de esta exposición, algunos sistemas de agroforestación se aproximan a otros. El barbecho de la siembra cambiante puede ser enriquecido por el taun-gya o la siembra mixta. El bosque pastizal puede tener una fase temporera de cultivo seguido por una fase de siembra mixta de fruta, forraje o madera combustible. Los pastizales se pueden mejorar mediante la introducción de forraje o el uso de árboles en hileras como vayas vivientes. Los sistemas de siembra mixta existentes se pueden mejorar con la introducción de más componentes para intensificar el sistema.

Las zonas de aguda escasez de madera combustible en el trópico americano incluyen El Salvador, Jamaica, la costa del norte de Perú, terrenos peruanos y bolivianos contiguos a las riberas del Lago Titicaca, y algunas regiones del altiplano del sur central de Bolivia. (Ilustración 5.3, A y B). Por regla general, hay déficits de madera a través de la región andina desde Colombia hasta Bolivia, en los 500 km del oriente de Brasil desde la ciudad de Fortaleza hasta la frontera uruguaya, en las regiones centrales de México, en Cuba y en la República Dominicana. Muchas de estas regiones están densamente pobladas con poblaciones que rebasan los cien habitantes por kilómetro cuadrado. A nivel local, los habitantes de casi todos los pueblos o ciudades sufren inconvenientes para conseguir madera combustible.

Se pueden contemplar tres tipos de plantaciones de madera combustible para cumplir con las necesidades del trópico americano en su conjunto:

- La plantación comercial—la producción se usaría para propósitos comerciales. No se discute en esta exposición.
- Plantaciones urbanas—la producción se usaría para la cocina en las grandes zonas urbanas. Las plantaciones se deberían concentrar en parcelas grandes, de ubicación conveniente y probablemente administradas por el gobierno o la empresa privada.
- Plantaciones rurales—la producción sería usada por las comunidades rurales o personas particulares para sus necesidades domésticas. Pueden ser ubicadas en bosques cercados de la comunidad, a la orilla de los caminos, en fajas de abrigo en huertos caseros o en los lindes de la propiedad.

**Identificación de las necesidades**—Se puede tener conocimiento de la existencia de una crisis en los abastos de madera comercial, pero desconocerse la envergadura de la crisis. Para evaluar el problema, el administrador de bosques necesita:

- Determinar los tipos y cantidades de madera combustible u otros tipos de combustibles que se estén usando actualmente.
- Evaluar la posibilidad de usar la madera disponible con mayor eficacia para disminuir la demanda por la madera.
- Considerar aumentar la disponibilidad de madera en el futuro.

Pueden haber estudios que consignent el uso actual de madera. Si no los hay, habrá que determinarlo contando las entregas al pueblo o estimando las ventas de los comerciantes locales. Donde se recoge la madera para uso doméstico, se pueden realizar estimados a nivel del hogar. Si los usuarios son de distintos niveles económicos, habrá que tomar una muestra estratificada para tomar en cuenta estas diferencias.

Probablemente la manera más sencilla de determinar la cantidad de madera a granel es pesándola. A la vez, sería provechoso anotar la especie y si la madera estaba seca o mojada para convertir el peso en volumen. En regiones en que varían las temporadas

del clima, se deben repetir los estudios para obtener estimados anuales confiables. Se debe evaluar también la madera que se convierte en carbón. También es importante otra información adicional pertinente:

- Determinar si la madera está mojada o seca cuando se quema. La madera acabada de cortar normalmente tiene un contenido de agua entre 50 y 100 por ciento. En contraste, la madera secada al aire, por lo regular varía entre 10 y 20 por ciento en el contenido de agua. El secado al aire disminuye el peso, un factor importante en el transporte a larga distancia. También aumenta el valor calorífico de 10 a 20 por ciento. Esto es así porque se requiere calor adicional para evaporar el agua en la madera.
- Determinar si la madera se quema al aire libre o en un horno. El diseño adecuado del horno es importante para conservar la energía. Los envases cerrados son más eficientes que los abiertos.
- Determinar si las viviendas en la región tienen aislamiento, una consideración importante en las zonas frías para disminuir la pérdida del calor a través de las paredes.
- Determinar el número de personas que se ocupan de la venta de madera combustible, el ingreso generado, si los precios están en ascenso o si se requiere más tiempo para recolectar la madera, lo cual podría ser indicio de escasez.

El estudio de las necesidades de madera combustible se podría llevar en conjunto con evaluaciones socio-económicas o trabajo de extensión agrícola. La información adicional pertinente es importante porque podría llevar a un uso más eficaz de los recursos existentes y futuros de la madera combustible. El estudio también debe proveer información sobre la demanda futura que se pueda anticipar. El aumento en la población local o disminución de la disponibilidad de madera combustible pueden afectar la cantidad usada al cabo del tiempo.

**Consideraciones biológicas**—Una especie ideal de árbol para la producción de madera combustible tendría la mayor cantidad posible de las siguientes características:

- La especie sería resistente a las deficiencias en los nutrientes en el suelo, la sequía, los insectos y la mala administración.
- Debe haber semilla disponible a un costo módico.
- El volumen de producción por unidad debería ser tal que se pudieran emplear rotaciones a corto plazo, quizás de 5 a 8 años, dependiendo del lugar.
- La especie se limpiaría después del corte para acortar la segunda rotación y disminuir la necesidad de mano de obra.
- La especie tendría un peso específico alto (peso seco) lo cual rinde más energía.
- La especie no sería huésped de plagas agrícolas.
- La especie sería fácil de cortar y no produciría mucha chispa al quemarse. Sería resistente a la pudrición o ataques de insectos en el proceso de secarse, y no expediría olores desagradables a la comida que se está cocinando o causar reacciones alérgicas.
- La especie no debe tener espinas o crecer torcido, los cuales hacen más difícil el apeo y el almacenaje.

- La especie proveería múltiples beneficios tales como el enriquecimiento del suelo mediante la fijación del nitrógeno, alimentos para humanos y animales, usos medicinales, su valor como valla ó seto viviente o para la apicultura.

**Consideraciones sociales**—Las especies que se usen para madera combustible deberían ser aceptables para la comunidad local, por ejemplo, especies conocidas y de valor reconocido para la producción de madera combustible. Los valores estéticos podrían ser una consideración también si los árboles se siembran adyacente a la comunidad.

Puede haber resistencia a la introducción de mejores hornos por ser desconocidos o por falta de educación sobre su valor. El uso de materiales y destrezas propias de la cocina tradicional puede hacerlos más aceptables. Se requiere cierta adaptación y el cambio se va a lograr sólo con el estímulo y la educación con respecto a las ventajas que se obtendrían.

**Consideraciones administrativas**—La actual crisis de escasez de madera combustible ha sido causada por la “minería” de los recursos de madera, es decir, usarlos sin reemplazarlos. La cosecha ineficiente y la quema de recursos existentes agrava el problema. Las principales maneras de aliviar la crisis son:

- Usar la madera combustible de manera más eficiente. El actual uso de la madera por los habitantes de las zonas rurales se estima en un metro cúbico por persona por año, con alguna variación según el clima, tamaño de la familia y los hábitos de cocina. La madera seca quema de manera más eficiente. Si se quema de la manera indicada en un horno cerrado, se reduce la necesidad de combustible a la mitad. Si se usan ollas cerradas bien diseñadas que quepan justo en los espacios de cocina, es posible ahorrar otro treinta por ciento de combustible y se reduce el tiempo de cocina. El efecto neto es un ahorro de dos terceras part del combustible para la familia rural promedio de seis personas. Estos ahorros se traducen en una menor demanda sobre los recursos existentes de madera. No se puede hacer demasiado hincapié sobre la importancia potencial de aliviar la crisis de madera combustible a través de un uso más eficiente de los recursos de madera.
- Desarrollar las facilidades para el secado al aire libre de la madera combustible. El tiempo requerido para el secado al aire varía de acuerdo con la especie, el tamaño de la madera y el clima y por lo general varía entre 2 meses a 1 año. Se requiere un punto medio en los climas húmedos para evitar que se deteriore la madera. Hay que coordinar el corte, el almacenaje para el secado al aire libre y el uso.
- Hay que desarrollar nuevas fuentes de madera combustible y esto requiere que haya el terreno, la mano de obra y el tiempo. La ubicación es de suma importancia para los bosques de la comunidad, para asegurar que se minimicen los costos de transporte y mano de obra. Posibles candidatos son los terrenos públicos, propiedades de la comunidad o grandes propiedades privadas. Un uso más eficiente de los terrenos agrícolas podrían liberar a los terreros menos productivos para las plantaciones de madera combustible. Cualquiera de los sistemas de agroforestación que se hayan mencionado aquí son fuentes posibles de madera combustible para las personas particulares.
- Se debe determinar el número y el tamaño de las plantaciones a partir de la identificación de las necesidades locales de madera combustible. El espaciamiento es estrecho y las rotaciones son cortas. Los aclareos, donde sea posible, permitirían



la producción de madera de mayores dimensiones para otros usos. Se debe mantener una relación de la cosecha de madera para propósitos de la planificación comunitaria y para usarse en otras áreas.

**Especies satisfactorias de madera combustible**—Se han identificado muchas especies satisfactorias de madera combustible (Anejo V). Estas se han dividido entre los árboles de mayor utilidad en el trópico húmedo, las alturas tropicales y las regiones áridas y semi-áridas.

**Carbón**—Se puede producir el carbón de cualquier madera. Lo típico es el uso de hornos de tierra. Se coloca la madera en pilas, se cubre de tierra y se deja a fuego lento por varios días. Se pierde entre 70 y 90 por ciento de la energía de la madera en estos hornos y algo menos en los hornos de ladrillo o acero. El producto, el carbón, tiene aproximadamente dos veces el valor calorífico de la madera.

El carbón ofrece muchas ventajas. Es fácil de transportar, se quema sin humo o alquitrán, añade un sabor agradable, no se deteriora en el almacenaje y se adapta a muchas prácticas de cocina. Sin embargo, se paga un precio por esto: la energía que se pierde para producirlo. Cuando el mercado de combustible está cerca, es más eficiente usar la madera directamente. El carbón puede ser competitivo cuando la fuente de madera combustible está lejos de los usuarios. Todo el carbón se debe producir de la madera secada al aire libre.

Se puede obtener una conversión más eficiente de la madera si se produce el carbón en calderas, las cuales permiten la colección de gas y productos secundarios destilables. Sin embargo, son costosas y requieren una inversión en otro equipo; funcionan mejor en gran escala.

## Bibliografía Seleccionada

- Abeyratne, E.L.F. 1956.** Dry land farming in Ceylon. *Tropical Agriculturist* 112:191-229.
- Abruña, F., J. Vicente-Chandler, S. Silva y W. Gracia. 1965.** Productivity of nine coffee varieties growing under intensive management in full sunlight and partial shade in the coffee region of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 49(2):244-253.
- Aguirre, C.B. 1977.** Comportamiento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, asociado con maíz (sistema "Taungya"), en dos espaciamientos con y sin fertilización. Tesis Mag. Sc., Universidad y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 130 p.
- Aldrich, S.R. 1972.** Some effects of crop-production technology on environmental quality. *Bioscience* 22:90-95.
- Arroyo Aguilu, J.A. 1976.** Consideraciones generales sobre el ensilaje de forrajes. *Agricultura al Día* 22(1-6):24-27.
- Bedard, P.W. 1960.** Shifting cultivation: benign and malignant aspects. In *Fifth World Forestry Congress* 3:2016-2021.
- Bishop, J.P. 1959.** Prácticas forestales de interés para el cultivo de café. *Turrialba* 1(3):49-52.
- Bishop, J.P. 1978.** The development of a sustained yield tropical agroecosystem in the upper Amazon. *Agro-Ecosystems* 4:459-461.

- Bishop, J.P. 1979.** Family agricultural-swine-forestry production in the Spanish American humid tropics. En Workshop agro-forestry systems in latin america. G. de los Salas (editor). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. p. 140-144.
- Bodowski, G. 1978.** Food from the forest. Eighth World Forestry Congress, Djakarta, Indonesia. 20 p.
- Camargo de León, S. 1971.** Especies utilizadas tradicionalmente como sombra de Guatemala. Revista Cafetalera (Colombia) 105:25-26.
- Camargo de León, S. 1971.** La sombra en el café. Revista Cafetalera (Guatemala) 105:20-24.
- Coene, R. de 1956.** Agricultural settlement schemes in the Belgium Congo. Tropical Agriculture (Trinidad) 33:1-12.
- Combe, J. 1982.** Agroforestry techniques in tropical countries: potential and limitations. Agroforestry Systems 1:13-27.
- Combe, J., H. Jiménez Saa y C. Monge. 1981.** Bibliography on tropical agroforestry. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 67 p.
- Conklin, H.C. 1963.** The study of shifting cultivation. Current Anthropology 2:27-61.
- Dasmann, W. 1945.** A method for estimating carrying capacity of range lands. Journal of Forestry 43(6):400-402.
- Denevan, W.M., J.M. Treacy, J.B. Alcorn, C. Padoch, J. Denslaw, y S. Flores Paitan. 1984.** Indigenaus agroforestry in the peruvian Amazon: Bora Indian managment of swidden fallows. Interciencia 9(6):346-357.
- Espino-Caballero, R.F. 1976.** Productividad de maíz (*Zea mays* L.) y frijol de costa (*Vigna sinensis* Endl.) asociados dentro de una plantación forestal en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 78 p.
- FAO. 1974.** Shifting cultivation and soil conservation in Africa: papers presented at the FAO/SIDA/ARCN regional seminar, Ibadab, Nigeria, July 2-21, 1973. Rome, Italy. 248 p.
- FAO. 1957.** Shifting cultivation. Tropical Agriculture (Trinidad) 34:159-164.
- FAO. 1977.** Forestry for local community development. FO:MISC/77/22. Rome. 113 p.
- Grijpma, P. 1969.** *Eucalyptus deglupta* Bl., una especie forestal prometedor para los trópicos húmedos de América Latina. Turrialba 19:267-283.
- Gutiérrez-Zamora, G. y B. Soto. 1976.** Árboles usados como sombra en café y cacao. Revista Cafetalera 159:27-32.
- Hart, R.D. 1975.** A bean, corn and manioc polyculture cropping system. II. A comparison between the yield and economic return from monoculture and polyculture cropping systems. Turrialba 25:377-384.
- Holdridge, L.R. 1951.** The alder, *Alnus acuminata*, as a farm timber tree in Costa Rica. Caribbean Forester 12(2):47-53.

- Holdridge, L.R. 1957.** Árboles de sombra para el cacao. Un manual de curso de cacao. Servicios Técnicos de Café y Cacao, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. p. 113-117.
- Hormav, A.L. 1970.** Principles of rest-rotation grazing and multiple-use land management. Training text no. 7. USDA Forest Service, Washington, DC. 261 p.
- Hunter, J.R. 1959.** A new guide to land use planting in tropical areas. Inter American Institute of Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- Hunter, J.R. y F. Camacho, 1961.** Some observations on permanent mixed cropping in the humid tropics. Turrialba 11:26-33.
- Huxley, P.A.** Experimental work with trees and shrubs for use in agroforestry systems. L. Buck (editor). Kenya national seminar on Agroforestry. International Council for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya. p. 75-80.
- King, K.F.S. 1968.** Agri-silviculture (the taungya system). Department of Forestry, University of Ibadan, Nigeria. 109 p.
- Kracht, U. 1973.** New high-protein foodstuffs to improve the consumption of protein in developing countries. Plant Research and Development 1:121-130.
- Llorane, A.A., C.J. Torres y J. Vicente-Chandler. 1976.** Gastos e ingresos de establecer siembras intercaladas de café. Publicación 105. Colegio de Ciencias Agrícolas y Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico. 15 p.
- Lozano Jiménez, O.R. 1962.** Postes vivos para cercas. Turrialba 12:150-152.
- MacKinnon, J.C. 1976.** Design and management of farms as agricultural ecosystems. Agro-Ecosystems 2:277-291.
- Marrero, J. 1954.** Especies del género Inga usadas como sombra de café en Puerto Rico. Caribbean Forester 15:54-71.
- Martin, F.W. y R.M. Ruberté. 1975.** Edible leaves of the tropics. Mayagüez Institute of Tropical Agriculture, Mayagüez, Puerto Rico. 235 p.
- Martin, F.W. y R.M. Ruberté. 1980.** Techniques and plants for the tropical subsistence farm. USDA Agricultural Research, Science and Education Administration, New Orleans, LA. 56 p.
- Martin, F.W., L. Telek y R. Ruberté. 1977.** Some tropical leaves as feasible sources of dietary protein. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 61:32-40.
- McIlroy, R.J. 1972.** An introduction to tropical grassland husbandry. Oxford University press, Oxford, England.
- Moangi, H.O. y P.A. Huxley (editors). 1979.** Soils research in agroforestry. International Council for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya. 584 p.
- Mollison, B.C. y D. Holmsten. 1978.** Permaculture 1: a perennial agricultural system for human settlements. Transworld Publishers Pty. Ltd, Melbourne, Australia. 128 p.
- Mortensen, E. y E.T. Bullard. 1970.** Handbook of tropical and subtropical horticulture. U.S. Department of State, Agency for International Development, Washington, DC. 186 p.

