

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 discontinuado 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 apear y utilizar todos los árboles que tengan algún valor. Si hay una demanda para terreno para cultivo y si la pendiente

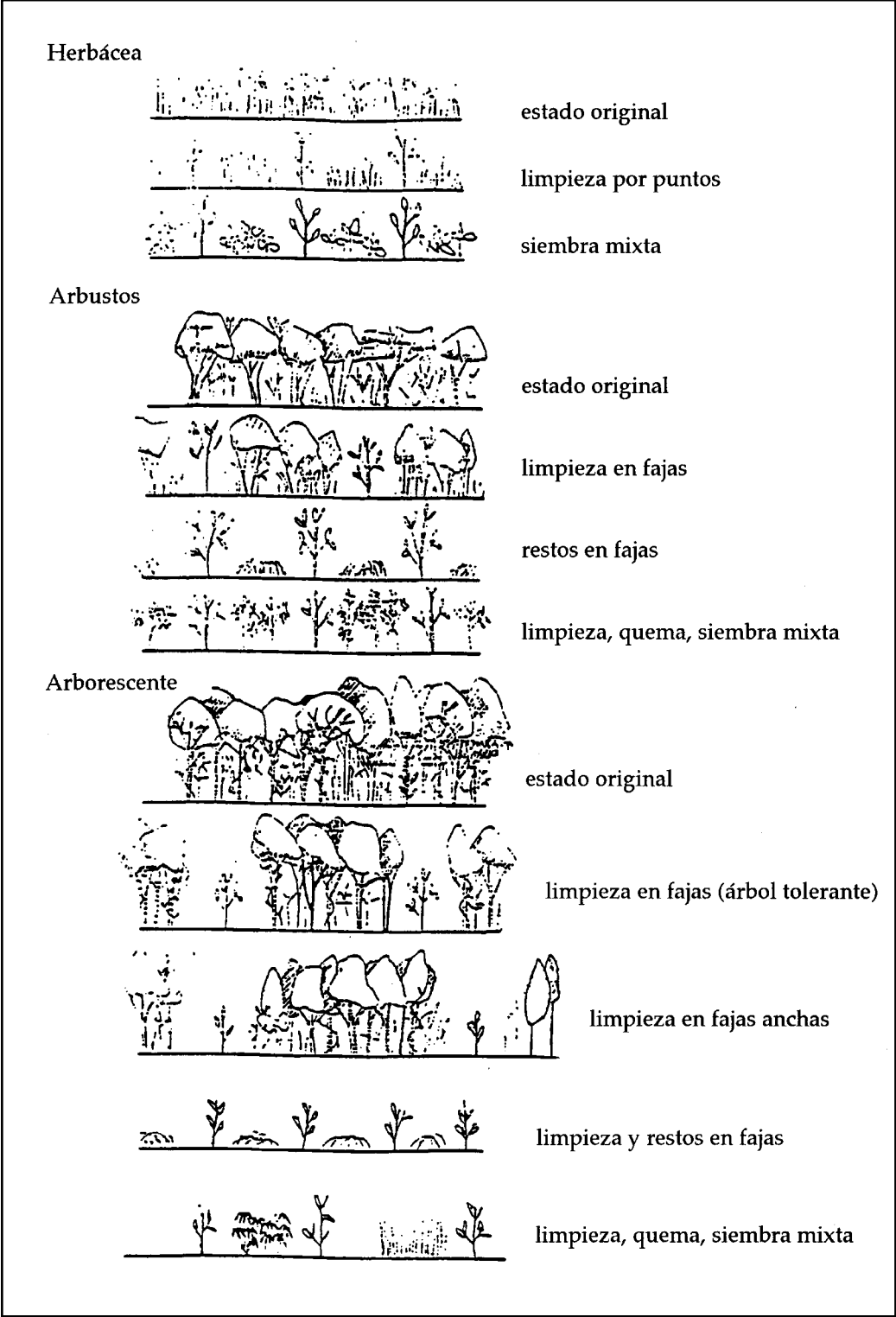


Ilustración 8.1 Control de la vegetación natural.

