

Capítulo 9

La Agroforestación y la Madera Combustible

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

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

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

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

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

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

Abordar la Agroforestación

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

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

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

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

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

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

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

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

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

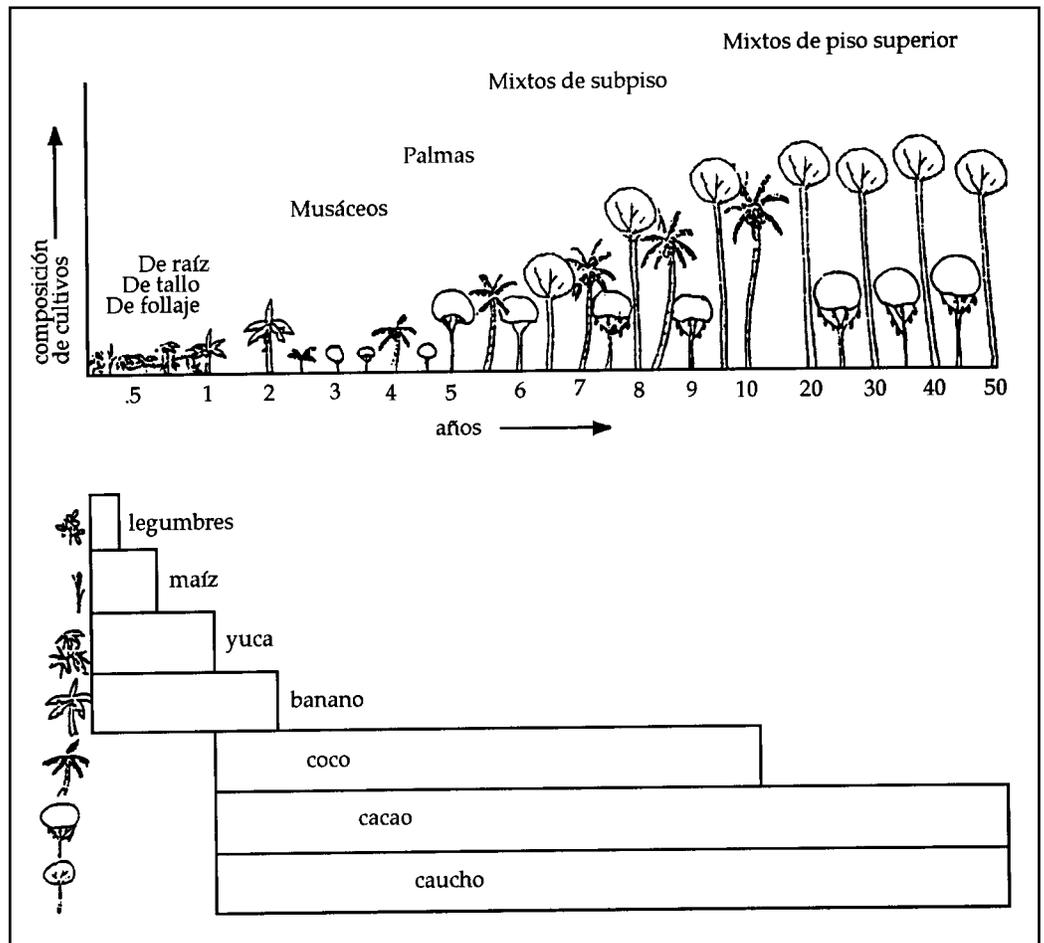


Ilustración 9.1 Simulación de sucesión natural. El plan de siembra sucesiva tiene cultivos de temporada limitada en un punto temprano en la sucesión cronológica, seguido de monocotiledóneas y luego por un bosque productivo de dos doseles. Hart (1975).