- Murray, D.B. 1957.** Shade trees for cacao. Imperial College of Tropical Agriculture report of cacao research, 1955-56. St. Augustine, Trinidad. p. 45-47.
- Nair, P.K.R.** Plant association and agroforestry land use practices with coconuts and other tropical plantation crops. P.A. Huxley (editor). Plant Research and Agroforestry. International Council for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya.
- National Academy of Sciences. 1975.** The underexploited tropical plants with promising economic results. Washington, DC. 188 p.
- National Academy of Sciences. 1975.** The winged bean, a high-protein crop for the tropics. Washington, DC. 41 p.
- National Academy of Sciences. 1977.** *Leucaena*, a promising forage and tree crop for the tropics. Washington, DC. 115 p.
- Newton, K. 1960.** Shifting cultivation and crop rotations in the tropics. Papua New Guinea Agricultural Journal 1:81-118.
- Nye, P.H. 1958.** The relative importance of fallows and soils in storing plant nutrients. Journal of West African Science Association 4:31-49.
- Ochse, J.J., M.J. Soule, Jr., M.J. Dijkman y C. Wehlburg. 1961.** Tropical and subtropical agriculture. Volumes I and II. The Macmillan Company, New York. 1446 p.
- Peck, R. 1976.** Sistemas agro-silvopastoriles como una alternativa para la reforestación en los trópicos americanos. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales, Mérida, Venezuela. 13 p.
- Randhawa, M.S. 1977.** Farm forestry and social forestry in Punjab. Indian Farming 26(11):75-89, 92.
- Rehm, S. y G. Espig. 1976.** Plant sources of protein in the tropics. Plant Research and Development 4:7-15.
- Rodríguez, S.J., R. Bosque Lugo, R. Pérez-Pérez, y A. Morales Muñoz. 1966.** Effect of planting distances on shaded coffee yield in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 50(2):82-86.
- Roseveare, G.M. 1948.** The grasslands of Latin America. Imperial Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin (United Kingdom) 86:164-178.
- Salas, G. de las. (editor). 1979.** Workshop agroforestry systems in Latin America. Turrialba, Costa Rica CATIE. 220 p.
- Samaka Service Center. 1973.** The Samaka guide. Manila, Philippines.
- Sánchez, P.A. 1972.** Soil management under shifting cultivation. In a review of soils research in tropical Latin America. P. Sánchez (editor). North Carolina Agricultural Experiment Station in cooperation with U.S. Agency for International Development. p. 46-47.
- Sicoo Smit, G. 1971.** Notas silviculturales sobre el *Alnus jorullensis* de Caldas, Colombia. Turrialba 21:83-88.
- Vicente-Chandler, J., F. Abruña, R. Caro-Costas, J. Figarella, S. Silva y R.W. Pearson. 1974.** Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. Bulletin 233. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico. 164 p.

- Vicente-Chandler, J., F. Abruña y S. Silva. 1966.** Effect of shade on yields of five crops in the humid mountain region of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 50(3):218-230.
- Warmke, H.E., R.H. Freyre y J. García. 1952.** Evaluation of some tropical grass-legume associations. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 29:115-121 .
- Watters, R.F. 1971.** Shifting cultivation in Latin America. FAO Forestry Development Paper No. 7. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Weaver, P.L. 1979.** Agri-silviculture in tropical America. *Unasyuva* 31(126):2-12.
- Whyte R.O., T.R.G. Moir y J.P. Cooper. 1959.** Las gramíneas en la agricultura. FAO Estudios Agropecuarios No. 42. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 464 p.
- Whyte, O., G. Nilsson-Leissner y H.C. Trumble. 1953.** Legumes in agriculture. FAO Agricultural Studies No. 21. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 367 p.
- Wilken, G.C. 1972.** Microclimate management by traditional farmers. *Geographical Review* 62:544-560.
- Wilken, G.C. 1977.** Integrating forest and small-scale farm systems in middle America. *Agro-Ecosystems* 8:291-802.
- Whitwer, S.H. 1974.** Maximum production capacity of food crops. *Bioscience* 24:216-224.
- American Forests. 1973.** Volume 84, Number 10. Seven articles on wood energy.
- Arnold, J.E.M. 1978.** Wood energy and rural communities. Eighth World Forestry Conference, Jakarta, Indonesia. 32 p.
- Arnold, J.E.M. y J. Jongma. 1977.** Fuel forests: a spreading energy resource in developing countries. *Unasyuva* 29(118):2-9.
- Burley, J. 1978.** Selection of species for fuelwood plantations. Eighth World Forestry Congress, Jakarta, Indonesia. 14 p.
- Eckholm, E. 1975.** The other energy crises: firewood. *Worldwatch Paper* 1. Worldwatch Institute, Washington, DC. 22 p.
- Evans, I. y D. Wharton. 1977.** The Lorena mudstove: a wood conserving cookstove. *Appropriate Technology* 4:8-10.
- FAO. 1978.** Forestry for rural communities. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 5 p.
- FAO. 1981.** Map of the fuelwood situation in the developing countries. *Unasyuva* 33 suppl. 31 p. + app. and map.
- FAO. 1981.** Wood energy 1. (Seven articles on wood energy). *Unasyuva* 33 (131).
- Indian Forester. 1981.** Volume 107 (12). (Fourteen articles on wood energy).
- Rose, D.W. 1977.** Cost of producing energy from wood in intensive cultures. *Journal of Environmental Management* 5:23-35.

## Madera para Leña

**Smith, N.J.H. 1981.** Fuel forests; a spreading energy resource in developing countries.  
Interciencia 6(5):336-343.

**Unasyva. 1981.** Wood energy 2. (Five articles on wood energy). Volume 33 (133).



# Glosario

**Ablación**—Desgaste de las superficies de las rocas o de los ventisqueros, producido por la energía cinética del goteo o las corrientes de agua.

**Abrasión**—Desgaste producido por la fricción.

**Abrigo vegetal/Pajuzo**—Una cubierta suelta en la superficie de la tierra, puede ser natural (hojarasca) o aplicada deliberadamente (ej. yerba cortada, paja, follaje) o hecha de materiales artificiales (celofán, plástico, papel metálico y papel). Se usa principalmente para conservar la humedad del suelo y evitar el crecimiento de yerbajos.

**Abundancia**—Una medida aproximada del número de individuos de una especie en una comunidad.

**Aclareo**—Corta de parte de los árboles de un rodal, antes de la edad de su cortabilidad económica, para estimular el crecimiento y mejorar la calidad de los demás o la composición del rodal, o su estado sanitario, o favorecer la descomposición de la hojarasca y con estas medidas aumentar la producción total, aprovechando de paso unos productos intermedios que en otro caso habrían de perderse. Hay varias clases de aclareos, basada cada una en la forma distinta de seleccionar los pies que se van a cortar.

**Aleatorio**—Al azar, que no tiene o parece tener ningún orden o regularidad, propósito o patrón definido; en probabilidad (estadísticas) que tiene igual probabilidad de ocurrir que cualquier otro miembro de un conjunto.

**Arboreto**—Es un área donde se siembran y cultivan varias especies de árboles, con frecuencia exóticas.

**Aristas**—En madera, el borde formado por la intersección de dos superficies.

**Banco de clón**—Sitio donde se almacena el clón.

**Banco genético**—La suma de todos los genes en un grupo de organismos compatibles sexualmente. En una acepción amplia, los bosques naturales o las plantaciones artificiales tanto de especies indígenas o exóticas son bancos genéticos; en un sentido más restricto también lo son los sembrados de semillas, las colecciones de procedencia, los bancos de genes de árboles y los arboretos.

**Biomasa**—La cantidad total (peso/área) de material orgánico procedente de plantas y animales en una comunidad de organismos de una o más especies.

**Biotemperatura**—El alcance entre la temperatura mínima y máxima de temperaturas dentro de las cuales el crecimiento vegetativo ocurre. Se estima que se encuentra entre 0 °C como mínimo y 30 °C como máximo. La biotemperatura promedio anual es la medida de calor que se utiliza en los mapas de zonas de vida. La biotemperatura promedio es el promedio de las temperaturas en grados celsius al cual el crecimiento vegetativo ocurre en un lugar específico durante un año.

**Bosque natural**—Una comunidad de árboles en condición lo más natural posible, que ejemplifica vegetación típica o única y que se asocia a unas características bióticas, de suelo, geológicas y acuáticas particulares. La unidad se mantiene en su condición natural permitiendo que los procesos básicos y biológicos operen sin la intervención directa del ser humano.



**Brinzal**—Término adjudicado a un árbol joven que sobrepasó la etapa de plántula pero aún no ha llegado a poste. Por ejemplo, mayor de unos cuantos pies (mayor de 1 m) de altura y de una pulgada (2.5 cm) más o menos en dap.

**Calibrador**—Un instrumento para determinar el diámetro de los árboles o los leños. La medida se toma de la proyección rectangular del tronco en una regla por medio de dos brazos unidos en ángulo recto uno de los cuales se desliza sobre la regla para marcar o indicar la medida en ésta.

**Cambio**—La capa de tejido regulador comúnmente dispuesta entre el xylema (madera) y floema (líber) secundarios.

**Capacidad de sostenimiento**—El número de organismos de una especie y calidad particular que pueden sobrevivir, sin causar deterioro, en un ecosistema en las condiciones ambientales más desfavorables que pueden ocurrir dentro de un intervalo de tiempo establecido.

**Característica**—Un atributo de un organismo resultante de la interacción de un gene o genes con el medio ambiente.

**Chancro/Cancro**—En un árbol, una lesión muerta localizada y definida de la corteza y el cambio.

**Chapa**—Una lámina delgada de madera de espesor uniforme, que se produce por corte rotativo, en lascas por aserramiento.

**Cicatriz**—Estructura de tejido que se produce en las plantas en respuesta a una irritación causada por un organismo ajeno, comúnmente un insecto o algún otro agente.

**Clasificaciones de productividad de la tierra**—Las clasificaciones de la productividad de la tierra es una de un número de agrupaciones interpretativas hechas primordialmente para propósitos agrícolas. Las tierras arables son agrupadas de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para la producción continuada de cultivos de cosechas comunes; las tierras no arables son agrupadas de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente y de acuerdo a los riesgos de dañar la tierra si mal manejada.

Cuatro características principales se usan para determinar la clasificación de la productividad de la tierra:

- La textura dominante del perfil de tierra
- Escorrentía natural
- Declive
- Cantidad de erosión

**Clímax**—El estado de madurez o culminación en la sucesión vegetal para un medio ambiente particular en la cual la vegetación logra una condición de gran estabilidad.

**Clón**—Un grupo de plantas obtenido por reproducción asexual de una sola planta madre. Tales plantas son, por lo tanto, de la misma constitución genética.

**Clorosis**—Una anormal coloración amarillenta de las hojas, con frecuencia síntoma de una deficiencia mineral, infección viral, falta de luz solar o estrangulación de la raíz o el tallo.

**Comunidad**—Una combinación de poblaciones que viven en un área determinada a un hábitat físico; es una unidad organizada al extremo que tiene características adicionales a las de cada individuo o población componente y funciona como una unidad a través de transformaciones metabólicas acopladas. Es la parte viviente del ecosistema.

**Copa**—La parte superior de un árbol o planta leñosa, contiene el sistema principal de ganchos y follaje. La base de la copa se define como la parte inferior de ésta que surge de un tallo más o menos libre de ganchos y follaje.

**Corte de regeneración**—Cualquier remoción de árboles realizada con la intención de ayudar a la renovación de una cosecha de árboles existente.

**Cromosoma**—Cuerpos filiformes presentes en el núcleo de la célula, que llevan en sí las unidades de herencia (genes). Generalmente son constantes en número y forma, dentro de cada especie.

**Diámetro a la altura de pecho (dap)**—Diámetro (ancho) de un árbol medido a la altura del pecho o de 1.30 a 1.37 m (4 pies 3 pulgadas a 4 pies 6 pulgadas).

**Deflección**—Modificación en la posición normal de una pieza, producida por la aplicación de una carga.

**Denudación**—Despejar el suelo de la cubierta vegetal o de las capas de materia orgánica.

**Dominante**—El componente de una comunidad, típicamente una especie, que ejerce la mayor influencia en la misma ya sea por su forma y/o mayor abundancia.

**Dosel**—La cubierta de ganchos y follaje más o menos continua formada colectivamente por las copas de los árboles adyacentes y por las enredaderas.

**Ecosistema**—Cualquier unidad que incluye todos los organismos (ejemplo comunidad) en un área en particular interactuando con el ambiente físico de modo que los flujos de energía y materia están claramente definidos.

**Edáfico**—Pertenciente al suelo en sus relaciones ecológicas. Cualquier característica o condición del suelo—generalmente física o química—que influencia los organismos.

**Erosión**—El efecto producido en la superficie del terreno por la acción combinada de su meteorización y alteración biológica, ablación, denudación y abrasión.

**Espeque**—Cualquier porción sin raíz de una planta que se utiliza para injertos o para desarrollar plántulas.

**Evapotranspiración**—La conversión total del agua, ya sea superficial o en humedad del suelo por evaporación y por la transpiración de las plantas, en vapor de agua que se libera a la atmósfera.

**Exótico**—Que no es nativo, de otro país.

**Fenología**—Se refiere a las relaciones entre el clima y los fenómenos biológicos periódicos.

**Floema**—Tejido especial relacionado con el traslado y depósito de sustancias alimenticias en las plantas.

**Forestación**—El establecimiento de una cosecha de árboles en un área donde éstos han estado ausentes por un largo tiempo o donde no ocurren naturalmente. En aquellos casos en que este esfuerzo resulta infructuoso y se repite el proceso se llama reforestación.

**Fuste**—El tronco de un árbol que ha crecido a un espesor significativo o sea cuando ya es útil para rendir madera.

**Gameto**—Una célula reproductiva masculina o femenina.

**Gema**—Corteza o falta de madera, por cualquier causa, que se presenta en aristas de una pieza de madera escuadrada. Tal madera se llama gemosa.

**Gene**—La unidad básica de la herencia que se asocia comúnmente a una posición fija en un cromosoma, se transmite a través de los gametos a la progenie y gobierna la transmisión y el desarrollo de las características hereditarias.

**Gravedad específica**—La gravedad específica de la madera resulta de la razón entre el peso de una muestra de ésta secada al horno al peso del volumen de agua igual al volumen de la muestra, de una humedad específica estipulada.

**Hibridación**—El apareamiento de individuos genéticamente diferentes para producir híbridos o cruzados.

**Hojarasca**—La capa superficial de desperdicio orgánico en el suelo del bosque, esencialmente el material vegetal recién caído y solo parcialmente descompuesto; consiste primordialmente de hojas pero también incluye fragmentos de corteza, ganchitos, flores, frutas etc.

**Homoclima**—Lugares que tienen climas similares.

**Impedancia**—La resistencia del agua a pasar a través de una película.

**Infiltración**—La penetración del agua hacia adentro de la tierra.

**Injertos**—Colocar una porción—el injerto de una planta en contacto cambial íntimo con la capa cambial de la otra planta o de otra parte de la misma planta (generalmente sembrada), con la intención de lograr una unión vegetativa entre ambas partes; el injerto es desprendido de su planta progénita antes o después de realizada la operación.

**Isobarra**—Una línea en un mapa o diagrama dibujada a través de lugares o puntos con igual presión barométrica.

**Isoterma**—Una línea en un mapa o diagrama que pasa a través de lugares o puntos que tienen la misma temperatura durante un periodo determinado.

**Madera aserrable**—Un tronco de tamaño y calidad apropiada para producir madera cortada por sierra a cualquier tamaño.

**Método de corta baja o a matarrasa**—Sistema silvicultural en el cual las cosechas se originan de tocones, pero algunas veces en menor parte de renuevos o semillas y la rotación es generalmente comparativamente de corta duración.

**Microclima**—Generalmente el clima de un área pequeña, especialmente si difiere significativamente del clima general de la región debido a características específicas del área.

**Monocultivo**—El cultivo de cosechas de una sola especie.

**Monte bajo con resalvos**—Corte de árboles a monte bajo para que se reproduzcan por rebrotes de una yema cercana a la base o tocón.