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

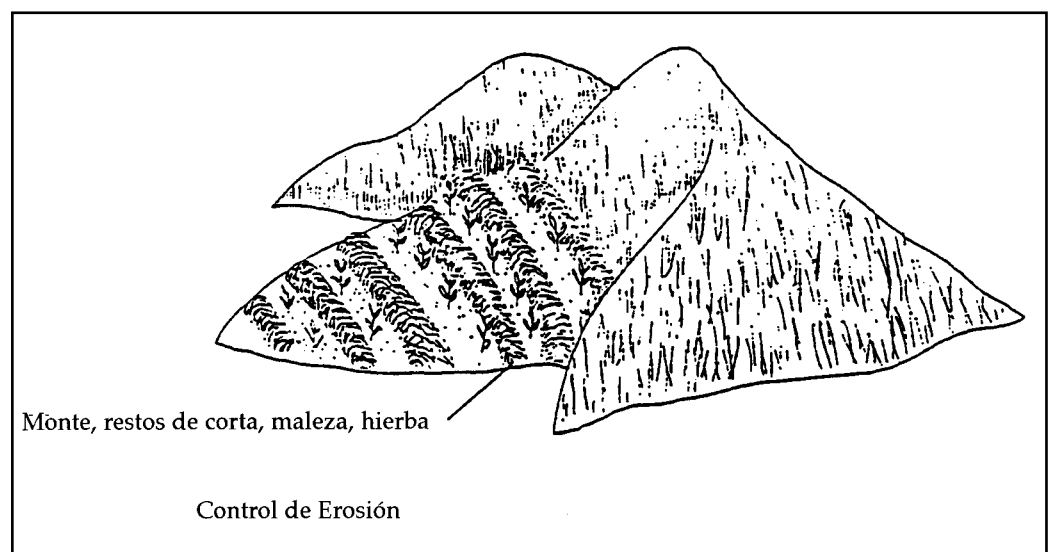


Ilustración 8.2 Técnicas para el desvío y conservación del agua.

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:

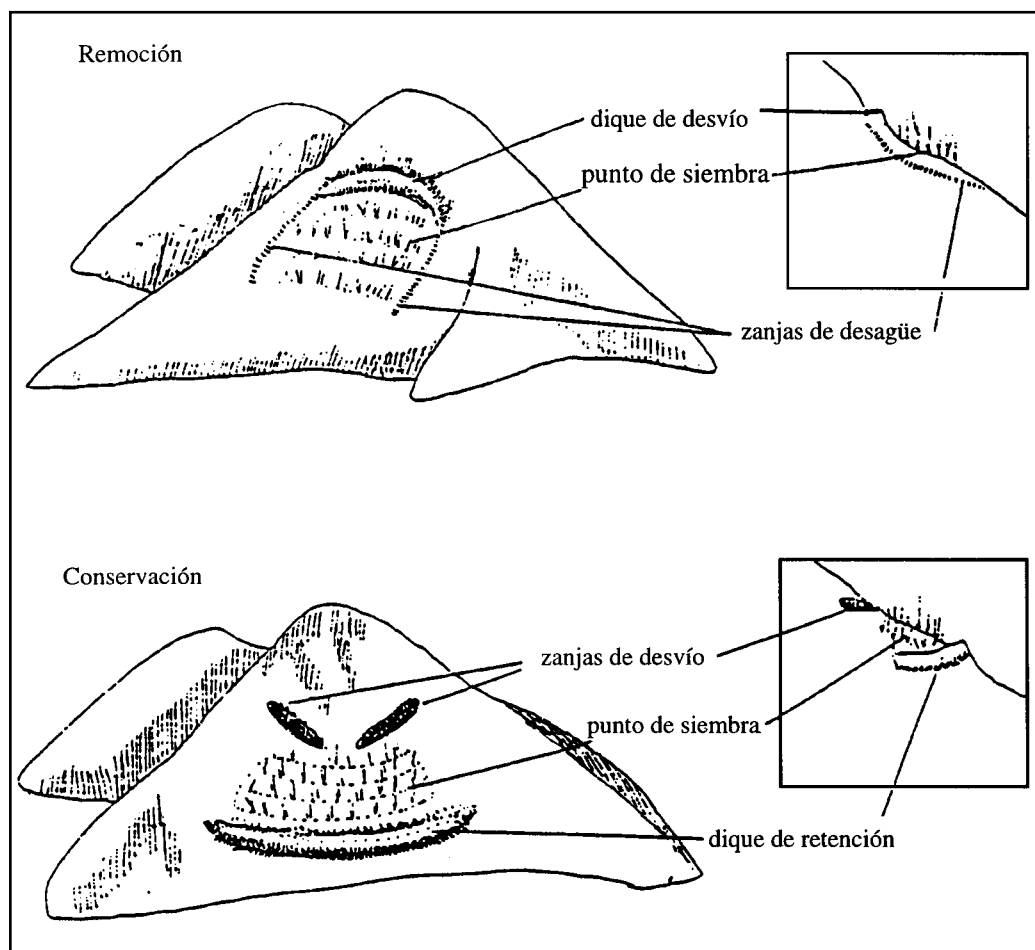


Ilustración 8.3 Técnicas para el desvío y conservación del agua.

- 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 1×1 m se deben sembrar 10,000 árboles por hectárea, mientras que a 3×3 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 2×2.5 m o 2×3 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 2×3 m y 3×3 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).

