

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-

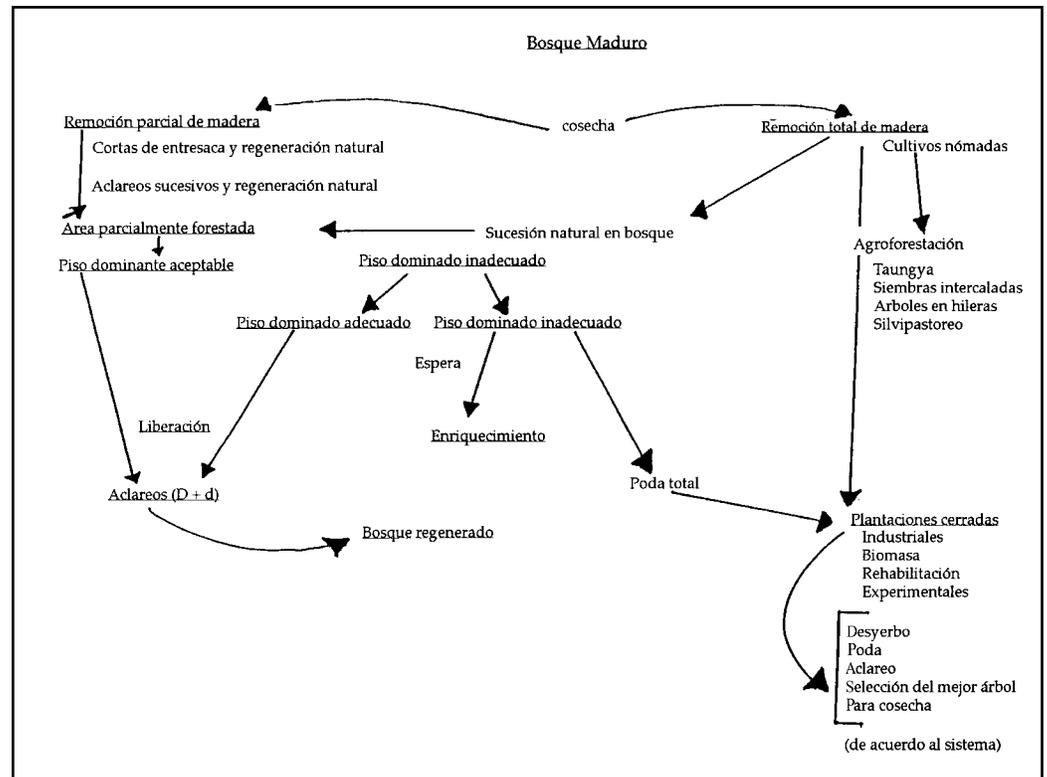


Ilustración 5.1 Flujograma de las alternativas de reforestación en secuencia. La selección del método más apropiado se basa en los recursos y necesidades locales (adaptado de Wadsworth).

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.¹

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)		

¹ 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.