**Muestra de chapa**—Una lámina de madera decorativa.

**Necrosis**—La muerte de una célula o tejido mientras forma parte de un organismo vivo.

**Núcleo**—Un cuerpo de protoplasma especializado que contiene los cromosomas que se encuentran en casi todas las células.

**Objetivo**—Un propósito y finalidad de una acción; algo hacia lo cual se dirigen los esfuerzos.

**Ortet**—La planta original de la cual se han derivado otras por reproducción asexual.

**Percolación**—La penetración del agua a través de la tierra o la roca.

**Permeabilidad**—La capacidad de la tierra o roca para permitir que el aire, el agua o las raíces de las plantas la penetren o le pasen a través.

**Plaga**—Un organismo que ocurre en tal número o de tales características que resulta detrimental al ser humano o sus intereses.

**Población**—Una comunidad de individuos que comparte un banco genético común. Un grupo de individuos de una sola clase de organismo.

**Poda total**—Aprovechamiento de una masa para varios productos, utilizando la mayor cantidad posible de la madera en pie.

**Procedencia**—Fuente geográfica o lugar de origen de un lote de semillas o de polen; en sentido estricto, la localidad geográfica de la que provienen el árbol o árboles padres y dentro de la cual se ha desarrollado, por selección natural, su constitución genética.

**Reflectividad**—Capacidad de una superficie para reflejar o rebotar los rayos.

**Reproducción vegetativa**—Reproducción y crecimiento asexual en las plantas. Por ejemplo, de los tallos en vez de los estámenes, por el desarrollo de raíces en esquejes en vez del crecimiento por semilla.

**Roca madre**—La masa mineral de la cual se desarrolla el suelo.

**Selección en masa**—En genética, la elección de cierto número de individuos que se destacan por un carácter determinado. La semilla a granel de todos esos individuos, se emplea después para la obtención de las generaciones sucesivas.

**Sistema de silvicultura**—Es el método utilizado para producir o regenerar una cosecha de árboles. Casi todas las plantaciones tropicales son producidas por la siembra de plántulas en vez de por riego de semillas. Al llegar a su madurez los árboles son cortados y replantados en vez utilizar la regeneración natural. El método de regeneración de los troncos o las raíces (resalvos) es importante cuando resulta práctico y las cosechas tienen rotaciones breves o a corto plazo.

**Taninos**—Substancias complejas solubles en agua que se encuentran en las hojas, frutas, corteza, raíces o tallos de muchas plantas que contienen ácidos tánicos. Estas sustancias se utilizan para (teñir) pintar y muchas otras aplicaciones comerciales.

**Transpiración**—Proceso por el que el agua (en estado gaseoso) abandona el follaje u otras partes de las plantas vivas, incorporándose a la atmósfera.

**Viabilidad**—Germinabilidad o capacidad de una semilla, espora o grano de polen para comenzar a crecer y desarrollarse para unas condiciones ambientales dadas.

**Xylema**—El principal tipo de tejido que provee sostén y conduce agua en los tallos, hojas y raíces. Se caracteriza por la presencia de los vasos conductores de agua.

## Equivalencias al Sistema Métrico

A continuación se presenta una lista de las equivalencias métricas para peso, volumen y unidades de área y lineares utilizadas en las tablas.

### Largo

Centímetro	= 0.337 pulgadas
Metro	= 3.23 pies
Kilómetro	= 0.621 milla estatutoria
Kilómetro	= 0.5396 milla náutica
Pulgada	= 2.540 centímetros (o 100 millas)
Pie	= 30.48 centímetros
Yarda	= 0.914 metros
Vara (16.5 pies)	= 5.029 metros
Milla estatutoria (1,760 yardas)	= 1.61 kilómetros

### Área

Hectárea	= 2.471 acres
Acre	= 0.405 hectárea

### Volumen

Litro	= 1.05 cuartillo, U.S.
Cuartillo, líquido, U.S. (32 onzas)	= 0.946 litro
Cuartillo, imperial (40 onzas)	= 1.136 litro
Galón, U.S. (4 cuartillos)	= 3.785 litro
Galón, imperial	= 4.546 litro

### Peso

Gramo	= 0.35 avoirdupois onza
Kilogramo	= 2.205 avoirdupois lbs
Tonelada métrica	= 0.984 tonelada larga/bruta
Tonelada métrica	= 1.102 tonelada neta/corta
Libra avoirdupois (16 onzas)	= 0.4536 kilogramo
Onza avoirdupois	= 28.35 gramos

Onza (Líquida Británica)	= 29.57 ml
Tonelada bruta/larga (2240 libras)	= 1.016 tonelada métrica
Tonelada neta/corta (2000 libras)	= 0.907 tonelada métrica

**Otras conversiones**

Pulgada cuadrada	= 6.45 centímetros cuadrados
Libras por pulgada cuadrada	= 2.11 gramos por centímetro
30 libras por pulgada cuadrada	= 2.11 kilogramos por centímetro
Libras por cuerda	= 1.12 kilogramos por hectárea
Galones por cuerda	= 9.35 litros por hectárea
Libras por galón	= 0.12 kilogramos por litro



# Apéndice I

Bibliotecas y centros de información de dasonomía en América Tropical.

## **Argentina**

Biblioteca Central  
Facultad de Agronomía  
Universidad de Buenos Aires  
Ave. San Martín 4453  
1417 Buenos Aires, Argentina

Biblioteca Central  
Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Bv. Pellegrini 3100  
Santa Fe, Argentina

Biblioteca del Instituto Forestal Nacional  
Ave. Pueyrredon 2446 - Planta Baja  
Buenos Aires, Argentina

Centro de Documentación  
Dirección General de Investigación y Desarrollo  
Sección de Planeamiento  
25 de Mayo 128  
3300 Posadas, Misiones, Argentina

Centro de Información Bioagropecuaria y Forestal  
Dirección de Bibliotecas  
Universidad Nacional de Nordeste  
Ave. Las Heras 727  
Resistencia, Chaco, Argentina

Centro de Estudios Bosque Subtropical  
Universidad de La Plata  
Casilla de Correo No. 40  
El Dorado, Misiones, Argentina

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)  
Chile 460  
1098 Buenos Aires, Argentina

Escuela Superior de Bosques  
Universidad Nacional de La Plata  
Villa Elisa (Parque Pereira Iraola)  
Casilla de Correo No. 8  
Provincia de Buenos Aires, Argentina

Escuela de Ingeniería Forestal  
Universidad Nacional de Nordeste  
España 342  
Provincia de Formosa, Argentina



Instituto de Ingeniería Forestal  
Universidad Nacional de Córdoba  
Calle Independencia 341  
Provincia de Santiago del Estero, Argentina

### **Brasil**

Biblioteca Nacional de Agricultura-BINGARI  
Sector Comercial Norte Quadra/2-Bloco/E  
Caixa Postal 102432  
70.710 Brasilia, DF, Brasil

Biblioteca  
Escola Superior de Florestas  
Universidad Federal de Vicosa  
Vicosa, Minas Gerais, 36.570, Brasil

Biblioteca  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia  
Estrada do Aleixo 1756  
CEP 69000 Manaus, AM, Brasil

Biblioteca Central  
División de Documentación e Intercambio  
Universidade Federal do Mato Grosso  
Av. Fernando Correio S/No.  
78.000 Cuiaba, MT, Brasil

Biblioteca Central  
Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
Caixa Postal 7141  
Sao Paulo, Brasil

Biblioteca Sector de Ciencias Agrarias da U.F.P.  
Caixa Postal 672  
80.000 Curitiba, Parana, Brasil

Centro de Documentacao e Informacao  
Biblioteca  
Caixa Postal 7  
45.600 Itabuna, Bahia, Brasil

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria/EMBRAPA/  
Dept. de Informacao e Doc./DID  
Caixa Postal 11-1316  
70.333 Brasilia DF, Brasil

Biblioteca Superior de Agricultura "Luis de Queiroz"  
Universidad de Sao Paulo  
13.400 Piracicaba, Sao Paulo, Brasil

Biblioteca Central  
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF)  
Sector de Areas Isoladas L4 Norte  
70.800 Brasilia, DF, Brasil

Instituto do Desenvolvimento Económico Social de Para  
Coordenadoria de Documentacao e Informacao  
Ave. Nazare No. 871  
66.000 Belem, Para, Brasil

Biblioteca Instituto Florestal  
Caixa Postal 1322 - Rua do Ho  
01.000 Sao Paulo, SP, Brasil

Biblioteca Central  
Universidade Federal do Parana  
Caixa Postal 441  
80.000 Curitiba, Parana, Brasil

Escola de Florestas  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Km 47 Rodovia Rio - Sao Paulo  
26800 Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil

Curso de Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria  
97100 Santa Maris, Rio Grande do Sul, Brasil

Escola de Florestas  
Faculdae de Ciencias Agrarias  
66.000 Belem, Para, Brasil

Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - ESALQ-USP  
Biblioteca  
Caixa Postal 9  
13400 Piracicaba, Sao Paulo, Brasil

### **Colombia**

Biblioteca Agropecuaria de Colombia  
Instituto Colombiano Agropecuario  
Apartado Aereo 151123  
Bogotá, Colombia

Centro de Documentación Forestal - CEDOR  
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"  
Carrera 8, No. 40-78  
Bogotá, D.E., Colombia

CONIF-SEIDAL  
Servicio Nacional de Información y Documentación Forestal  
Apartado Aéreo 091676  
Bogotá, Colombia

Biblioteca  
Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"  
Apartado Aereo 6721  
Bogotá, Colombia

Servicio Documentación  
Corporación Nacional de Investigación Forestal - CONIF  
Calle 84 No. 20-05  
Bogotá, Colombia

Centro Documentación  
Instituto de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDE  
Diagonal 34 No. 5-18  
Bogotá, D.E., Colombia

Publicaciones  
Cartón de Colombia  
Apartado Aereo 6574  
Cali, Colombia

Biblioteca Central Facultad de Agronomía  
Universidad Nacional de Colombia  
Sede de Medellín  
Apartado Aéreo 568  
Medellín, Colombia

Facultad de Ingeniería Forestal  
Universidad del Tolima  
Apartado Aereo 546  
Ibague, Colombia

### **Costa Rica**

Centro Nacional de Información Agropecuaria  
Apartado 100984  
San José, Costa Rica

Biblioteca Conmemorativa Ortón  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)  
Turrialba, Costa Rica

Centro de Información y Documentación Ambientales-CIDA  
Apartado No. 2, Plaza G. Viquez  
San José, Costa Rica

Información y Documentación Forestal para América Tropical  
INFORAT - CATIE  
7170 Turrialba, Costa Rica

Centro Interamericano para Documentación Agrícola e Información  
IICA-CIDIA  
Apartado, 10281  
San José, Costa Rica

### **Cuba**

Información, Departamento de Tecnología y Aprovechamiento de la Madera  
Centro de Investigación Forestal  
Calle 174 #1723 e/ 17B y 17C  
Siboney, Cuba

Información  
Instituto de Botánica  
Calzada del Cerro 1257  
Buenos Aires y Echevarría  
Cerro Havana 6, Cuba

Centro de Información y Divulgación Agropecuario  
Calle 11 No. 1057  
Vedado  
Havana, Cuba

### **Ecuador**

Biblioteca "Luciano Andrade Marín"  
Centro de Capacitación Forestal  
Conocoto, Ecuador

Biblioteca Pérez Guerrero  
Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria  
Apartado A 46-07  
Quito, Ecuador

### **El Salvador**

Biblioteca  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador  
Apartado 747  
San Salvador, El Salvador

Biblioteca  
Dirección General de Recursos Naturales Renovables  
Apartado Postal 2265  
San Salvador, El Salvador

### **Guadalupe**

Unite Regionale de Documentation  
Centre INRA Antilles-Guyane  
97170 Petit Bourg, Guadeloupe

### **Guatemala**

Servicio de Información y Documentación Técnica  
INTECAP  
Apartado Postal 2568  
Guatemala, Guatemala

Centro de Documentación e Información Agrícola  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos  
Apartado 1545, Zona 12  
Guatemala, Guatemala

**Haiti**

Centre National de Documentation, d'Information et de Communication  
Faculte d'Agronomie et de Medicine Veterinaire  
Damien, Port-au-Prince, Haiti

**Honduras**

Centro de Documentación e Información Agrícola  
Secretaría de Recursos Naturales  
Apartado 309  
Tegucigalpa, D.C., Honduras

Biblioteca  
Escuela Nacional de Ciencias Forestales  
Apartado Postal No. 2  
Siguatepeque, Dept. de Comayagua, Honduras

**Jamaica**

Gifts and Exchanges Section  
Library  
University of West Indies  
Mona, Kingston 7, Jamaica

**México**

Biblioteca del Departamento de Bosques  
Universidad Autónoma Chapingo  
Apartado Postal 37  
Chapingo, México

Biblioteca del Centro Nacional de Documentación Técnica de la  
Unidad de Apoyo Técnico  
Ave. Progreso No. 5, Col. del Carmen  
Delegación Coyoacán  
04100 México, D.F., México

Centro de Documentación Científica y Tecnológica  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales  
Ave. Progreso No. 5  
Delegación Coyoacán  
04000 México, D.F., México

Centro de Información INIREB  
Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos  
Heroico Colegio Militar No. 7  
Xalapa, Veracruz, México

Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables  
Biblioteca  
Ave. Dr. Vertiz 724  
México 12, D.F., México

**Nicaragua**

Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA)  
Apartado 5123  
Managua, Nicaragua

**Panamá**

Smithsonian Institute  
Box 2072  
Balboa, Canal Zone, Panamá

Información  
Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovalbes-RENARE  
Apartado 2016  
Panamá, Paraiso, Panamá

**Perú**

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)  
Calle 17 No. 355  
Urb. El Palomar - San Isidro  
Lima, Perú

Universidad Nacional Agraria  
Biblioteca Agrícola Nacional  
Departamento de Adquisiciones  
Apartado 456  
Lima, Perú

Programa Académico de Ciencias Agropecuarias  
Departamento de Ingeniería Forestal  
Universidad Nacional del Centro del Perú  
Apartado 138  
Huancayo, Perú

Programa Académico de Ingeniería Forestal  
Universidad de la Amazonia Peruana  
Apartado 496  
Iquitos, Perú

**Puerto Rico**

Library  
International Institute of Tropical Forestry  
USDA, Forest Service  
Call Box 25000  
Río Piedras, Puerto Rico 00928-5000

Library  
Mayaguez Institute of Tropical Agriculture-USDA  
PO Box 70  
Mayagüez, Puerto Rico 00709

**República Dominicana**

Biblioteca  
Instituto Superior de Agricultura  
Apartado 166  
Santiago de los Caballeros  
República Dominicana

**Suriname**

Library  
Suriname Forest Service  
PO Box 436  
Paramaribo, Rep. Suriname  
University of Suriname

Library  
Universiteitskomplex  
PO Box 9212  
Rep. of Suriname

**Trinidad y Tobago**

Library  
University of the West Indies  
Agriculture and Engineering Division  
St. Augustine, Trinidad

Library, Ministry of Agriculture  
Central Experiment Station  
Centeno Via Arima P.O.  
Trinidad

**Venezuela**

Centro de Ecología Tropical  
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas  
Apartado 1827  
Caracas 101, Venezuela

Centro de Información Regional  
Universidad Nacional Experimental del Tachira  
Apartado 436  
San Cristóbal, Venezuela

Facultad de Agronomía  
Biblioteca  
Apartado 4579  
Maracay, Edo. Aragua, Venezuela

Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad de los Andes  
Apartado 305  
Mérida, Venezuela

Instituto Forestal Latinoamericano  
Sección de Documentación y Publicaciones  
Apartado No. 36  
Mérida, Venezuela

**Otras fuentes de información**

German Foundation for International Development  
Wielingerstrasse 52  
D-8133 Feldafing, Germany

International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)  
PO Box 30677  
Nairobi, Kenya

Food and Agriculture Organization (FAO)  
Forest Resources Division  
Via delle Terme di Caracalla  
00100 Rome, Italy

Commonwealth Agricultural Bureau  
South Parks Road  
Oxford OX1 3RD England

Commonwealth Forestry Bureau  
Commonwealth Forestry Institute  
South Parks Road  
Oxford, England

Foundation for Scientific Research in Suriname and the Netherlands  
Antilles Martinus Nijhoff  
P.O.B. 269  
The Hague, The Netherlands

International Development Research Centre (IDRG)  
Box 8500  
Ottawa, ON Canada K1G 3H9

Bibliothek  
Bundesforschungsanstalt für Forst-und Holzwirtschaft  
Leuschnerstr. 91  
2050 Hamburg 80, Germany

Agricultural Information and Documentation Section  
Royal Tropical Institute  
63 Mauritskade  
1092 Amsterdam, The Netherlands

National Agricultural Library  
U.S. Dept. of Agriculture  
Beltsville, MD 20705

Agency for International Development (USAID)  
Department of State  
Washington, DC 20523



Organization of American States  
1725 I Street, N.W.  
Washington, DC 20006

Information Collection and Exchange,  
Office of Program Development  
Washington, DC 20525

INFOTERRA  
P.O. Box 30552  
Nairobi, Kenya

CSIRO  
Central Information  
Library and Editorial Section  
P.O. Box 89, East Melbourne  
Victoria, Australia 3002

GERDAT  
42 rue Scheffer  
75016 Paris, France

Agricultural Information Bank for Asia (AIBA)  
SEARCA  
College, Laguna 3720, Philippines

# Apéndice II

## Selección de Especies

La información incluida aquí está tomada de un libro sobre silvicultura tropical de Wadsworth a ser publicado próximamente y ha sido recolectada de diferentes fuentes. Se ha excluido toda información conflictiva en favor de aquella que es representativa de plantaciones que crecen en circunstancias razonablemente favorables.