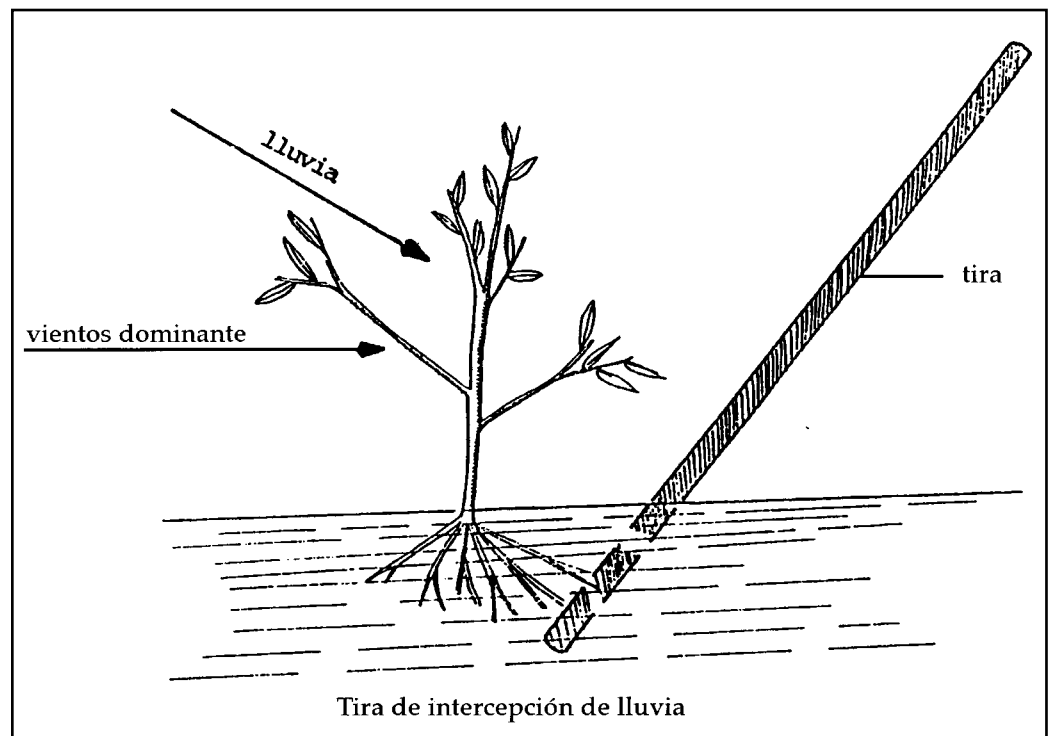


Ilustración 8.4 Conservación del agua en condiciones extremas.