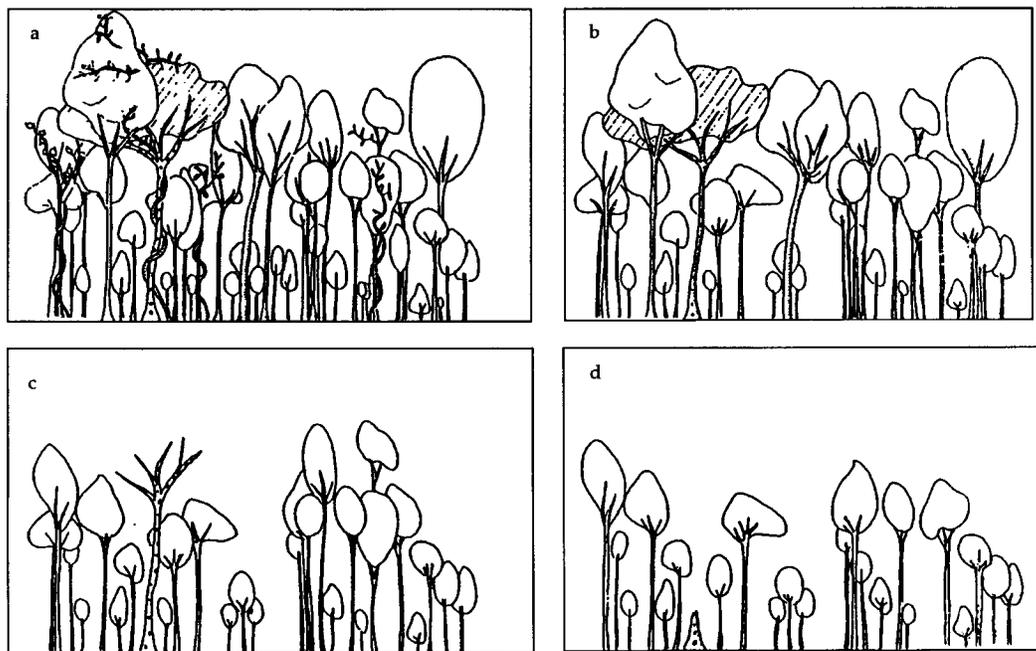


Ilustración 5.2—El sistema de aclareos sucesivos: (a) bosque natural sin perturbar; (b) trepadoras cortadas, las indeseables eliminadas del piso dominante, las indeseables del piso dominante anilladas o envenadas; (c) cubierta dominante deseable cosechada; (d) liberación de la regeneración y/o aclareos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

- **Forma**—La forma del árbol es crítica para la mayor parte de los productos maderos, 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 ¹ (m ²)	Número mínimo de muestras	Bien poblada ³ (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

¹Corresponde a una densidad de 1 árbol de cosecha por parcela.

²Número sugerido para proveer una buena medida de variabilidad.

³Se 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 m² (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.