**Nombres**—El nombre científico más comúnmente aceptado, con su autor, seguido de los nombres comunes en el vernáculo.

**Elevación**—El alcance de elevaciones que se incluye es el correspondiente a las latitudes 24° N y 10° S con aquellas correspondientes a las latitudes 10° S a 23° S en paréntesis. Estos datos se consideran indicativos de los lugares donde las probabilidades de tener éxito resultan mayores. Sin embargo, aun en condiciones más extremas se justifica el llevar a cabo pruebas, pues es común que la adaptabilidad de las especies sea mayor.

**Lluvia**—Se indica el alcance anual de lluvia en cm, con el número de meses de sequía y su época (I = invierno, V = verano).

**Suelos**—Los suelos correspondientes al mejor desarrollo se describen en primera instancia, además de las tolerancias a condiciones inferiores.

**Resistencia**—Se refiere a la resistencia a heladas, fuegos y vientos utilizando los símbolos He, Fu y Vi, respectivamente. Los límites a temperaturas bajas se indican donde apropiado. Los símbolos cruzados con una raya indican evidencia de falta de resistencia a esa condición. La resistencia a heladas de árboles grandes es mayor que la de los árboles pequeños y la tolerancia a diferentes temperaturas varía con la duración del periodo de exposición, la humedad y otros factores. La resistencia a vientos indica solo tolerancia a vientos menores, no a huracanes.

**Utilidad**—El límite superior para el dap encontrado en la naturaleza se presenta en metros al decímetro más próximo y seguido por una raya con la altura correspondiente en metros (1.0/45). El tamaño que se indica es mucho mayor que el obtenido para madurez comercial pero es indicativo del tamaño comercial a lograrse de árboles que aun son fenológicamente jóvenes. Esta información es seguida en la misma línea por un número entero o un alcance en números enteros que corresponde a la gravedad específica de la madera  $\times 10$ . Este valor se refiere usualmente, pero no siempre, al peso seco y al volumen de madera verde.

La segunda línea se refiere a usos tradicionales o prospectivos de la madera:

- F = Una o más de los siguientes: muebles, gabinetes, interiores, madera aserrable, molduras, novedades, instrumentos musicales, tallas.
- V = Chapa, madera de pulpa, madera prensada, o alma de tablero.
- T = Tornería, novedades, tallas.
- C = Una o más de las siguientes: construcción liviana, construcción pesada, construcción de botes, suelos, carpintería, cajas, herramientas, mangos, paletas, traviesas, entablado de cargas.

- Pu = Madera de pulpa o de particulados.
- Po = Postes o palos, latizo.
- Co = Combustible o carbón.
- R = Restauración de suelos, control de erosión y estabilización de dunas.
- S iv = Agroforestación, incluyendo “taungya” y otras formas de producción combinada de alimentos y cosechas de madera.
- IAP = Incremento anual promedio hasta su madurez del producto más lógico expresado en m<sup>3</sup>/ha o en otras instancias en ton/ha en paréntesis. No son consistentes en términos de si se refiere a con o sin corteza o al diámetro superior, ya que las fuentes documentales no siempre lo especifican. La madera de ganchos y la corteza generalmente se excluyen. Donde se presentan variaciones grandes, como en las tablas de rendimientos para las diferentes calidades de lugares, se incluyen los datos para lugares un poco mejores que los promedios, en vez de las representativas de condiciones extremas. Estos datos se derivan de rodales vivos y en general son mayores que los rendimientos actuales a esperarse de cosechas.

La letra “C” luego de los números para IAP indican especies que retoyan o producen resalvos bien en una o más cosechas. Estas comúnmente tienen un rendimiento mayor que las especies que producen plántulas y a las que se refieren las figuras MAI.

**Crecimiento**—Se incluye primordialmente para ofrecer una idea de cuan rápidamente crece en lugares donde las especies están bien adaptadas y refleja el largo del periodo para desyerbos o vulnerabilidad a fuegos, pastoreo o bosques, o cuan rápido se cierra el dosel. La altura en metros se ofrece en primer lugar seguido por el número de años para lograrla. Las alturas no son máximas pero son comúnmente “alturas altas” que quiere decir que representan el valor promedio para el 10 por ciento de árboles con mayor diámetro en los lugares donde las especies están bien adaptadas.

**Siembra**—Se presentan unos pocos indicadores del grado de complejidad que conlleva el establecimiento de una plantación, incluyendo los prospectos para siembra manual o mecanizada de material de raíz desnuda o de estaquillas.

- S = Siembra directa, puede dominar las malas hierbas sin atención, siembras aéreas, tratamiento de los restos de cortas o siembra en grupos o manchas.
- RD = Material de raíz desnuda, incluyendo plantitas silvestres.
- Pla = Plantones, raíz desnuda con las hojas parcialmente removidas.
- Stu = Tocones, raíz desnuda con tallos removidos.
- En = Material en envases, canastas, tiestos, balsas, tubos.
- Es = Estaquillas de tallos o raíces.
- RBC= Suficiente tolerancia para repoblación bajo cubierta con luz directa desde arriba.

**Fuente**—Los extremos del alcance nativo de las especies (no necesariamente la fuente de las semillas). Se muestra también el alcance de latitudes.

**Sinónimo**—Solamente se listan nombres científicos utilizados actual y extensamente además del nombre aceptado.

**Referencias**—Las fuentes más importantes son las siguientes:

Fenton, R. Roper, R.E., y Watt, G.R. (New Zealand FS). 1977. Lowland tropical hardwoods: and annotated bibliography of selected species with plantation potential. External Aid Division, Ministry of Foreign Affairs, Wellington, New Zealand.

Flinta, C.M. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO Forestry Development Reports No. 15. FAO, Rome. 498 p.

Jacobs, M.R. 1981. Eucalypts for planting. FAO Forestry Series No. 11. FAO, Rome. 677 p.

Loock, E.E.M. 1959. The pines of Mexico and British Honduras. Bulletin Department of Forestry of South Africa, Johannesburg, No. 35. 244 p.

Marshall, R.C. 1962. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. British West Indies. Oxford University Press, Oxford. 765 p.

Mirov, N.T. 1967. The genus *Pinus*, The Ronald Press Company, New York.

Webb, D.B., P.J. Wood y J. Smith. 1980. A guide to species selection for tropical and subtropical plantation. Tropical Forestry Papers, Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, No. 15. 342 p.

<i>Albizia falcata</i> Fosberg Batai, White Albizzia ELEVACIÓN: 0-1200 (0-700) LLUVIA: 200-400 (0-2) SUELOS: Profundos, fácil percolación, ácidos y de suelos pesados. RESISTENCIA: Vi	UTILIDAD: 6/25-45 3-5 V, Pu, fósforos IAP: 20-50 (29 t/ha) C CRECIMIENTO: 13/2 15-27/6 30/11 SIEMBRA: 5, Toc, En - RBC FUENTES: Indonesia - Malasia 3 N - 20 S SINÓNIMOS: <i>A. falcata</i> (L) Back
<i>Alnus acuminata</i> O. Ktze Jaul, aliso ELEVACIÓN: 1200-3200 (700-2700) LLUVIA: 100+ SUELOS: Profundos, arenosos, fácil drenaje. RESISTENCIA: He (leve)	UTILIDAD: 4/25 5-6 F, C, Co, R, S iv IAP: 10-15 CRECIMIENTO: 16/11 SIEMBRA: B, Cu FUENTES: México - Argentina 18 N - 23 S SINÓNIMOS: <i>A. jorullensis</i>
<i>Anacardium occidentale</i> L. Marahon, caju, pajuil, castaña ELEVACIÓN: 0-900 (0-400) LLUVIA: 160-400 (3-6 l) SUELOS: Tolera superficiales,	UTILIDAD: .3/8 5-6 Nueces, frutas, resinas IAP: 250 kg/ha frutas C CRECIMIENTO: SIEMBRA: S

pobres y arenosos con drenaje.  
RESISTENCIA: Fu

*Anthocephalus chinensis* (Lamk) Rich.  
Kadamba, Bengkal, Kadam, Laran  
ELEVACIÓN: 0-1000 (0-500)  
LLUVIA: 160 + (0-3)  
SUELOS: Livianos, fácil drenaje.  
Tolera acidez, mal drenaje  
pero no degradados.  
RESISTENCIA: He (Leve) Vi

*Araucaria cunninghamii* Sweet  
Hoop Pine  
ELEVACIÓN: 0-2000 (0-1500)  
LLUVIA: 100-180 (2-4 l)  
SUELOS: Profundos, fértiles fácil drenaje.  
Tolera acidez, suelos pesados y  
arenas gruesas.  
RESISTENCIA: He (Leve), W

*Araucaria Hunsteinii* K. Schumann  
Klinki pine  
ELEVACIÓN: 200-2900 (0-2400)  
LLUVIA: 160-400 (0-2 W)  
SUELOS: Profundos, fácil drenaje, fértiles.  
Tolera drenaje intenso pero no empozamiento  
de agua.  
RESISTENCIA:

*Azadirachta indica* (L.) Juss  
Neem, lilaila, cinamono  
ELEVACIÓN: 0-500  
LLUVIA: 45-100 (5-7)  
SUELOS: Profundo, fácil drenaje.  
Tolera, suelos superficiales e infértiles,  
pesados y alcalinos.  
RESISTENCIA: He (Arboles viejos)

*Bomba copsis quinatum* (Jacq.) Dugand  
Pochote  
ELEVACIÓN: 0-800 (0-300)  
LLUVIA: 80-120 (3-5 l)  
SUELOS: Fácil drenaje. Tolera  
suelos pesados, ácidos y de mal drenaje.  
RESISTENCIA:

*Calliandra calothyrsus* Meissn.  
Calliandra  
ELEVACIÓN: 0-1500 (0-1000)  
LLUVIA: 100 + (0-3 W)  
SUELOS: Tolera suelos arcillosos

FUENTES: Indias Occidentales - Brazil  
24 N - 10 S  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 1.0/45 3-7  
V, C, Pu, fósforos  
IAP: 10-30 c (joven)  
CRECIMIENTO: 3/1 7/4 10-25/9  
SIEMBRA: S, RD, En, RBC  
FUENTES: India - Nueva Guinea  
17 N - 95  
SINÓNIMOS: *A. cadamba* (Roxb) Miq.

UTILIDAD: 1.2/35-45 5-6  
F, V, C, Pu, Po  
IAP: 10-18  
CRECIMIENTO: 5-12/6 19/9 26/12  
SIEMBRA: En, Es, RBC  
FUENTES: Australia - Papua  
Nueva Guinea 8-32 5  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 1.0/40-80 4-5  
F, V, C, Pu, Po  
IAP: 20-30  
CRECIMIENTO: 3/2 9/6  
SIEMBRA: En, RBC  
FUENTES: Nueva Guinea  
8-9 S  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .6/20 6-8  
F, V, C, Po, Co, Siv  
IAP: 5-18 (13 t)  
CRECIMIENTO: 3/1 8/8  
SIEMBRA: S, RD, En, Es  
FUENTES: India - Cambodia  
34 - 10 N  
SINÓNIMOS: *Melia azadirachta* L.

UTILIDAD: 1.8/30-40 4  
F, V, C, Pu  
IAP:  
CRECIMIENTO: 4/3  
SIEMBRA: Toc, Es  
FUENTES: Nicaragua - Venezuela  
14 - 6 N  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .2/10 5-8  
Co, Po, Siv, R  
IAP: 5-65 C  
CRECIMIENTO: 3/1  
SIEMBRA: 5, B

y pesados.

RESISTENCIA: Fu

*Calophyllum brasiliense* Jacq.

Santa María, ocuje, guanandi

ELEVACIÓN: 0-500

LLUVIA: 125-200 (0-4 l)

SUELOS: Aluviales profundos.

Tolera suelos pobres y mal drenaje.

RESISTENCIA: Vi

*Carapa guianensis* Aubl.

Crappo, Cedro Macho

ELEVACIÓN: 0-500

LLUVIA: 160-300

SUELOS: Aluviales profundos o arenosos.

Tolera mal drenaje.

RESISTENCIA: W

*Cassia siamea* Lam.

Cassia

ELEVACIÓN: 0-1000 (0-500)

LLUVIA: 65-150 (4-6 l)

SUELOS: Livianos, profundos y fácil drenaje.

Tolera acidez, calcáreos y pobre drenaje.

RESISTENCIA:

*Casuarina equisetifolia* J.R. & G. Forst.

Casuarina, She-oak

ELEVACIÓN: 0-1400 (0-900)

LLUVIA: 75-200 (3-4)

SUELOS: Arenosos, fácil drenaje.

Tolera suelos pobres, calcáreos alcalinos, salinos y de mal drenaje.

RESISTENCIA: Vi

*Cecropia peltata* L.

Yagrumo, guarumo, bois canon

ELEVACIÓN: 0-1500 (0-1000)

LLUVIA: 160 + (0-3 l)

SUELOS: Fértiles, fácil drenaje.

Tolera mal drenaje.

RESISTENCIA:

*Cedrela odorata* L.

Cedro, cedro español

ELEVACIÓN: 0-1200 (0-700)

LLUVIA: 160-250 (2-4 l)

SUELOS: Fértiles, fácil drenaje, calcáreos,

FUENTES: América Central

18 - 8 N

SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .5/30 5-7

F, C, Po, R

IAP: C

CRECIMIENTO: 6/5 8/8

SIEMBRA: S, RD

FUENTES: México - Brazil

20 N - 10 S

SINÓNIMOS: *C. calaba*

UTILIDAD: 1.0/30 6-7

F, V, C, T

IAP: c

CRECIMIENTO: 3/2 8/5 7-11/7

SIEMBRA: S, RD, Pla, RBC

FUENTES: Honduras, Cuba y Brazil

15 N - 5 S

SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .8/20 6-8

F, Po, Co, S, R

IAP: 1-30 Cc

CRECIMIENTO: 5/3 15/10

SIEMBRA: S, RD, RBC

FUENTES: Sri Lanka - Indonesia

5 N - 10 S

SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .5/20-40 6-12

C, Pu, Po, Fu, R, taninos

IAP: 6-20 (6-20 t)

CRECIMIENTO: 5/2 15/6 20-32/12

SIEMBRA: B, C

FUENTES: Sureste de Asia - Australia

22 N - 22 S

SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .7/20 3

C, Pu, fósforos

IAP:

CRECIMIENTO: 7/3

SIEMBRA: RD

FUENTES: México - Guianas

20 - 5 N

SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 1.0/30-40 3-5

F, V, S

IAP: 5-10 c

CRECIMIENTO: 6/3 15/5 22/10 27/20

SIEMBRA: Pla, En, RBC

pero no muy ácidos, tolera suelos pesados. RESISTENCIA:	FUENTES: México - Argentina 24 N - 27 S SINÓNIMOS: <i>C. mexicana</i> M.J. Roem
<i>Cordia alliodora</i> R. P. Oken Laurel, lauro, cypre, capá prieto ELEVACIÓN: 0-1500 (0-1000) LLUVIA: 100-300 (0-4 l) SUELOS: Fácil drenaje, tolera suelos superficiales, arcillas pesadas y suelos alcalinos. RESISTENCIA: W	UTILIDAD: 9/25-30 4-6 F, V, C IAP: 10-20 Cc CRECIMIENTO: 6/3 17/10 21/15 SIEMBRA: S, Toc, RBC FUENTES: América Central - Brazil 20 N - 25 S SINÓNIMOS:
<i>Cryptomeria japonica</i> Don. Sugi ELEVACIÓN: 1500-2400 (1000-1900) LLUVIA: 150-250 (0-2) SUELOS: Profundo, fértil, fácil drenaje. Tolera suelos pesados y ácidos. RESISTENCIA: He, W	UTILIDAD: 2.4/30-50 2-4 V, C IAP: 10-33 c CRECIMIENTO: 5-9/5 9-17/10 12-22/15 SIEMBRA: En, Es FUENTES: China - Japón 40 - 30 N SINÓNIMOS:
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb) Hooker Chinese fir cunninggamia ELEVACIÓN: 800-1300 (300-800) LLUVIA: 125-190 SUELOS: Arenosos RESISTENCIA: He (Leve)	UTILIDAD: 1.7/50 C IAP: 14-36 CRECIMIENTO: 3-6/5 8-15/10 11-21/15 SIEMBRA: En, Es FUENTES: Centro y Sur de China 27 - 22 N SINÓNIMOS:
<i>Cupressus arizonica</i> Greene Ciprés y Arizona ELEVACIÓN: 1500-2800 (1000-2300) LLUVIA: 25-75 (4-7 5) SUELOS: Liviano, fácil drenaje. Tolera suelos alcalinos. RESISTENCIA: He (Vi)	UTILIDAD: 1.0/10-20 4-6 C, Po, rompevientos IAP: 3-5 CRECIMIENTO: 2/2 SIEMBRA: RD, En FUENTES: Suroeste de E.E.U.U.- México 35 - 25 N SINÓNIMOS:
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill. Ciprés, Ciprés mexicano ELEVACIÓN: 1300-3300 (800-2800) LLUVIA: 100-150 (2-3 W) SUELOS: Profundos, fértiles, fácil drenaje. Tolera suelos ácidos. RESISTENCIA: Fu, Vi	UTILIDAD: 1.1/25-30 4-5 F, V, C, Pu, Po IAP: 8-40 CRECIMIENTO: 8/5 12/10 23/16 27/25 SIEMBRA: RD, En FUENTES: México - Honduras 27 - 13 N SINÓNIMOS: <i>C. benthami</i> Endl.
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartmeg Ciprés monterey ELEVACIÓN: 1200-3500 (700-3000) LLUVIA: 70-160 (2-4 5)	UTILIDAD: 2.0/15-25 5 C, Po, R IAP: 25 CRECIMIENTO: 8/7 12/14 17/35

SUELOS: Fértiles, fácil drenaje, suelo rojo tropical, tolera alcalinidad y salinidad moderada.  
RESISTENCIA: He (-3°C), Vi

*Cupressus torulosa* Don.  
Bhutan cypress  
ELEVACIÓN: 1500-2800 (1000-2300)  
LLUVIA: 65-240 (3-4 l)  
SUELOS: Livianos, fácil drenaje, calcáreos. Tolerancia acidez.  
RESISTENCIA: He (-10°C), W

*Roseodendron donnell-smithii* (Rose) miranda  
Primavera, San Juan  
ELEVACIÓN: 0-600 (0-100)  
LLUVIA: 100-300 (2-3 W)  
SUELOS: Profundos, livianos, fácil drenaje. Tolerancia acidez.  
RESISTENCIA:

*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.  
Red river gum (northern provenances)  
ELEVACIÓN: 0-1400 (0-900)  
LLUVIA: 25-125 (4-8 l)  
SUELOS: Tolerancia suelos pesados y pobres, acidez, alcalinidad, salinidad moderada, mal drenaje. Pero no suelos calcáreos.  
RESISTENCIA:

*Eucalyptus camaldulensis* Delm.  
Red river gum (southern provenances)  
ELEVACIÓN: 500-2000 (0-1500)  
LLUVIA: 40-100 (4-6 l)  
SUELOS: Fácil drenaje.  
Tolerancia suelos superficiales, pesados, alcalinos y de mal drenaje.  
RESISTENCIA: He (-8°C)

*Eucalyptus deglupta* Blume  
Mindanao gum, bagras  
ELEVACIÓN: 0-1500 (0-1300)  
LLUVIA: 200-500 (0-1 l)  
SUELOS: Livianos, fértiles, fácil drenaje.  
Tolerancia acidez y mal drenaje.

SIEMBRA: RD, En  
FUENTES: California  
36 N  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: .8/30-45 5  
C, Po  
IAP: 12-17  
CRECIMIENTO: 13/22 20/27  
SIEMBRA: RD, En  
FUENTES: Himalayas  
32 - 28 N  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 1.0/25-35 3-5  
F, V, C  
IAP: 20-30 c  
CRECIMIENTO:  
SIEMBRA: RD, Toc, En  
FUENTES: México - Honduras  
17 - 13 N  
SINÓNIMOS: *Tabebuia* d. Rose

UTILIDAD: .7/30-40 6-9  
C, Pu, Po, Co, R  
IAP: 15-30 C  
CRECIMIENTO: 3/1 19/10 36/28  
SIEMBRA: En, Es  
FUENTES: Australia tropical y sub-tropical  
15 - 32 S  
SINÓNIMOS: *E. rostrata* Schlecht

UTILIDAD: .7/35-45 7-10  
C, Pu, Po, F, R  
IAP: 5-35 (20 t) C  
CRECIMIENTO: 5/2 16/10  
SIEMBRA: c, En  
FUENTES: Zonas templadas de Australia  
32 - 38 S

UTILIDAD: 2.4/35-80 4-8  
F, V, C, Pu, Co  
IAP: 14-50 (23 t)  
CRECIMIENTO: 6/3 15-24/5 30-37/10  
34-45/15  
SIEMBRA: En, RBC



RESISTENCIA:

*Eucalyptus globulus* Labill  
Tasmanian blue gum  
ELEVACIÓN: 1500-3000 (1000-2500)  
LLUVIA: 90-180 (2-3 5)  
SUELOS: Profundos, arenosos, buen drenaje.  
Tolera suelos pesados, ácidos,  
pero no salinos.  
RESISTENCIA: He (-8°C)

*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden  
Flooded gum  
ELEVACIÓN: 0-2100 (0-1600)  
LLUVIA: 100-400 (0-3 l)  
SUELOS: Profundos, fácil drenaje,  
y tolera suelos arenosos y ácidos.  
RESISTENCIA: He (-5°C)

*Eucalyptus robusta* Sm.  
Swamp mahogany, robusta  
ELEVACIÓN: 0-1500 (0-1000)  
LLUVIA: 100-300 (1-4 l)  
SUELOS: Profundos, ácidos. Tolera  
suelos pobres y pesados y mal drenaje.  
RESISTENCIA: He (-3°C)

*Eucalyptus saligna* Sm.  
Sydney blue gum  
ELEVACIÓN: 500-2100 (0-1600)  
LLUVIA: 100-400 (0-4 l)  
SUELOS: Livianos, fácil drenaje,  
tolera acidez.  
RESISTENCIA: He (-7°C) Fi

*Eucalyptus tereticornis* Sm.  
(Northern provenances) Forest reel  
gum, mysore gum, Zanzibar C  
ELEVACIÓN: 0-1800 (0-1300)  
LLUVIA: 50-100 (4-7 l)  
SUELOS: Profundos, fácil drenaje,  
suelos rojos tropicales. Tolera suelos pesados  
de mal drenaje pero no ácidos  
RESISTENCIA: He (-5°C).

FUENTES: Mindanao - Nueva Bretaña  
9 N - 11 S

SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 2.0/40-55 5-8  
C, Pu, Po, Co, R  
IAP: 10-40 C  
CRECIMIENTO: 6-15/3 14-18/8 18-24/12  
SIEMBRA: S, RD, En  
FUENTES: Tasmania  
38 - 44 S  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 2.0/40-60 4-7  
F, V, C, Pu, Po, Co  
IAP: 15-50 (20-40 t) C  
CRECIMIENTO: 4/2 14/6 24/10  
SIEMBRA: En, Es  
FUENTES: Queensland-Nuevo Sur de Gales  
17 - 32 S  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 1.0/25-30 6-9  
C, Pu, Po, R  
IAP: 10-40 c  
CRECIMIENTO: 4/2 17/6 22/13  
SIEMBRA: RD, En  
FUENTES: Queensland-Nuevo Sur de Gales  
23 - 36 S  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 1.8/35-55 5-10  
F, V, C, Pu, Po, Fu  
IAP: 10-55 (25-40 t) C  
CRECIMIENTO: 3-6/2 12-18/5 20-28/10  
SIEMBRA: En, Es  
FUENTES: Queensland - Nuevo Sur  
de Gales  
28 - 35 S  
SINÓNIMOS:

UTILIDAD: 2.0/35-45 4-10  
C, Pu, Po, R  
IAP: 12-25 (20 t) C  
CRECIMIENTO: 6/2 8/5 13-19/7  
SIEMBRA: En  
FUENTES: Papua Nueva Guinea -  
Queensland  
5 - 30 S  
SINÓNIMOS: *E. umbellata* (Gaertn)  
Domin.

<p><i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake  ELEVACIÓN: 200-1500 (0-1000)  LLUVIA: 110-200 (2-6 l)  SUELOS: Fácil drenaje,  tolera suelos pesados y ácidos.  RESISTENCIA: Fu</p>	<p>UTILIDAD: 1.2/35-50  IAP: 20-60 c  CRECIMIENTO: 8/2 15/5 27/7  SIEMBRA: En, Es  FUENTES: Timor e islas cercanas 8-10 5  SINÓNIMOS: <i>E. decaismana</i> Bl.</p>
<p><i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp  Madre de cacao, mata ratón  ELEVACIÓN: 0-500  LLUVIA: 150-230 (2-5 W)  SUELOS: Profundos, fácil drenaje,  tolera calcáreos.  RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: .4/15  F, C, Fu, Fo, S  IAP: C  CRECIMIENTO:  SIEMBRA: S, Es  FUENTES: México - Guianas  20 - 5 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Gmelina arborea</i> Roxb. L.  Yemane, melina  ELEVACIÓN: 0-800 (0-300)  LLUVIA: 100-250 (2-7 l)  SUELOS: Profundos, fértiles, fácil  drenaje. Tolera suelos superficiales  arenosos pesados y acidez pero no mal drenaje.  RESISTENCIA: Fu</p>	<p>UTILIDAD: 1.5/30 4-6  F, V, C, Pu, Po, S, fósforos  IAP: 12-50 (5-14 t) C  CRECIMIENTO: 3-6/3 7-14/6 25/20  SIEMBRA: S, Toc, En, Es  FUENTES: Pakistan - Sur de China  36 - 5 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Hibiscus elatus</i> Sw.  Majo, mahoe, majagua  ELEVACIÓN: 0-1200 (0-700)  LLUVIA: 100-380 (2-3 l)  SUELOS: Profundos, fácil drenaje,  no tolera riscos.  RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: 5/25 7-8  F, C  IAP: c  CRECIMIENTO: 21/17  SIEMBRA: RD, En, RBC  FUENTES: Cuba, Jamaica  22 - 18 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss.  Dry-zone mahogany, Caoba africana  ELEVACIÓN: 900-1500 (400-1000)  LLUVIA: 75-160 (3-6)  SUELOS: Ribereño, tolera suelos de savanas.  RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: 9/15-25  F, V, C, A  IAP:  CRECIMIENTO: 5/3 25/25  SIEMBRA: Pla, Toc, RBC  FUENTES: Nigeria - Sudán - Zaire  10 N - 10 S  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit  Guaje, tamarandillo, ipil ipil, koa  haole  ELEVACIÓN: 0-800 (0-300)  LLUVIA: 60-100 (2-6 l)  SUELOS: Fácil drenaje neutral a  alcalino, tolera suelos superficiales y pesados.  RESISTENCIA: He (Leve) Fu (después de 2 años)</p>	<p>UTILIDAD: 2/5 5-6  Po, Co, R, S  IAP: 20-25 c  CRECIMIENTO: 3/2 17/6  SIEMBRA: En, Es, injertos  FUENTES: México a Guatemala y las  Antillas  27 - 13 N  SINÓNIMOS: <i>L. glauca</i> Willd.</p>

<p><i>Maesopsis eminii</i> Engl. Musizé ELEVACIÓN: 100-700 (0-200) LLUVIA: 120-300 (0-2 l) SUELOS: Profundos fértiles, fácil drenaje. Tolera suelos infértiles, arenosos y ácidos. RESISTENCIA: Vi (moderado)</p>	<p>UTILIDAD: .7/15-35 4-5 F, V, C, Pu, Po IAP: 8-35 (5-10 t) CRECIMIENTO: 3/1 8/5 11/10 SIEMBRA: S, Pla, Toc, En FUENTES: Liberia - Kenya 8 N - 2 S SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Melia azedarach</i> L. Alelada Chinaberry ELEVACIÓN: 700-1400 (200-900) LLUVIA: 75 SUELOS: RESISTENCIA: He (Leve)</p>	<p>UTILIDAD: .6/20 5 F, C, T, Po, Fu, S IAP: 25-40 CRECIMIENTO: 1/1 18/10 SIEMBRA: S, RD, Es FUENTES: Medio Oriente, India 35 - 25 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Ochroma lagopus</i> Sw. Balsa, guano ELEVACIÓN: 0-1000 (0-500) LLUVIA: 150-300 (0-2) SUELOS: Profundos fértiles, fácil drenaje, suelos rojos tropicales. Tolera alcalinidad. RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: .8/20-25 1-4 Aislamiento, bolsas, juguetes especialidades IAP: 17-65 (11 t) CRECIMIENTO: 2-8/1 7-20/3 32/6 SIEMBRA: 5, C FUENTES: México - Brazil 19 N - 20 S SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Parkinsonia aculeata</i> L. Palo de rayo, horsebean ELEVACIÓN: 0-1400 (0-900) LLUVIA: 25-40 (6-9) SUELOS: Fácil drenaje, tolera suelos pobres, alcalinos o salinos pero no mal drenaje. RESISTENCIA: He (Leve)</p>	<p>UTILIDAD: .4/10 6 Fu, Po, S, R IAP: CRECIMIENTO: 1/1 SIEMBRA: C, Cu FUENTES: Texas - Argentina 30 N - 23 S SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Paulownia tomentosa</i> Stend kiri, Piropó ELEVACIÓN: 500-1200 (0-700) LLUVIA: 130-180 (0-2 l) SUELOS: Profundos, fértiles, fácil drenaje. Tolera acidez. RESISTENCIA: He (Leve) Vi</p>	<p>UTILIDAD: /12-16 2-5 F, C IAP: 25-35 c CRECIMIENTO: 6/5 SIEMBRA: Es FUENTES: Japón 40 - 32 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus canariensis</i> C. Smith Pino de Islas Canario ELEVACIÓN: 1000-2500 (500-2000) LLUVIA: 65-175 (2-8 5) SUELOS: Profundos, fácil drenaje. Tolera suelos livianos. RESISTENCIA: He (-8°C) Fu</p>	<p>UTILIDAD: 1.0/20-30 5-6 C, Po, resina IAP: 8-18 C (pobre) CRECIMIENTO: 7/5 12/10 SIEMBRA: S, En FUENTES: Islas Canarias 29 - 28 N SINÓNIMOS:</p>

<p><i>Pinus caribaea</i> Morelet var <i>bahamensis</i> Barr &amp; Golf Pino Caribeño, pichipén ELEVACIÓN: 0-1000 (0-500) LLUVIA: 100-150 (5-6 l) SUELOS: Liviano, fácil drenaje. Tolera calizas coralinas y alcalinidad. RESISTENCIA: He (-8°C) Fu (cuando viejo) Vi</p>	<p>UTILIDAD: /15-20 3-5 C, Pu, Po, resina IAP: 10-28 CRECIMIENTO: SIEMBRA: En FUENTES: Gran Bahama - Isla de Andros 27 - 23 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barr &amp; Golf Pino macho, Pino Caribeño ELEVACIÓN: 0-500 LLUVIA: 110-180 (4-5 l) SUELOS: Liviana, fácil drenaje. Tolera acidez, suelos superficiales y serpentinita. RESISTENCIA: He (-8°C) Vi</p>	<p>UTILIDAD: /20-27 3-5 C, Pu, Po, resina IAP: 10-28 CRECIMIENTO: 6/6 SIEMBRA: En FUENTES: Pinar del Río, Isla Pino, Cuba 23 - 22 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>hondurensis</i> Barr &amp; Golf Pino hondureño, Pino Caribeño ELEVACIÓN: 0-1000 (0-500) LLUVIA: 65-2500 (3-6 l) SUELOS: Profundos, moderadamente fértiles, fácil drenaje. Tolera suelos arenosos, ácidos y de mal drenaje. RESISTENCIA: He (-8°C) Fu (moderado) Vi</p>	<p>UTILIDAD: .6/35-40 3-7 C, Pu, Po, resina IAP: 10-40 (8-14 t) CRECIMIENTO: 7/4 12-14/6 14-25/11 30/30 SIEMBRA: RD, En FUENTES: Belize - Nicaragua 18 - 12 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus elliottii</i> Engelm var. <i>elliottii</i> Little &amp; Dorman - Slash pine ELEVACIÓN: 500-2500 (0-2000) LLUVIA: 65-250 (2-4 l) SUELOS: Fácil drenaje, con Ca y Mg. Tolera suelos pesados, superficiales, ácidos y de mal drenaje. RESISTENCIA: He Fu (viejo)</p>	<p>UTILIDAD: /20-30 5-6 C, Pu, Po, resina IAP: 10-22 CRECIMIENTO: 3/3 6/6 14/10 19/16 SIEMBRA: RD, En FUENTES: Carolina del Sur - Louisiana 34 - 28 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus halepensis</i> Mill. Aleppo pine, pino carrasco ELEVACIÓN: 1500-2500 (1000-2000) LLUVIA: 40-80 (5-8 l) SUELOS: Fácil drenaje, tolera suelos arenosos y calcáreos. RESISTENCIA: He (-14°C) Fu (moderado)</p>	<p>UTILIDAD: 2.0/15-25 5 IAP: 3-12 CRECIMIENTO: 5/5 8/10 SIEMBRA: c, En FUENTES: Maruecos-Sur de Francia 45 - 31 N SINÓNIMOS:</p>