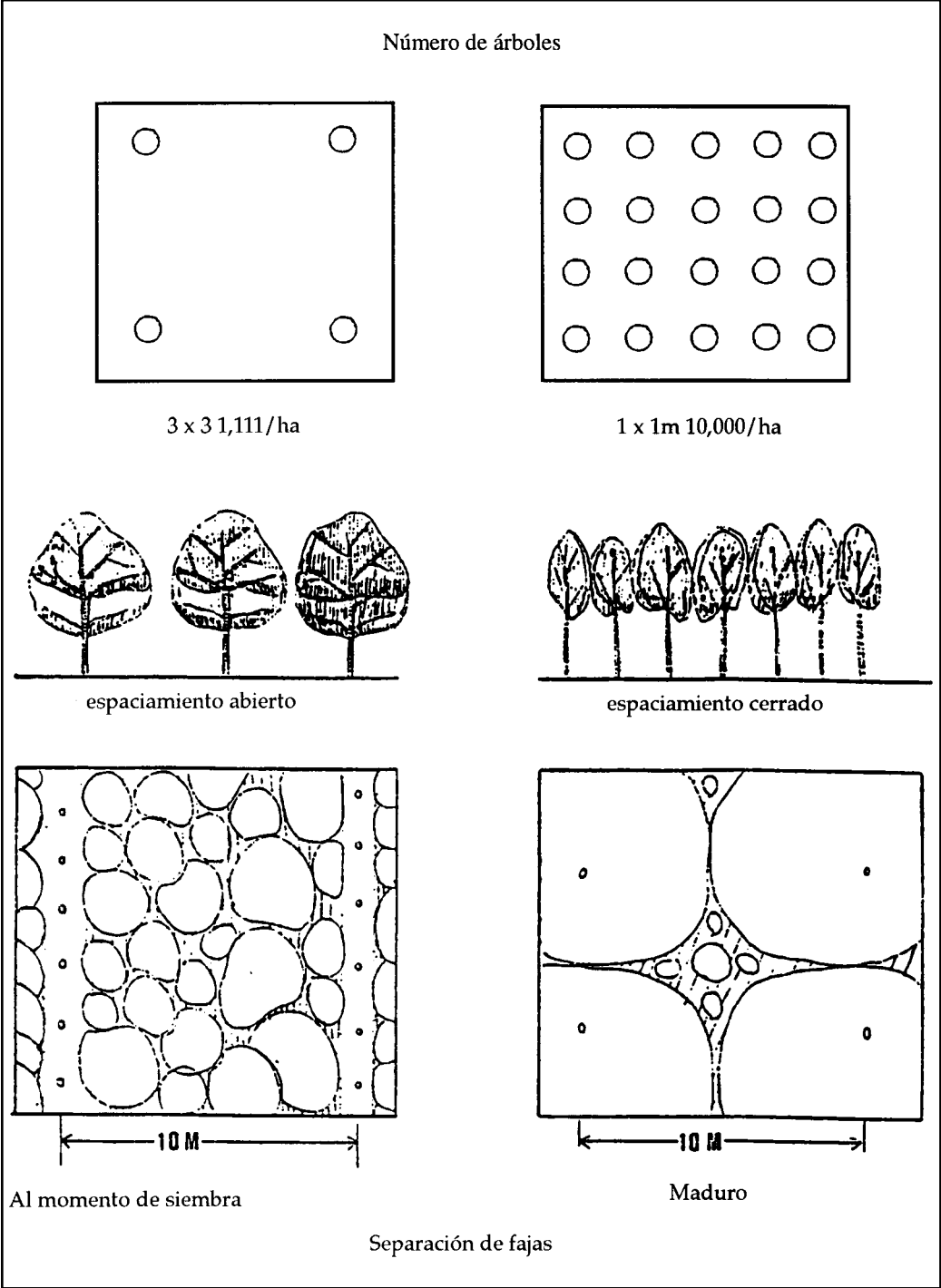


Ilustración 8.5 Importancia del espaciamiento inicial de los árboles.

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.

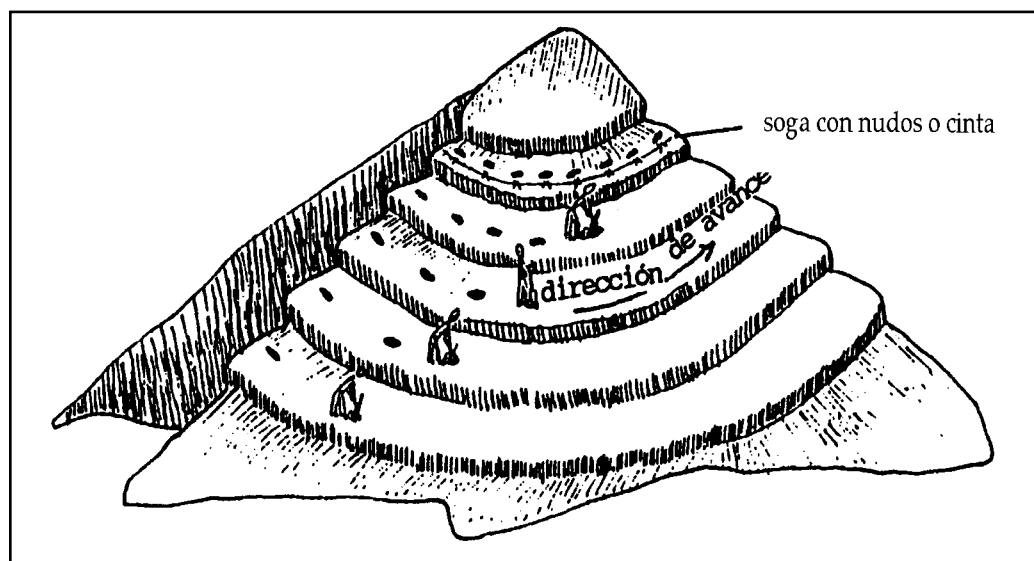


Ilustración 8.6 Control de la siembra en una pendiente.

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.