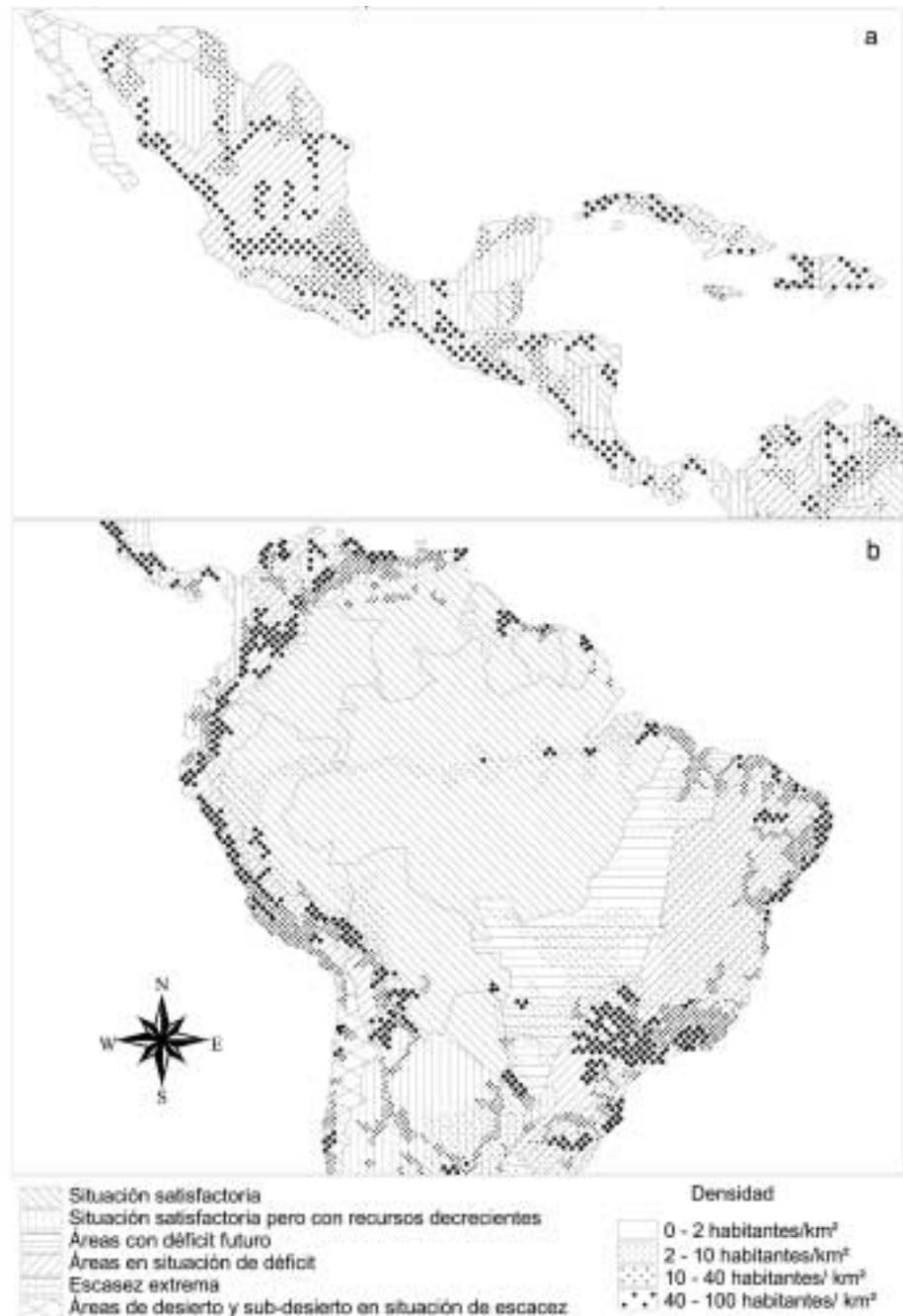


Ilustración 5.3a y b—La situación de la leña en los trópicos de Sur América. FAO, 1981.

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 vivientes 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 prometedoras 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 coleccionadas 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.

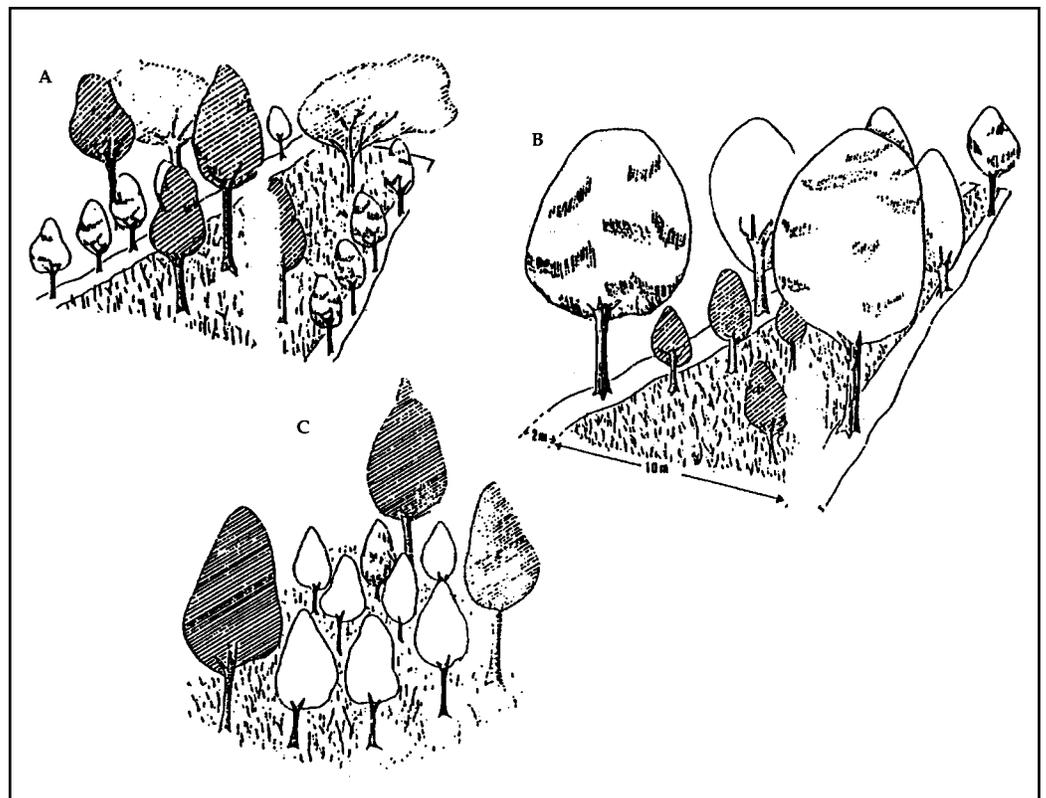


Ilustración 5.4—Plantaciones en hileras y grupos. Panel A—Árboles pequeños sembrados en líneas paralelas cortadas en bosque secundario degradado. Panel B—Árboles sembrados en hileras llegando a su madurez en bosque secundario previamente degradado. Panel C—Siembra en grupos de plántulas valiosas en bosque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