<p><i>Pinus kesina</i> Royle ex Gordon  Khasya pine, Denguét pine  ELEVACIÓN: 1000-2000 (500-1500)  LLUVIA: 70-180 (2-7 l)</p> <p>SUELOS: Profundos, livianos, fácil drenaje.  Tolera arcillas pesadas pero no mal drenaje.  RESISTENCIA: He (Leve)</p>	<p>UTILIDAD: 1.0/45 4-6  F, V, C, T, Pu, Po, resina  IAP: 14-28  CRECIMIENTO: 3/3 8/6 10-11/10 16/20  24/30  SIEMBRA: En  FUENTES: India - Filipinas  29 - 12 N  SINÓNIMOS: <i>P. insularis</i> Endl.</p>
<p><i>Pinus merkusiana</i> Jungh &amp; de Vriese  Tenasserim pine  ELEVACIÓN: 0-900 (0-400)  LLUVIA: 100-280 (2-5 l)  SUELOS: Fácil drenaje, tolera  gran acidez.  RESISTENCIA: Fu Vi</p>	<p>UTILIDAD: .9/30-40 4-6  V, C, Pu, Po, resina  IAP: 8-18  CRECIMIENTO:  SIEMBRA: En  FUENTES: India - Cambodia  23 - 12 N  SINÓNIMOS: <i>P. merkusii</i> Cooling</p>
<p><i>Pinus merkusii</i> Jungh &amp; de Vriese  ELEVACIÓN: 800-1600 (300-1100)  LLUVIA: 200-300 (0-2 l)  SUELOS: Fácil drenaje, tolera  arena y acidez.  RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: /50-60 5  V, C, Pu, Po, resina  IAP: 12-30 (12-20 t)  CRECIMIENTO: 3/4 11/7 16/30 16/20  24-40/30  SIEMBRA: En  FUENTES: Sumatra  6 N - 3 5  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus montezumae</i> Lamb.  Pino montezuma  ELEVACIÓN: 1400-3000 (900-2500)  LLUVIA: 90-160 (2-3 l)  SUELOS: Profundos, fértiles, fácil drenaje  en etapas tempranas. Tolera arenas y acidez.  RESISTENCIA: He (moderado) Fu  (moderado)</p>	<p>UTILIDAD: .9/20-40 4-5  C  IAP: 6-12  CRECIMIENTO: 6/5 10/9 20/15 33/41  SIEMBRA: En  FUENTES: Coahuila, México - Guatemala  27 - 14 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus occidentalis</i> Sw.  Pino de Sierra Madre, bois pin, W.I.  ELEVACIÓN: 0-1500 (0-1000)  LLUVIA: 130-150 (2-4 W)  SUELOS: Fácil drenaje, tolera suelos  pobres, pesados, ácidos y de serpentinita.  SINÓNIMOS: <i>P. cubensis</i> Griseb.</p>	<p>UTILIDAD: 1.2/25-35  C, Pu, Po, resina  IAP: 5-10  CRECIMIENTO: 6/5 12/10 15/16  SIEMBRA: C  FUENTES: Cuba, Santo Domingo  19 - 18 N  RESISTENCIA: He (leve) Fu (viejo)</p>

<p><i>Pinus oocarpa</i> Schiede  pino ocote, pino colorado  ELEVACIÓN: 900-2400 (400-1900)  LLUVIA: 75-150 (2-6 l)  SUELOS: Fácil drenaje. Tolera  suelos superficiales, pobres pesados, ácidos.  RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: .9/20-30 4-6  C, Pu, Po, resina  IAP: 10-40 (var. ochotereni)  CRECIMIENTO: 7/4 9/10 12/13  SIEMBRA: En  FUENTES: Sonora, México - Nicaragua  28 - 13 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus patula</i> Schiede and Deppe.  Pino patula  ELEVACIÓN: 1400-3200 (900-2700)  LLUVIA: 75-200 (0-6 l)  SUELOS: Profundos, fácil drenaje.  Tolera suelos livianos, ácidos pero no alcalinos.  RESISTENCIA: He (-10°C)</p>	<p>UTILIDAD: 1.2/20-40 4-6  C, Pu, Po  IAP: 8-40 (14 t)  CRECIMIENTO: 6/5 12/8 15/10 21/15  SIEMBRA: RD, En  FUENTES: Tamaulipas - Oaxaca, México  22 - 17 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.  Pino blanco  ELEVACIÓN: 2100-3000 (1600-2500)  LLUVIA: 100-150 (0-3 l)  SUELOS: Profundos, fácil drenaje.  Tolera suelos pesados y ácidos.  RESISTENCIA: He (moderado)</p>	<p>UTILIDAD: 1.5/25-40 4-5  C, Pu, resina  IAP: 15-30  CRECIMIENTO: 9/7 15/10 27/20  SIEMBRA: En  FUENTES: Chihuahua, México - Nicaragua  27 - 12 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus roxburghii</i> Sarg.  Chir pine  ELEVACIÓN: 1200-2500 (700-2000)  LLUVIA: 75-110 (2-4 l)  SUELOS: Fácil drenaje. Tolera suelos  superficiales, pesados y ácidos.  RESISTENCIA: He, Fu</p>	<p>UTILIDAD: 3.0/30-35 4-5  C, Pu, Po, resina  IAP: 7/14  CRECIMIENTO: 4/5 12/17  SIEMBRA: En  FUENTES: Pakistan - Bhutan  35 - 27 N  SINÓNIMOS: <i>Plongifolia</i> Roxb.</p>
<p><i>Pinus strobus chiapensis</i> (L.) Martínez  Pino blanco mejicano  ELEVACIÓN: 500-2000 (0-1500)  LLUVIA: 100-160 (2-3)  SUELOS: Profundo, fértil, fácil drenaje.  Tolera suelos arenosos y ácidos.  RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: 1.0/25-30 4  F, C, Pu, resina  IAP: 10-30  CRECIMIENTO: 9/7  SIEMBRA: En, RBC  FUENTES: Vera Cruz, México - Guatemala  21 - 15 N  SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Pinus taeda</i> L.  Loblolly pine  ELEVACIÓN: 1300-2400 (800-1900)  LLUVIA: 90-220 (0-2)  SUELOS: Tolera suelos pesados,  ácidos y de mal drenaje.  RESISTENCIA: He Fu</p>	<p>UTILIDAD: 1.0/40-505  V, C, Pu, Po, resina  IAP: 12-30  CRECIMIENTO: 4/3 6/5 9/7 13/10 16/16  SIEMBRA: RD, En  FUENTES: New Jersey - Texas  SINÓNIMOS: 40 - 28 N</p>

*Prosopis pallida* H & B. (ex Willd.) HBK  
ex Willd H.B.K. Huarango, algarroba  
ELEVACIÓN: 0-300  
LLUVIA: 25-125  
SUELOS: Arenas costaneras y  
derrames de lava.  
RESISTENCIA: He (-2°C)

UTILIDAD: .6/8-20 8  
Pu, Po  
IAP: C  
CRECIMIENTO:  
SIEMBRA: S  
FUENTES: Colombia - Perú  
8 N - 15 S  
SINÓNIMOS:

*Prosopis tamarugo* F. Phil  
Tamarugo, albarrobo de Chile  
ELEVACIÓN: 0-1900 (0-2400)  
LLUVIA: 20-40 (6-8)  
SUELOS: Arenosos, rocosos.  
Tolera alcalinidad y salinidad.  
RESISTENCIA: He (-12°)

UTILIDAD: 8/15 8-9  
Po, Pu  
IAP: 2-4  
CRECIMIENTO: 10/15 C  
SIEMBRA: S, En, rebrotes  
FUENTES: Perú - Argentina  
18 - 27 S  
SINÓNIMOS: P. chilensis (Mol.) Stuntz

*Pterocarpus indicus* Willd.  
Narra, padauk, burma rosewood  
ELEVACIÓN: 0-900 (0-400)  
LLUVIA: 100-180 (0-2)  
SUELOS: Profundos de fácil drenaje.  
RESISTENCIA:

UTILIDAD: 1.5/40 5  
F, V, C, Fu, R  
IAP:  
CRECIMIENTO: 8/5  
SIEMBRA: B, C - u  
FUENTES: Islas de Filipinas Andaman  
18 - 10 N  
SINÓNIMOS:

*Schinus molle* L.  
Molle, terebinto, árboles de pimienta  
ELEVACIÓN: 1000-3500 (500-3000)  
LLUVIA: 30-60 (4-8 l)  
SUELOS: Arenosas, fácil drenaje.  
Tolera alcalinidad y salinidad.  
RESISTENCIA: He (-10°C)

UTILIDAD: 1.0/20  
Pu, Fu, S  
IAP: 3-5 c  
CRECIMIENTO: 3/1  
SIEMBRA: En  
FUENTES: Perú - Norte de Argentina  
7-33 S  
SINÓNIMOS:

*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.  
báculo, agate, gallito  
ELEVACIÓN: 0-800 (0-300)  
LLUVIA: 100 + (0-4)  
SUELOS: Tolera suelos pobres,  
arcillas pesadas y mal drenaje.  
RESISTENCIA:

UTILIDAD: 13/10 4  
Pu, Fu, Fo, R, S, alimentos  
IAP: 20-25  
CRECIMIENTO: 4/1 8/3  
SIEMBRA: S, RD, Es  
FUENTES: India - Filipinas  
20 N - 10 S  
SINÓNIMOS:

*Simaruba amara* Aubl.  
Marupa, bois blanc, pan parahyba  
ELEVACIÓN: 0-500  
LLUVIA: 200-280 (0-2 l)  
SUELOS: Arenosos, fácil drenaje.  
Tolera ácidos y mal drenaje.  
RESISTENCIA:

UTILIDAD: 1.0/40 3/4  
F, V, C, fósforos  
IAP: 9  
CRECIMIENTO: 3/2 18/11  
SIEMBRA: En  
FUENTES: Grenada - Brazil  
12 N - 5 5  
SINÓNIMOS:

<p><i>Simmondsia chinensis</i> Jojoba ELEVACIÓN: LLUVIA: (10-11) SUELOS: Profundos, fácil drenaje, aluvión. Tolera arenas. RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: S, aceite IAP: CRECIMIENTO: SIEMBRA: 5, C FUENTES: Sureste de EE. UU. - México 34 - 23 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Swietenia macrophylla</i> King Caoba, mogno, caoba de hoja ancha RESISTENCIA: ELEVACIÓN: 50-1400 (0-900) LLUVIA: 160-400 (0-4 l) SUELOS: Fácil drenaje. Tolera arcillas pesadas, alcalinidad. RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: 1.9/30-40 4-7 F, V, C IAP: 5-19 (10-15 t) c CRECIMIENTO: 2/3 11/11 18-24/14 25/33 SIEMBRA: RD, Pla, En FUENTES: México - Brazil 20 N - 18 5 SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Swietenia mahagoni</i> Jacq. Caoba, West indian mahogany ELEVACIÓN: 0-500 LLUVIA: 125-200 (2-4 l) SUELOS: Profundos, fácil drenaje, o suelos alcalinos. RESISTENCIA: Vi</p>	<p>UTILIDAD: 1.4/25 7 F, V, C IAP: 8 c CRECIMIENTO: 5/3 10-16/12 SIEMBRA: En FUENTES: Florida - República Dominicana 25 - 18 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Tabebuia pentaphylla</i> (L.) Henisl. Apamate, roble, pink poui ELEVACIÓN: 100-1000 (0-500) LLUVIA: 125-250 (0-3 l) SUELOS: Fácil drenaje, tolera mal drenaje. RESISTENCIA: Vi</p>	<p>UTILIDAD: .9/25-30 5-6 F, V, C IAP: 10-20 c CRECIMIENTO: 3/1 8/5 SIEMBRA: S, RD, Pla, En, Es FUENTES: México - Ecuador 20 N - 2 5 SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Tamarix aphylla</i> (L.) Karst. Tamarisk ELEVACIÓN: 0-1400 (0-900) LLUVIA: 20-50 (6-8) SUELOS: Livianos, fácil drenaje, tolera alcalinidad y salinidad. RESISTENCIA: He (-10°C) Fu</p>	<p>UTILIDAD: .6/10-15 6-8 F, C, T, Fu, R IAP: 3-5 c CRECIMIENTO: SIEMBRA: En, Es FUENTES: Arabia - Afghanistan 40 - 25 N SINÓNIMOS: Tarticulata Vahl.</p>
<p><i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich. Bald cypress ELEVACIÓN: 1000-1500 (500-1000) LLUVIA: 100-160 (0-2) SUELOS: Mal drenaje, tolera suelos pesados alcalinos pero no salinidad. RESISTENCIA: He (leves)</p>	<p>UTILIDAD: 2.0/30-50 5 F, C IAP: 4-8 c CRECIMIENTO: SIEMBRA: RD, Toc, En, rebrotes FUENTES: Delaware-Illinois-Texas, USA 37 - 25 N SINÓNIMOS:</p>



<p><i>Tectona grandis</i> L. Teak, teca ELEVACIÓN: 0-900 (0-400) LLUVIA: 125-250 (3-5 l) SUELOS: Profundos, fértiles, fácil drenaje, neutrales y tolera suelos pesados. RESISTENCIA: Fu (moderadamente) Vi</p>	<p>UTILIDAD: 2.4/30-40 6-7 F, V, C, Po, S IAP: 5-18 (5-16 t) c CRECIMIENTO: 2-3/3 8/5 15/10 19/15 20-30/30 SIEMBRA: Toc, En, Es FUENTES: India - Tailandia 25 - 12 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Terminalia ivorensis</i> A Chev. Idigbo, framire, black afara ELEVACIÓN: 0-900 (0-400) LLUVIA: 130-300 (0-2) SUELOS: Fácil drenaje, tolera arenas acidez y mal drenaje. RESISTENCIA: Vi</p>	<p>UTILIDAD: .9/35-45 4-6 F, V, C, Pu, S IAP: 8-17 CRECIMIENTO: 7/3 19/10 SIEMBRA: Pla, Toc, En FUENTES: Guinea - Cameroon 11 - 4 N SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Terminalia myriocarpa</i> Henrek Hollock ELEVACIÓN: LLUVIA: SUELOS: Arenas, neutral. RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: V, C IAP: 5-15 CRECIMIENTO: 5/4 26/25 SIEMBRA: FUENTES: SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Terminalia superba</i> Engl. &amp; Diels White Afara, limba ELEVACIÓN: 0-900 (0-400) LLUVIA: 130-190 (1-3 l) SUELOS: Profundos, fácil drenaje. Tolera alcalinidad. RESISTENCIA:</p>	<p>UTILIDAD: 2.4/40-60 4-7 F, V, C, Pu, A IAP: 10-14 C CRECIMIENTO: 5/2 9/3 19/9 SIEMBRA: Pla, Toc, En, RBC FUENTES: Sierra Leone - Zaire 10 N - 6 S SINÓNIMOS:</p>
<p><i>Toona ciliata</i> M. Roem. australis F.v.M. Toon, burma cedar ELEVACIÓN: 0-1200 (0-700) LLUVIA: 85-180 (2-6 l) SUELOS: Profundos, fácil drenaje. Tolera acidez. RESISTENCIA: He (Leves) Vi</p>	<p>UTILIDAD: 1.5/30-45 4-6 F, V, C IAP: 7-18 C CRECIMIENTO: 5/2 8/5 20/12 SIEMBRA: Pla, En, RBC, rebrotes FUENTES: Australia 17 - 36 S SINÓNIMOS:</p>

*Triplochiton sehleroxylon* K. Schum.  
Obeche, wawa  
ELEVACIÓN: 0-900 (0-400)  
LLUVIA: 160-300 (0-2)  
SUELOS: Profundos, fácil drenaje.  
RESISTENCIA:

UTILIDAD: 1.5/40-50 4  
F, V, C, Pu  
IAP: 5-20 (5-10 t)  
CRECIMIENTO: 4/2 9/5  
SIEMBRA: Stu, C, Cu  
FUENTES: Sierra Leone - Zaire  
10 N - 0  
SINÓNIMOS:

*Virola surinamensis* (Rol.) Warb.  
Baboen Banak  
ELEVACIÓN:  
LLUVIA: 150 +  
SUELOS: Profundos, fácil drenaje.  
Tolera drenaje pobre.  
RESISTENCIA:

UTILIDAD: 1.5/45 4-5  
F, V, C  
IAP: 10-15  
CRECIMIENTO: 15/8 18/10  
SIEMBRA: - RBC  
FUENTES: Guadalupe - Brazil  
16 N - 2 S  
SINÓNIMOS:

*Ziziphus mauritiana* Lam.  
Jujuba  
ELEVACIÓN: 0-1300 (0-800)  
LLUVIA: 30-50  
SUELOS: Arenosos, tolera salinidad moderada.  
RESISTENCIA: He (-6°C)

UTILIDAD: .3/10 9  
Fu, Fo, S, alimentos  
IAP: c  
CRECIMIENTO:  
SIEMBRA: S, rebrotes  
FUENTES: Sur Asia  
30 - 25 N  
SINÓNIMOS: Z. jujuba (L.) Lam.