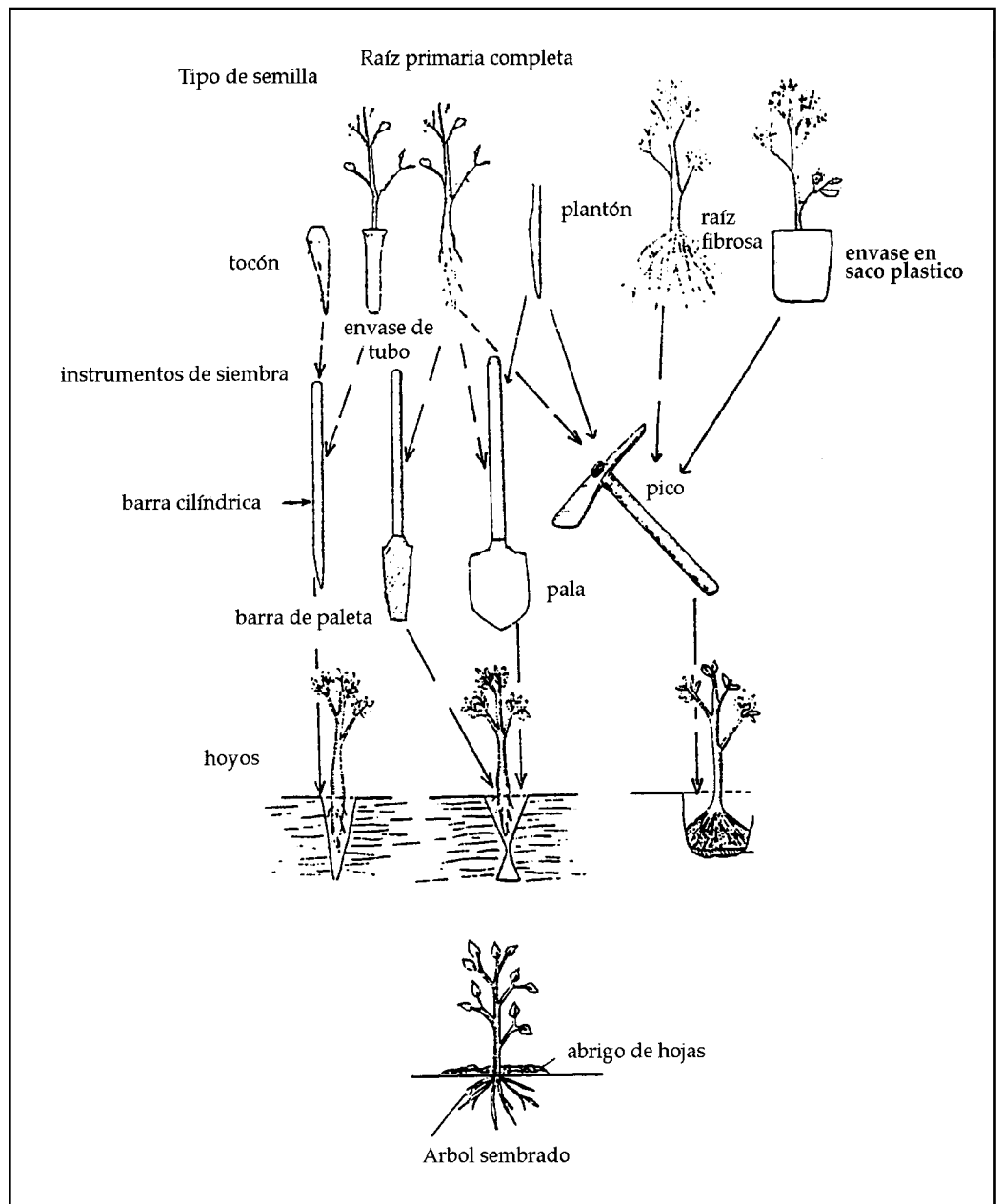


Ilustración 8.7 Colocación de distintas clases de semilla.

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 añade. 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 m³/ha en dos años y 116 m³/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.

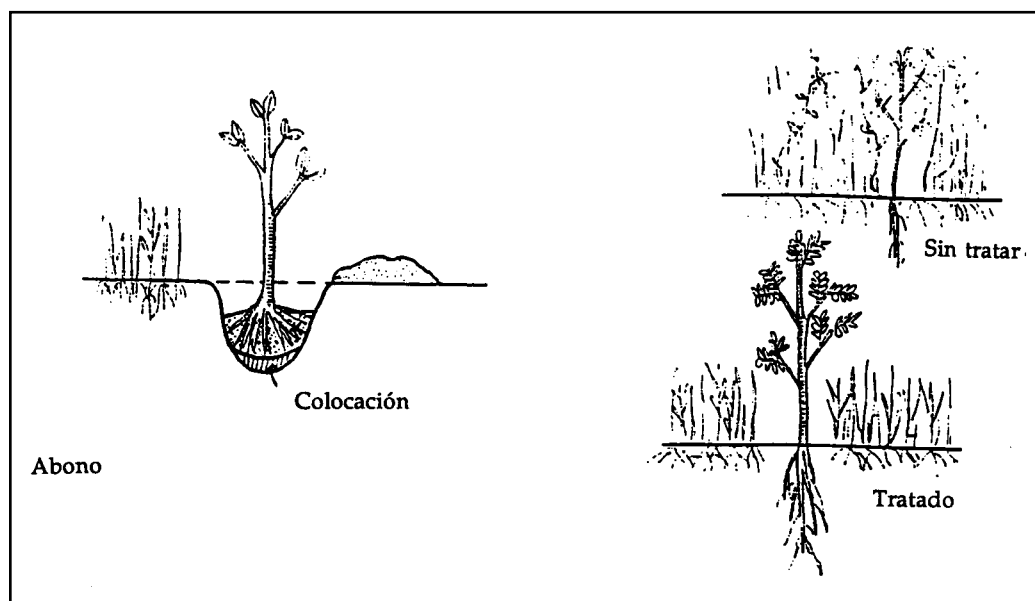


Ilustración 8.8 Colocación correcta del abono y sus resultados.