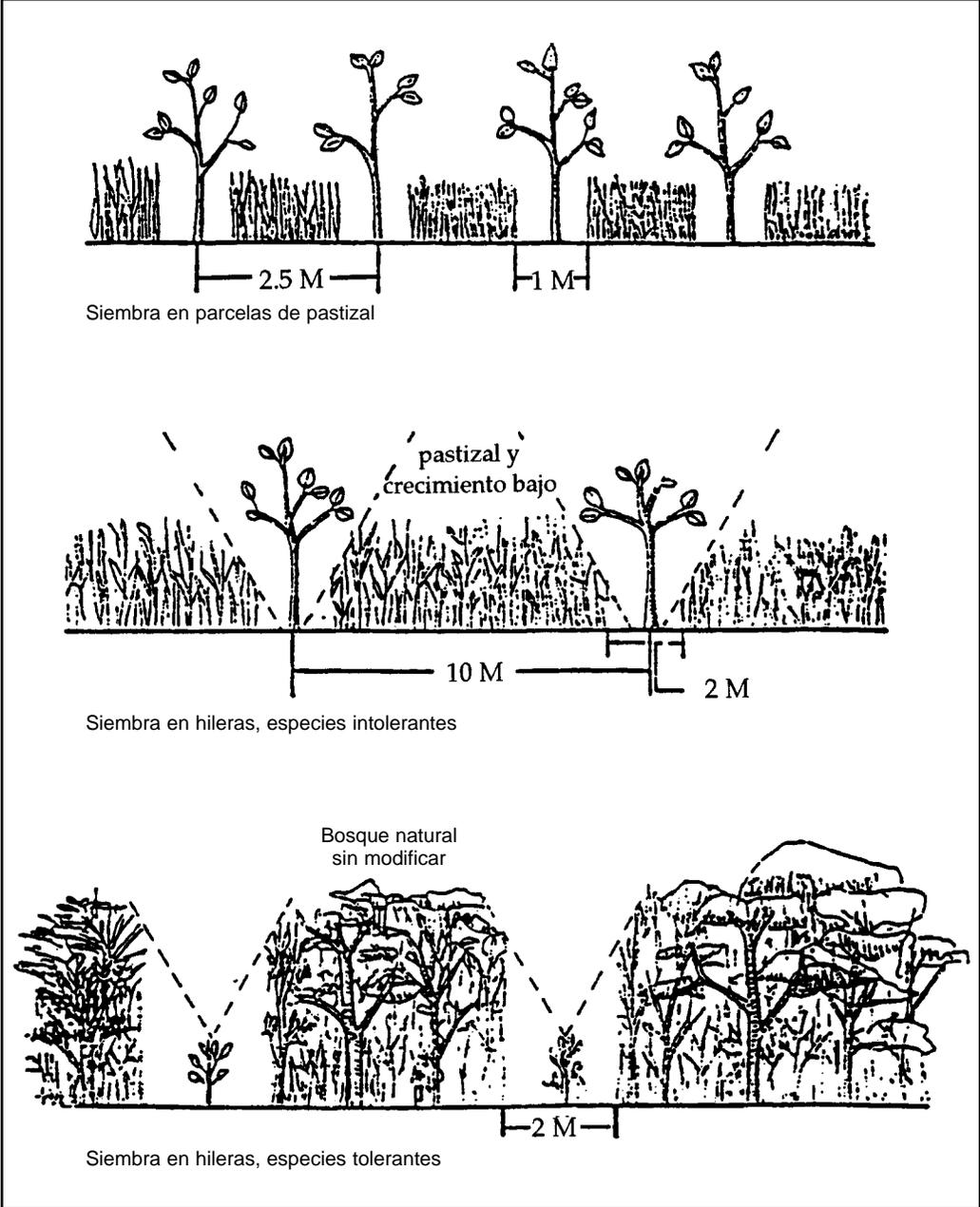


Ilustración 5.5—Siembra en parcelas de pastizal y siembra en hileras de especies tolerantes e intolerantes a la sombra.

- 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.