# Apéndice III

## Lista de Suplidores de Semillas

### Argentina

Semillas Forestales  
Administración Nacional de Bosques  
Pueyrredón 2446  
Buenos Aires, Argentina

Estancias del Conlar, S.A.  
P.O. Box 451  
Rio Cuarto 5800, Argentina

Semillero La Magdalena  
Centro 822, 7th Floor  
1010 Buenos Aires, Argentina

### Australia

Australian Tree Seed Centre  
CSIRO Division of Forestry and Forest  
Products  
PO Box 4008 Queen Victoria Terrace  
Canberra ACT 2600  
Australia

Department of Conservation and Land  
Management  
Seed Centre  
Manjimup WA 6258  
Australia

Tasmanian Seed Centre  
c/o Forestry Tasmania GPO Box 297B,  
Hobart, TAS, AUS, 7000  
Australia

Department of Primary Industry (DPI)  
Forestry  
MS424 Roys Road  
Beerwah, QLD 4519  
Australia

Forestry Commission of Tasmania  
12 Murray Street  
Hobart, Tasmania  
Australia

J.C. Doran, Seed Section  
CSIRO Division of Forest Research  
PO Box 4008  
Canberra, 2600 A.C.T.  
Australia

Percy G. Murphy  
PO Box 2  
Woywoy, New South Wales  
Australia

Queensland Forestry Department  
PO Box 37  
North Quay  
Brisbane, Australia

South Australian Woods and  
Forest Department  
Rundle Street  
Adelaide,  
Australia (South)

Conservator of Forests  
Forest Department  
Perth, Australia (West)  
Forestry and Timber Bureau  
Banks Street  
Yarralumla  
A.C.T. 2600, Australia

### Austria

Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Schonbrunn  
Oberer Tirolergarten, A-1130  
Vienna, Austria

### Bahamas

Forest Supervisor  
Crown Lands Development  
Nassau, Bahamas

### Bangladesh

Bangladesh Forest Research Institute  
P.O. Box 273  
Chittagong, Bangladesh

**Barat**

Director  
Forest Research Institute  
Kapong, Selangor  
Malaysia, Barat

**Bélgica**

Station de Recherche Forestiere Ave.  
Marechal Juan 23  
B-5030 Gembloux  
Belgium

**Belice**

Conservator  
Department of Forests  
PO Box 148  
Belmopan, Belize

**Bolivia**

Agropaisaje  
PO Box 3548  
La Paz, Bolivia

**Brasil**

Florestas Rio Doce S.A.  
Reserva Florestal da CVRD  
Caixa Postal 91  
29-900-70 Linhares ES, Brasil

Instituto de Pesquisas e Estudos  
Florestais  
Av. Padua Dias, 11  
CP 530, CEP 13400-970  
Piracicaba - SP, Brasil

**Brunei**

Conservator of Forests  
Forest Department  
Bandar Seri Bagawan, Brunei

**Burma**

Director General  
Forest Department  
Nos. 25-26, Randeria Building  
Phayre Street  
Rangoon, Burma

**Burundi**

Direction Generale  
Institut des Sciences Agroimiques  
du Burundi  
B.P. 795 Bujumbura, Burundi

**Canada**

Tree Seed Unit  
Petawawa Forest Experiment Station  
Canadian Forestry Service  
Department of the Environment  
Dr. D.G.W. Edwards  
Research Scientist  
Pacific Forest Research Center  
Canadian Forest Service  
506 West Burnside Rd.  
Victoria, British Colombia,  
Canada V8Z IMS  
Canada

Forestry Canada, National Tree Seed  
Centre  
Petawawa National Forestry Institute  
PO Box 2000, Chalk River  
Ontario KOJ IJO  
Canada

National Forest Genetics Resources  
Centre  
PO Box 4000, Fredericton  
New Brunswick E3B 5P7  
Canada

**República de Africa Central**

Directeur General des Eaux, Forets  
Chasses et Peches  
Ministere des Eaux, Forets  
Chasses et Peches  
B.P. 830  
Bangui, Republique Centrafricaine

**Chile**

Director Ejecutivo  
Instituto Forestal  
Valenzuela Llanos 1061  
Casilla 3085  
La Reina  
Santiago de Chile, Chile

**Colombia**

Banco Nacional de Semillas  
División Forestal  
Instituto de Desarrollo de los  
Recursos Naturales Renovables  
D.E. Carrera 14, No. 25A-66  
Apartado Aereo 12358  
Bogotá, Colombia

Dr. Millán Gutiérrez  
A.A. 219  
Cartón de Colombia  
Cali, Colombia

Smurfit, Carton de Colombia  
Puerto Isaac  
Yumbo, Colombia

Monterrey Forestal Ltda.  
Diag. 127A No. 23-76 Piso 6  
Bogota, Colombia

**Congo, Republique Populaire du**

Directeur des Eaux et Forets  
Ministere de L'Agriculture  
et des Eaux et Forets B.P. 98  
Brazzaville,  
Congo, Republique Populaire Du

**Costa Rica**

Centro Agronomico Tropical de  
Investigacion y  
Ensenanza (CATIE)  
CATIE 7170, PO Box 137  
Turrialba, Costa Rica

Servicios Cientificos Agropecuarios  
Apdo. 301  
San Isidro del General  
Perez Zeled6n, Costa Rica

**Cote de Marfil**

Centre de Cote-d'Ivoire de Centre  
Technique Forestier Tropical  
B.P. 8033  
Abidjan, Cote-d'Ivoire

**Cuba**

Instituto de Investigacion Forestal  
Ave 174 # 1723 e/17B y 17C  
Siboney, Playa, La Habana  
Cuba

**Dahomey**

Directeur de Service des Eaux,  
Forets et Chasse  
Ministere du Developpement Rural  
et de la Cooperation  
B.P. 393  
Cotonou  
Dahomey, Republique du

**Dinamarca**

Joint Committee for Selection  
and Control of Forest Reproductive  
Material  
Springforbivej 4  
D-2930 Klampenborg, Denmark

**República Dominicana**

Dirección General Forestal  
Secretaria de Estado de las  
Fuerzas Armadas  
Centro de los Héroes  
Santo Domingo, República Dominicana

**Dinamarca**

DANIDA Forest Seed Centre  
Krogerupvej 21  
DK-3050 Humlebaek  
Denmark

**Ecuador**

Departamento de Capacitación y  
Experimentaciones  
Dirección de Desarrollo Forestal  
Ministerio de Agricultura y Ganaderia  
Quito, Ecuador

**El Salvador**

Banco de Semillas Forestales  
Instituto Salvadoreño de  
Recursos Naturales  
Ministerio de Agricultura y Ganaderia  
Apartado Postal 2265,  
Soyapango, San Salvador,  
El Salvador

**España**

Jefe, Sección de Coordinación y  
Relaciones  
Instituto Nacional para la Conservación

de la Naturaleza Ministerio de Agricultura  
Paseo Infanta Isabel, 1  
Madrid 2, España

Ministerio de Medio Ambiente  
Direccion General de Conservacion de la  
Naturaleza - Servicio de Material Genetico  
Gran Via de San Francisco 4  
28005 Madrid  
Espana

### **Fiji**

Silvicultural Research Division  
Department of Forests  
PO Box 2218, Suva  
Fiji

### **Finlandia**

Finnish Forest Research Institute  
Suonenjoki Research Station  
77600 Suonenjoki  
Finlandia

National Board of Forestry  
Section of Silviculture  
Erottajankatu 2  
SF-00120 Helsinki 12,  
Finland

### **Francia**

Comite National Interprofessionnel de  
l'Horticulture Florale Ornementale et  
des Pepinieres  
10-12 rue du Seminaire  
B.P. 309  
94152 Rungis, France

International Tree Seeds Bank  
Establishment Versepuy  
43000 - Le Puy, France

Institut National de la Recherche  
Agronomique  
(INRA)  
INRA - Station de Recherches Forestieres  
BP 45  
33611 Gazinet Cedex  
Francia

Office National des Forests, Service  
Graines et  
Plants  
Supt. 39300 Champagnele  
Francia

CIRAD - Foret  
Laboratoire de Graines  
Campus International de Baillarguet  
BP 5035  
34032 Montpellier Cedex 01  
Francia

### **República Gabonaise**

Directeur des Forets  
B.P. 2275  
Libreville,  
Republique Gabonaise

### **The Gambia**

Forestry Development Officer  
Forestry Division  
Department of Agriculture  
Yundum Experimental Station  
Yundum, Western Division,  
The Gambia

### **Alemania**

Bundesamt für Ernährung und  
Forstwirtschaft  
Adickesallee 40  
6 Frankfurt/Main  
Germany

Bundesverband Forstsamen und  
Forstpflanzen e.v.  
Kolner Strasse 142-148  
53 Bonn - Bad Godesberg,  
Germany

### **Ghana**

Forest Products Research Institute  
University PO Box 63  
Kumasi, Ghana

The Silviculturist  
Department of Forestry  
Silvicultural Branch  
PO Box 1917  
Kumasi, Ghana

**Grecia**

Ministere de l'Economie Nationale  
Direction Generale des Forets  
Rue Menandrou 22  
Athenes (112), Grece

**Guatemala**

Arq. José A. Lewald Capouilliez  
Exportación de Semillas  
Apartado Postal 543  
Ciudad Guatemala, Guatemala

Francisco Sagastume O.  
Semillas Forestales Tropicales  
Apartado Postal 1700,  
Ciudad Guatemala, Guatemala

Tomás Zepeda Guzmán  
Poptun  
Petén, Guatemala

Semillas Forestales Tropicales  
Poptun Petén  
Guatemala

Tropical Products de C.A.  
Apartado Postal 1174  
Ciudad Guatemala, Guatemala

**Guinea**

Directeur General des Eaux  
et Forets  
Direction Generale des Eaux  
et Forets  
B.P. 624  
Conakry, Guinee

**Guayana**

Conservator of Forests  
Forest Department  
PO Box 1017  
Georgetown, Guayana

**Haute - Volta**

Directeur des Eaux et Forets et  
de la Conservation des Sols  
Ministere de l'Agriculture et  
de l'Elevage B.P. 4  
Ouagadougou,  
Haute - Volta

**Honduras**

Director General de Recursos Forestales,  
Caza y Pesca  
Secretaría de Estado  
en el Despacho de Recursos Naturales  
Tegucigalpa, Honduras

Forest Tree Seed Bank,  
ESNACIFOR/COHDEFOR  
Apdo. Postal No. 2  
Siguatepeque, Honduras

**Hong Kong**

Director of Agriculture  
and Fisheries  
Canton Road Government Offices  
393 Canton Road, 12th floor  
Kowloon, Hong Kong

**Hungria**

Hungaroflor  
Budafoki u-79  
1117 Budapest  
Hungary

**Islandia**

Director  
State Forestry Service  
Grettisgotus  
Reykjavik

**India**

M/S Balkishen & Co.  
106, Rajinder Nagar  
Dehra Dun, India

Botany Branch  
Forest Research Insitute and Colleges  
P.O. New Forest  
Dehra Dun, India

Gopal Nursery and Seed Stores  
Chukhuwala  
Dehra Dun, India

Pratap Nursery and Seed Stores  
P.O. Premnagar  
Dehara Dun 6, India

State Forest Research Institute  
Polipathar Jabalpur  
Madhya Pradesh PIN 482008, India



Kumar International  
Ajitmal 206121  
Etawah (UP)  
India

Shivalik Seeds Corporation  
47 Panditwari~ PO Premnagar  
Dehra Dun 248007 (U.P.)  
India

Tropical Forest Research Institute  
PO-RFRC, Mandla Road  
Jabalpur - 48202 1, Madhya Pradesh  
India

#### **Indonesia**

Department of Agriculture  
Directorate General of Forestry  
Forestry Research Institute  
Bogor, Indonesia

Ministry of Foreign Affairs  
Bureau of Foreign Economic Relations  
Jakarta, Indonesia

#### **Irlanda**

Department of Lands  
Forest and Wildlife Section  
22 Upper Merrion Street  
Dublin 2, Ireland

#### **Irlanda del Norte**

The Chief Forest Officer  
Forestry Division  
Ministry of Agriculture  
Dundonald House  
Upper Newtownards Road  
Belfast BT 43 SB,  
Northern Ireland

#### **Israel**

Director, Forest Department  
Land Development Authority  
PO Box 45  
Kiryat Hayim  
Haifa, Israel

Ministry of Agriculture  
Hadera District  
Experimental Station for Ornamental  
Gardening,  
Israel

#### **Italia**

Officio Amministrazione per  
la Produzione dei Semi Forestali  
Pieve S. Stefano (Arezzo)  
Italy

#### **Jamaica**

The Conservator of Forests  
Forest Department  
144 Constant Spring Road  
Kingston, Jamaica

#### **Japon**

All Japan Federation of Forest  
Seeds and Seedlings  
Cooperative Association  
Midori Building  
9-9 4 Chome, Lidabashi  
Chiyoda-Ku  
Tokyo, Japan

The Kyoto Botanical Garden  
Kyoto, Japan

The Botanic Garden  
Hokkaido University  
(Faculty of Agriculture)  
Sapporo, Japan

Frujita Seed Company, LTD.  
PO Box 211 Osaka Central  
Osaka, Japan

#### **Jordania**

The Director General  
Department of Forests  
PO Box 860  
Amman, Jordan

#### **Kenya**

Chief Conservator of Forests  
Forest Department  
PO Box 30513  
Nairobi, Kenya

Silviculturist  
Forest Department  
PO Box 74  
Kikuyu, Kenya

Kenya Forestry Seed Centre  
PO Box 20412  
Nairobi, Kenya

**Korea, Republica de**

The Director General  
Office of Forestry  
Ministry of Home Affairs  
Sam Young Building  
50-2, Susomoon - dong  
Sudaemoon - Ku  
Seoul, Republic of Korea

**Republica Malagasy**

Service des Graines  
Direction des Eaux et Forets  
et de la Conservation des Sols  
B.P. 243  
Tananarive, Republique Malagasy

**Malawi**

Malawi Forest Research Insitutie  
Private Bag 6  
Dedza, Malawi

**Malaysia, Este**

Office of the Conservator of Forests  
Forest Department Headquarters Kuching  
Sarawak, East Malaysia

**Malaysia, Penninsular**

Director General of Forestry  
Department of Forests  
Swettenham Road  
Kuala Lumpur,  
Peninsular Malaysia

**Mali, Republique du**

Chef du Service Forestier  
Bamako, Repulbique Du Mali

**Malta**

The Director  
Department of Agriculture  
93, Archbishop Street  
Valletta, Malta

**Maroc**

Station de Recherches et  
d'Experimentations Forestieres  
Avenue du Docteur Bonjean  
B.P. 763  
Rabat Agdal, Maroc

**Martinica (Antilles)**

Office National des Forets  
Direction Regionale  
97207 Fort-de-France

**México**

Banco de Germoplasma Forestal  
Instituto Nacional de  
Investigaciones Forestales  
Avenida Progreso 5  
Coyoacan 21, D.F.,  
Mexico