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

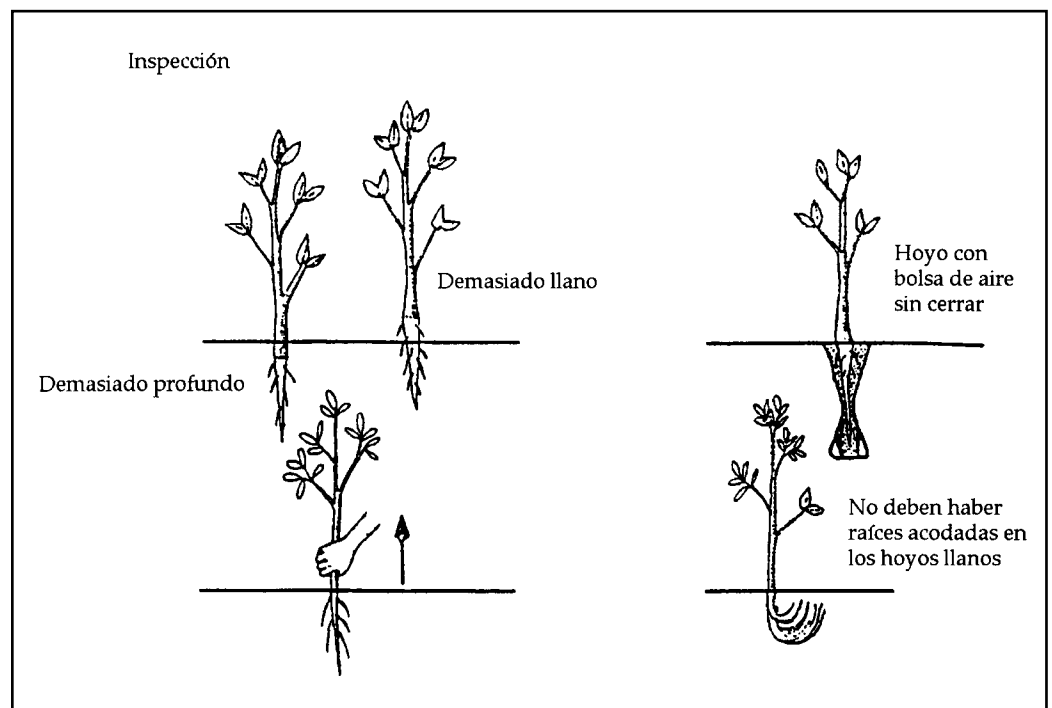


Ilustración 8.9 Inspección para asegurar que la siembra fue adecuada.

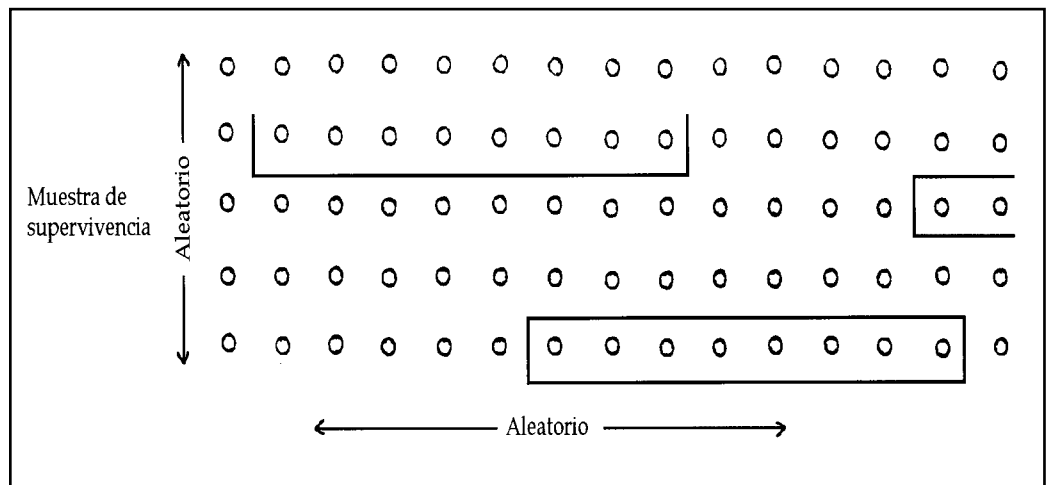


Ilustración 8.10 Muestreo para evaluación de supervivencia.