**Morocco (see Maroc)**

**The Los Paises Bajos**

State Forest Service  
Division of Seed and Plants  
Museumlaan 2  
Utrecht, The Netherlands

Setropa  
PO Box 203  
1400 AE Bussum, The Netherlands

Timmers and Leyer  
PO Box 17  
Heemstede, The Netherlands

**Nueva Zelanda**

Director General of Forests  
New Zealand Forest Service  
Private Bag  
Wellington, New Zealand

**Niger, Republique du**

Directeur du Service des  
Eaux et Forets  
Ministere de l'Economie Rurale  
Niamey, Republique du Niger

**Nigeria**

Federal Department of Forest Research  
Federal Ministry of Agriculture  
and Natural Resources  
Private Mail Bag No. 5054  
Ibadan, Western State Nigeria

**Noruega**

Forestry Directorate  
Ministry of Agriculture  
Oslo Dep  
Oslo, 1, NORway

**Nouvelle Caledonic**

Monsieur le Chef du Service  
Des Eaux et Forets  
B.P. 285  
Nouma, Nouvelle—Caledonic

**Pakistan**

Pakistan Forest Institute, Peshawar  
Director General  
PO Forest Institute Peshawar  
Pakistan

**Papua Nueva Guinea**

Mr. J.A. Simpson  
Forest Research Station  
PO Box 134  
Bulolo  
Papua, New Guinea  
  
Forestry and Timber Bureau  
Banks Street  
Yarralumla  
A.C.T. 2600  
Papua, New Guinea

Department of Forestes  
PO Box 5055  
Boroko, Papua New Guinea

Papua New Guinea Forestry College  
Department of Forests  
PO Box 92  
Bulolo, Papua New Guinea

**Peru**

Director de Servicio Forestal  
y de Caza  
Ministerio de Agricultura  
Calle Cuba 552  
Lima, Perú

**Filipinas**

Forestry Research Division  
Bureau of Forest Deveopment  
Department of Agriculture  
and Natural Resources  
Diliman Quezon City, Philippines

Ecosystems Research and Development  
Bureau  
4031 College  
Laguna, Philippines 4031  
Philippines

**Puerto Rico**

Institute of Tropical Forestry  
Forest Service  
U.S. Department of Agriculture  
Call Box 25000  
Río Piedras, Puerto Rico, 00928-2500

**Senegal**

Directeur des Eaux,  
Forets et Chasse  
Service des Eaux,  
Forets et Chasse  
Ministere deu Developpement Rural  
B.P. 1831  
Dakar, Senegal

**Sierra Leone**

The Chief Conservator of Forests  
Forestry Department  
Ministry of Agriculture  
and Natural Resources  
Ministerial Building  
George Street  
Freetown, Sierra Leone

**South Africa**

SAFCOL Research  
South African Forestry Company Ltd.  
PO Box 574  
SABIE, 1260, South Africa

**Sri Lanka, Republic of**

Forest Department  
PO Box 509  
Colombo, Sri Lanka

**St. Kitts, Nevis and Anguilla**

The Director of Agriculture  
Basseterre  
St. Kitts, West Indies

**St. Lucia**

The Conservator of Forests  
Government Building  
PO Box 196  
Castries, St. Lucia, West Indies

**The Sudan**

Forests Department  
Ministry of Natural Resources  
and Rural Development  
PO Box 658 Khartoum, The Sudan

**Suiza**

Inspection Federale des Forets  
Section Structures  
et Question Economiques  
Postfach  
3000 Bern 14, Suisse

**Surinam**

The Conservator of Forests  
Forest Service  
Department of Development  
PO Box 436  
Paramaribo, Surinam

**Suecia**

National Board of Forestry  
Fack  
16210 Vallingby, Sweden

**Tanzania**

Tanzania Forestry Research Institute  
(TAFORI)  
PO Box 95  
Lushoto, Tanzania  
  
National Tree Seed Programme  
PO Box 373  
Morogoro, Tanzania

**Tchad, Republic du**

M. le Ministre des Eaux,  
Forets, Peche et Chase  
B.P. fort-Lamy,  
Republique du Tchad

**Tailandia**

Royal Foret Department  
Bangkhen  
Bangkok 9  
Thailand

**Togo**

Direction Generale de  
l'Economie Rurale  
Office National de Development  
et d'Exploitation des Ressources  
Forestieres  
B.P. 334 Lome, Togo

**Trinidad and Tobago**

Conservator of Forests  
Forest Division  
Long Circular Road  
Port-of-Spain  
Trinidad and Tobago

**Tunisia**

M. le Directeur des Forets  
Direction des Forets  
Ministere de l'Agriculture  
Avenue Hedi Chaker No. 86  
Tunis, Tunisie

**Turquia**

Ministry of Forestry  
General Directorate of Afforestation  
Orman Bakanligi  
Agacladirma Genel  
Mudurlugu  
Adakle sokak No. 85  
Ankara, Turkey

**Uganda**

The Chief Conservator of Forests  
Forest Department  
Ministry of Agriculture and Forestry  
PO Box 31  
Entebbe, Uganda

Forestry Research Institute (FORI)  
PO Box 1752  
Kampala, Uganda

**Reino Unido**

Forestry Commission  
Alice Holt Lodge  
Wrecclesham  
Farnham  
Surrey, The United Kingdom

Mr. A. Greaves  
Commonwealth Forestry Institute  
Department of Forestry  
So. Parks Rd.  
Oxford OX1 3RB, England  
The United Kingdom

**Estados Unidos**

International Seed Company  
3524 - 6th Avenue South  
Birmingham, AL 35222

Central Nursery Company  
2675 Johnson Avenue  
San Luis Obispo, CA 93401

Eastern Tree Seed Laboratory  
PO Box 819  
Macon, GA 31202

Hurov's Tropical Tree Nurseries  
PO Box 239  
Wahiawa, HA 96786

Lowe Incorporated  
PO Box 131  
Kahuku, HA 96731

Kisatchie National Forest  
2500 Shreveport Highway  
Pineville, LA 73160

Tree Seeds International  
2402 Esther Court  
Silver Spring, MD 20910

Lawyer Nursery  
Plains, MT 59856

Mountain Valley Nursery  
Forest Tree Seed and Seedlings  
PO Box 81  
Lincoln, NM 88338

Herbst Brothers Seedsmen, Inc.  
1000 N. Main Street  
Brewster, NY 10509

Department of Agriculture  
Government of Guam  
Agana, GU 96910

Bausher and Treman Co.  
124 South 6th Street  
Allentown, PA 18105

Native Plants  
360 Wakara Way  
Salt Lake City, UT 84108

Carter Seeds  
475 Mar Vista Drive  
Vista, CA 92083

Agroforester Tropical Seeds  
PO Box 428  
Holualoa, HI 96725

F.W. Schumacher Co., Inc.  
36 Spring Hill Rd.  
Sandwich, MA 02563-1023

Legume seeds should be inoculated with a desirable strain of rhizobium bacteria before planting. One source of inoculants which can be contacted is:

The Nitrogina Company, Inc.  
3101 West Custer Avenue  
Milwaukee, WI 53209

**Uruguay**

Ing. Rosario Pou Ferrari  
Facultad de Agronomía  
Depto. Forestal  
Avda. Garzon 780  
Montevideo, Uruguay

Dirección Forestal, Parques y Fauna  
Ministerio de Ganadería Y Agricultura  
Maldonado 1276  
Montevideo, Uruguay

**Venezuela**

Estación de Semillas Forestales  
Ministerio de Agricultura y Cria  
Dirección de Recursos Naturales  
Renovables

División de Bosques  
Región 5 - MAC -  
Maracay, Estado Araguay

**Western Samoa**

The Chief Forest Officer  
Department of Agriculture,  
Forests and Fisheries  
PO Box 206  
Apia, Western Samoa

**Yugoslavia**

Yugoslav Centre for Agriculture and  
Forestry  
Service for Forest Production  
11001 Beograd  
Bul. Revolucije 84/II, Yugoslavia

**Zaire, Republic du**

Directeur des Eaux et Forets  
Ministere de l'Agriculture  
et du Developpement Rural  
B.P. 8722  
Kinshasa, Republic Du Zaire

**Zambia**

Division of Forest Research  
Ministry of Lands and Natural Resources  
PO Box 2900  
Kitwe, Zambia

**Zimbabwe**

Forestry Commission, Forest Research  
Centre  
Tree Seed Centre  
PO Box HG  
585 Highlands  
Harare, Zimbabwe



# Apéndice IV

## Químicos Recomendados

La lista que se acompaña es genérica. Usualmente la sustancia se vende bajo una marca o nombre comercial. Deberá estudiarse la etiqueta para determinar si un producto contiene el químico sugerido. Otro punto importante a considerar cuando se utilizan químicos para rociar es la compatibilidad; en otras palabras si dos sustancias químicas se pueden mezclar eficazmente sin causar daños a las plantas a tratarse. Los distribuidores pueden ayudar a dilucidar lo anterior. La lista que se ofrece representa una pequeña parte de un gran número de materiales controlados disponibles, pero incluye los más comunes a la venta en todas partes de los trópicos.

En cualquier tipo de aplicación donde se use equipo para rociar asegúrese de que el tanque se limpie bien antes y luego de usarse. Siga cuidadosamente todas las instrucciones para mezclar, aplicar y utilizar todos los materiales. Las bolsas vacías deben enterrarse. Cuando no estén en uso, los químicos se deben mantener bajo llave para evitar accidentes. Para mayor información refiérase al paquete ICE #P-2, Pesticide Safety.

### Insecticidas

**Azufre alcalino**—se utiliza para controlar moho, humedad y hongos.

**Malatión**—ampliamente disponible, algunas veces oloroso, útil para controlar áfidos y otros insectos.

**Maneb**—útil en el control de enfermedades de manchas como las manchas en las hojas.

**Metaldeído**—útil para el control de caracoles y babosas.

**Sulfato de nicotina**—control eficaz de hormigas y otros áfidos y otros insectos chupadores.

**Etión**—útil en el control de minadores de hojas, ácaros, arañas.

**Retenone**—un material vegetal que se utiliza como un veneno de contacto y de ingestión; no es tóxico a los humanos pero es tóxico a los peces.

**Carbaryl**—este compuesto debe evitarse porque es tóxico a las poblaciones de abejas.

### Miticidas

**Clorobenzilato**—utilizado contra ácaros con buenos resultados.

**Ovex**—muy eficaz pero su uso requiere cuidado especial.

### Funguicidas

**Supracide 2**—eficaz contra ácaros.

**Formaldehído o formalina**—puede utilizarse en suelos sin vegetación previo a la siembra puesto que es enormemente tóxico a las plantas pero excelente como un tratamiento pre-siembra para controlar los hongos. Los vapores son tóxicos a los humanos.

**Tiofanato metílico**—eficaz para el control de hongos en los suelos, se usa para empaquetar los suelos y purgarlos de hongos.



### **Fumigantes de suelos**

**Mezcla Bordeaux**—es probablemente el fungicida más práctico disponible aun bajo condiciones lluviosas. Hay que utilizarlo prontamente porque pierde rápidamente su eficacia. El añadir un poco de jabón a la solución final ayuda a que la solución se pegue y extienda más uniformemente.

### **Esparcidores**

**Bromuro metílico**—uno de los más eficaces, pero tóxico, fumigantes de suelos; se utiliza para controlar insectos y nemátodos. Los suelos tratados con este material no se pueden sembrar hasta luego de por lo menos tres semanas. Se vende bajo muchos nombres y marcas.

Estas son sustancias utilizadas para aumentar la adhesividad de los rocios a las plantas. Unas cepilladuras de jabón común o un poco de detergente añadido a la solución logra este propósito.

# Apéndice V

Lista maestra de especies productoras de leña reproducida de: Firewood crops: shrub and tree species for energy production, National Academy Press, Washington, DC, 1980.

Se nombran sólo las especies escogidas por el panel para inclusión en informe antes citado.

## Trópicos húmedos

*Acacia auriculiformis*  
*Albizia lebbek*  
*Alnus iorullensis*  
*Anogeissus latifolia*  
*A. leiocarpus*  
*Avicennia* spp.  
*Azadirachta indica*  
*Bruguiera* spp.  
*Cajanus cajan*  
*Calliandra calothyrsus*  
*Cassia siamea*  
*C. spectabilis*  
*Casuarina cunninghamiana*  
*C. equisetifolia*  
*C. lepidophloia*  
*Eucalyptus camaldulensis*  
*E. citriodora*  
*E. grandis*  
*E. microtheca*  
*E. saligna*  
*E. tereticornis*  
*Gliricidia maculata*  
*G. sepium*  
*Gmelina arborea*  
*Grevillea robusta*  
*Guazuma ulmifolia*  
*Inga edulis*  
*I. alba*  
*I. vera*  
*Leucaena leucocephala*  
*Muntingia calabura*  
*Parkinsonia aculeata*  
*Pithecellobium dulce*  
*Pongamia glabra*  
*Rhizophora mangle*  
*R. mucronata*  
*Sesbania grandiflora*  
*Syzygium cummii*  
*Terminalia* spp.

*Trema guineensis*

*T. micrantha*

*T. orientalis*

Other *Trema* spp.

## Alturas tropicales

*Acacia dealbata*  
*A. decurrens*  
*Alnus glutinosa*  
*A. jorullensis*  
*A. nepalensis*  
*A. rubra*  
*Casuarina cunninghamiana*  
*C. equisetifolia*  
*C. iunghuhniana*  
*C. luehmannii*  
*Eucalyptus bicostata*  
*E. camaldulensis*  
*E. citriodora*  
*E. globulus*  
*E. gomphocephala*  
*E. grandis*  
*E. macarthuri*  
*E. maidenii*  
*E. saligna*  
*E. viminalis*  
*E. wandoo*  
*Grevillea robusta*  
*Trema orientalis*

## Regiones áridas y semiáridas

*Acacia arabica*  
*A. auriculiformis*  
*A. branchustachya*  
*A. cambagei*  
*A. cyanophylla*  
*A. cyclops*  
*A. decurrens*  
*A. holasericea*  
*A. mollissima*  
*A. nilotica*

*A. raddiana*  
*A. seyal*  
*Albizia lebbeck*  
*Anogeissus leiocarpus*  
*A. pendula*  
*Azadirachta indica*  
*Cassia siamea*  
*C. sturtii*  
*Casuarina cristata*  
*C. decaisneana*  
*C. equisetifolia*  
*C. glauca*  
*C. stricta*  
*Calophospermum mopane*  
*Eucalyptus camaldulensis*  
*E. citriodora*  
*E. gomphocephala*  
*E. microtheca*  
*E. occidentalis*  
*E. tereticornis*  
*E. viminalis*  
*Gmelina arborea*  
*Halosylon aphyllum*  
*H. persicum*  
*Parkinsonia aculeata*  
*Pinus brutia*  
*P. eldarica*  
*P. halepensis*  
*Pithecellobium dulce*  
*Prosopis alba*  
*P. caldenia*  
*P. chilensis*  
*P. cineraria*  
*P. farcta*  
*P. juliflora*  
*P. pallida*  
*P. tamarugo*  
*Tamarix aphylla*  
*T. articulata*  
*Terminali glaucescens*  
*Ziziphus jujuba*  
*Z. mauritiana*  
*Z. nummularia*  
*Z. spina-christi*

The Forest Service of the U.S. Department of Agriculture is dedicated to the principle of multiple use management of the Nation's forest resources for sustained yields of wood, water, forage, wildlife, and recreation. Through forestry research, cooperation with the States and private forest owners, and management of the National Forests and National Grasslands, it strives—directed by Congress—to provide increasingly greater service to a growing Nation.

The U.S. Department of Agriculture (USDA) prohibits discrimination in all its programs and activities on the basis of race, color, national origin, gender, religion, age, disability, political beliefs, sexual orientation, or marital or family status. (Not all prohibited bases apply to all programs.) Persons with disabilities who require alternative means for communication of program information (Braille, large print, audiotape, etc.) should contact USDA's TARGET Center at (202) 720-2600 (voice and TDD).

To file a complaint of discrimination, write USDA, Director, Office of Civil Rights, Room 326-W, Whitten Building, 14th and Independence Avenue, SW, Washington, DC 20250-9410 or call (202) 720-5964 (voice and TDD). USDA is an equal opportunity provider and employer.

Pacific Northwest Research Station  
333 S.W. First Avenue  
P.O. Box 3890  
Portland, Oregon 97208-3890.

U.S. Department of Agriculture  
Pacific Northwest Research Station  
333 S.W. First Avenue  
P.O. Box 3890  
Portland, Oregon 97208-3890.