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

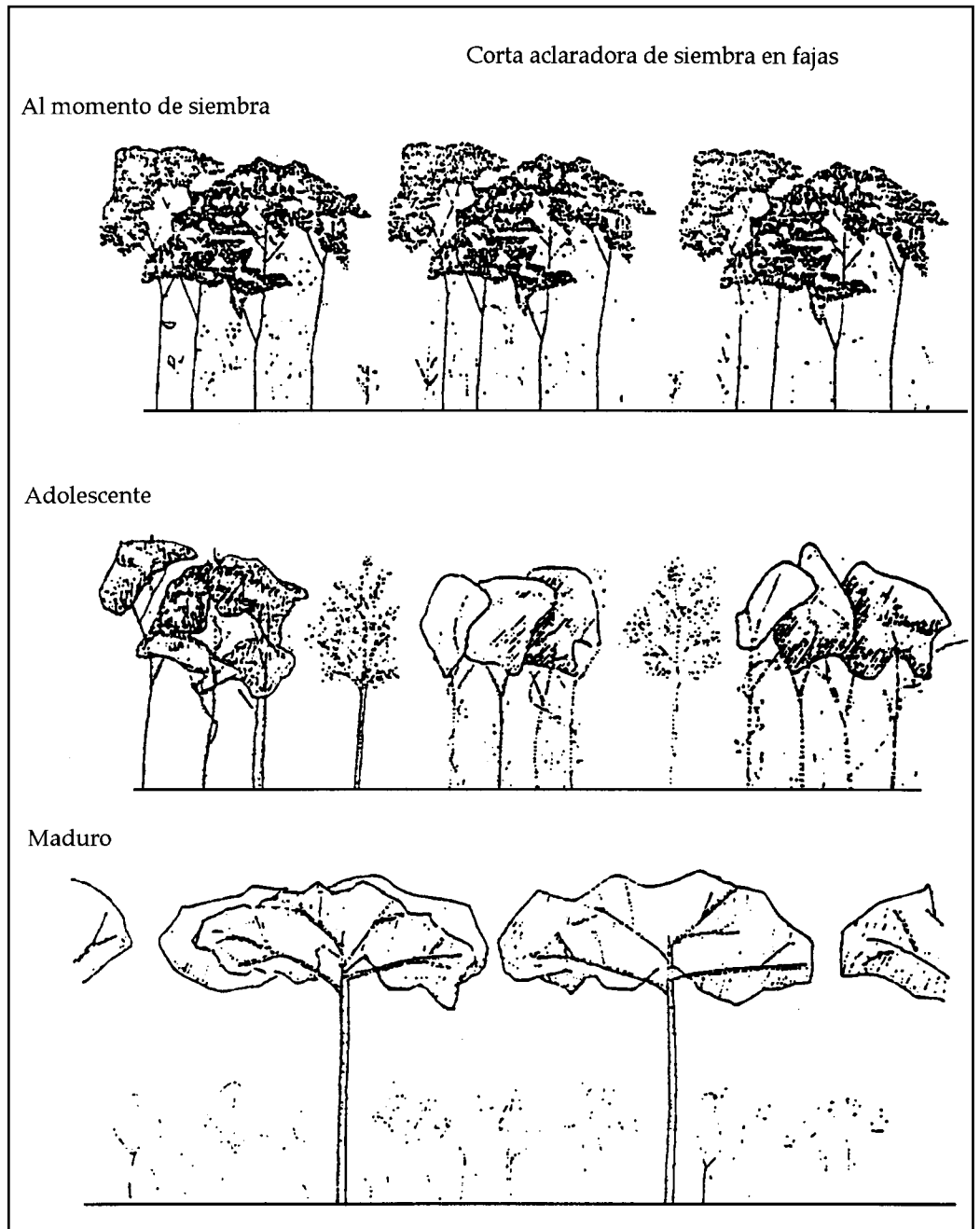


Ilustración 8.11 Corta aclaradora progresiva de siembra en fajas.

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 yerbicidas 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).

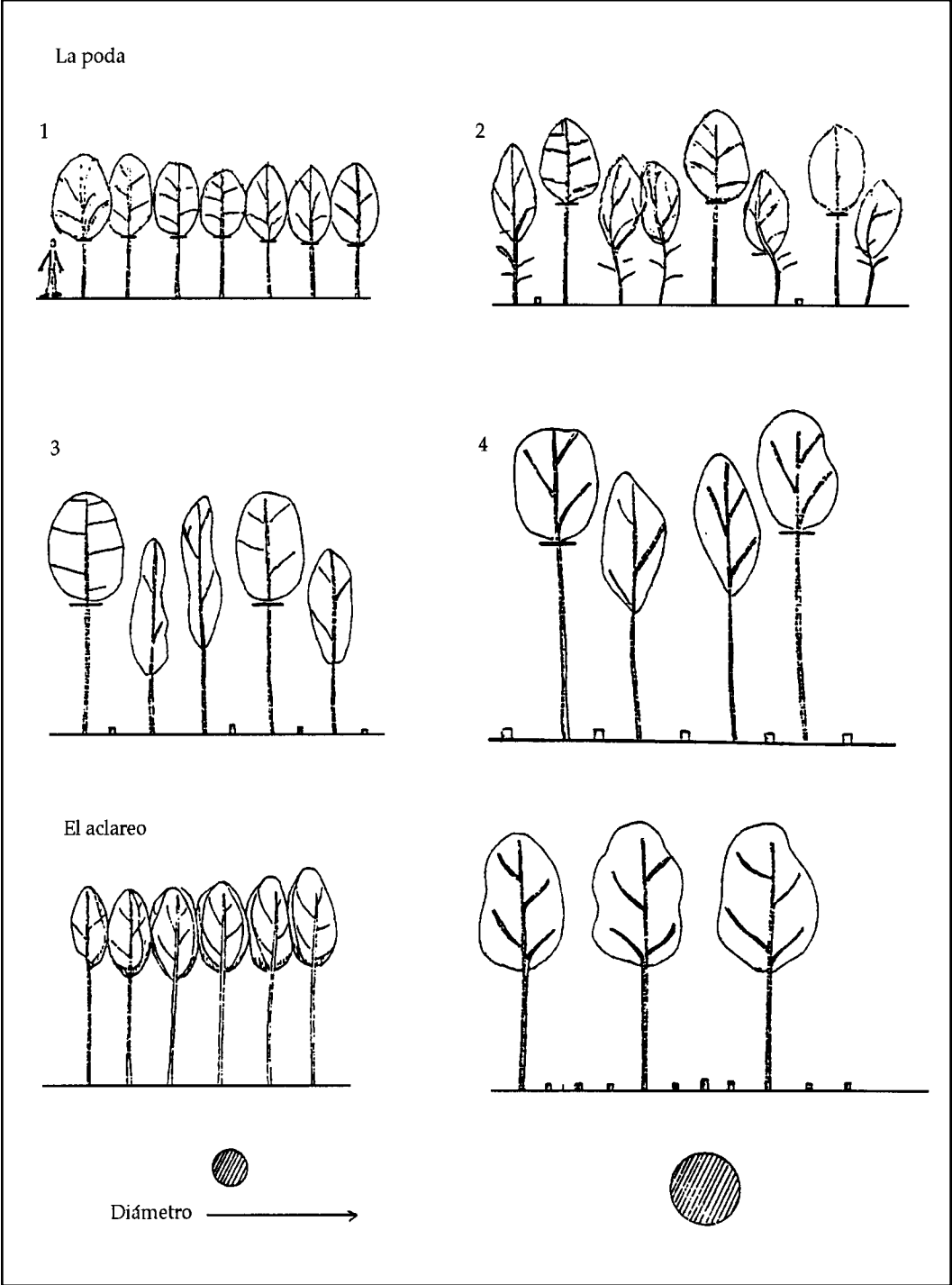


Ilustración 8.12 Los efectos de la poda y el aclareo.

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 ³ /ha)	tallos por m ³
1.6	4090	15.0	650	6.3
4.3	550	29.3	370	1.5

¹Diámetro 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

¹Mortandad 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 m², 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 m²/ha (60 pies²/acre) para los árboles de 10 cm (4 pulgadas) de dap hasta aproximadamente 30 m²/ha (120 pies²/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 m²/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.

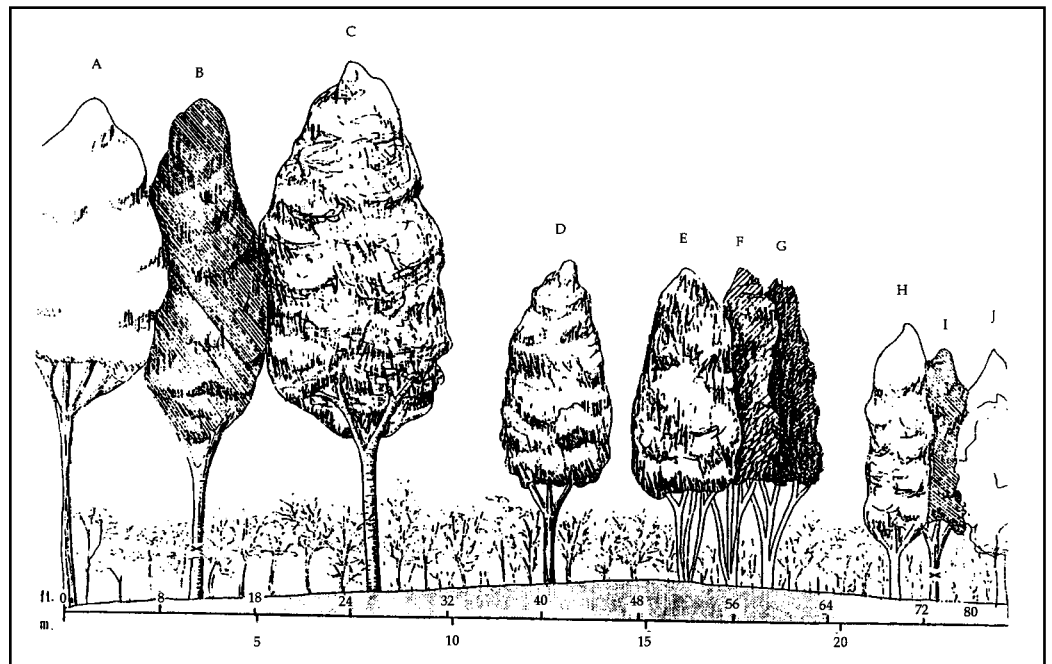


Ilustración 8.13 Demostración del procedimiento D+d. Se indican los árboles removidos en el aclareo con una X en el tronco. Se remueven los árboles B E I para dejar espacio para el crecimiento de los árboles A, C, H y J, respectivamente. El árbol valioso que no necesita aclareo. Los árboles valiosos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