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

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

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

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

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

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

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

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

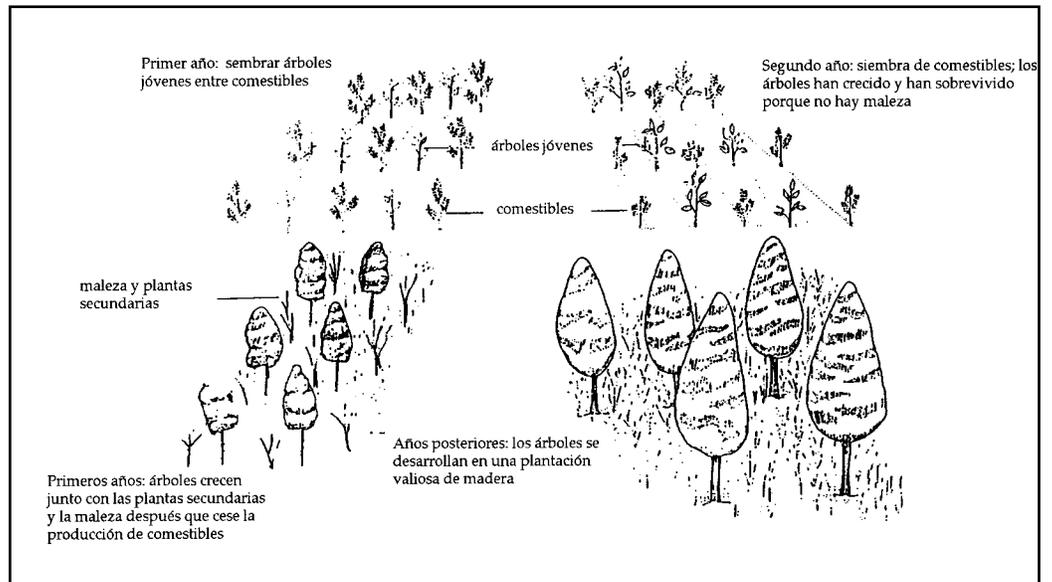


Ilustración 9.2 Taungya, la siembra de árboles entre los cultivos comestibles. Los agricultores cuidan las plantaciones cuando los árboles están jóvenes. Después, se abandona el cultivo agrícola y los árboles crecen sin atención hasta la madurez.

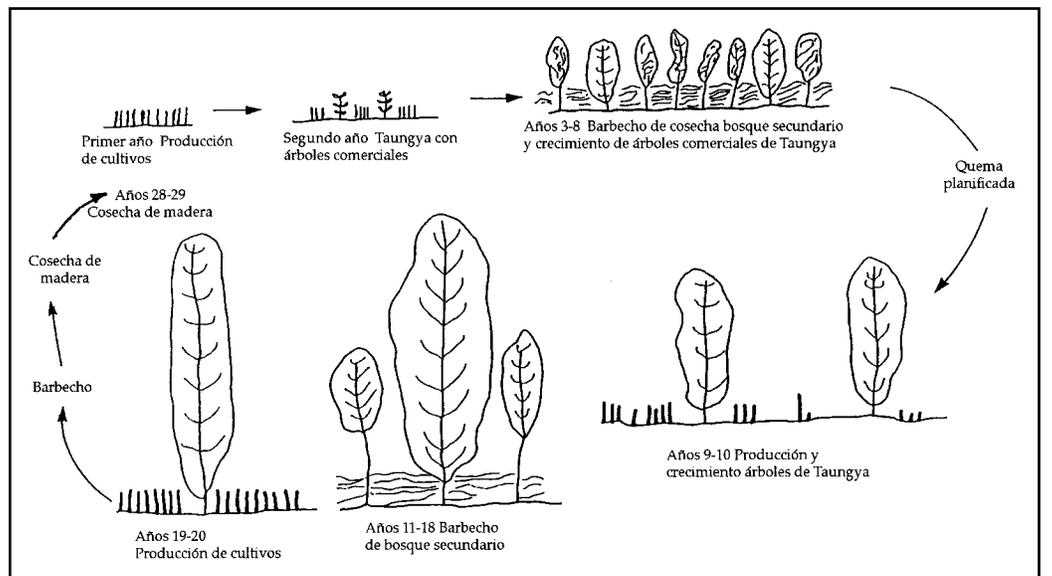


Ilustración 9.3 Plan de agroforestación para la conversión de barbecho de plantas secundarias en bosque productivo. Se esboza una rotación de aproximadamente 28 años. Plan desarrollado por Silvio Brienza y Jean Dubois.

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

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

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

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

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

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

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

Atributos comunes de los sistemas de siembra mixta son:

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

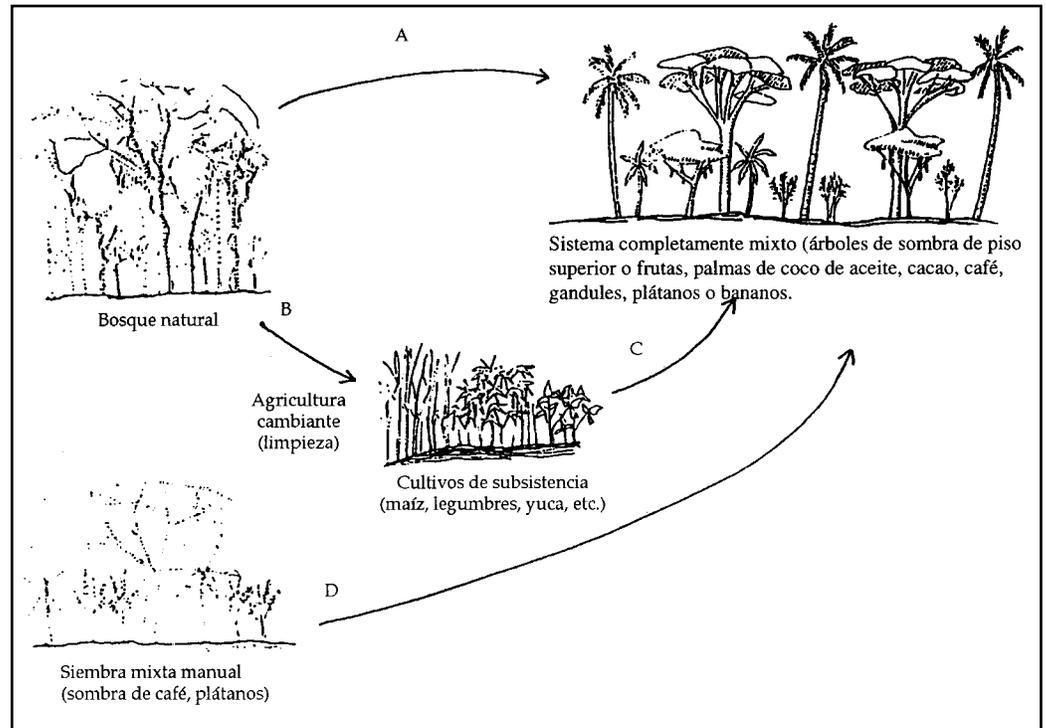


Ilustración 9.4 Tres enfoques para la siembra mixta: (A) Conversión modificada del bosque tropical. (B-C) Terrenos limpiados: Introducción de elementos de piso superior durante la agricultura tradicional. (D) Introducción de árboles adicionales a los sistemas semi-mixtos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

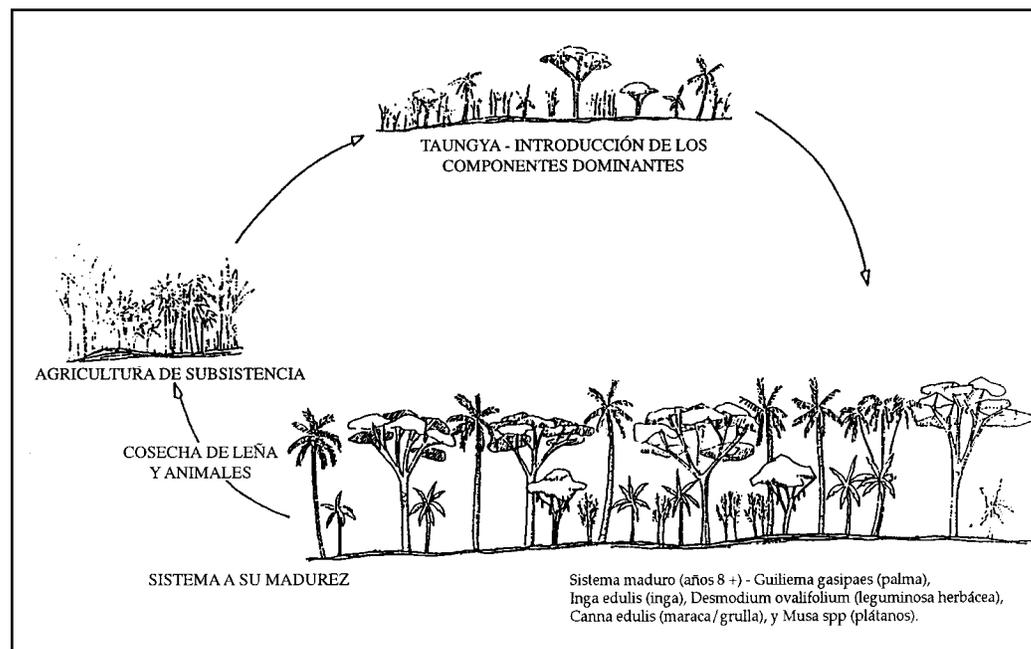


Ilustración 9.5 Rotación de cerdos y productos forestales con cosechas a corto plazo, un sistema de silvopastoreo desarrollado en las pendientes del este de Los Andes en Ecuador bordeando la cuenca del amazón. Durante los años 3 a 8 se producen cerdos y árboles.

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

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

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

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

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

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

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

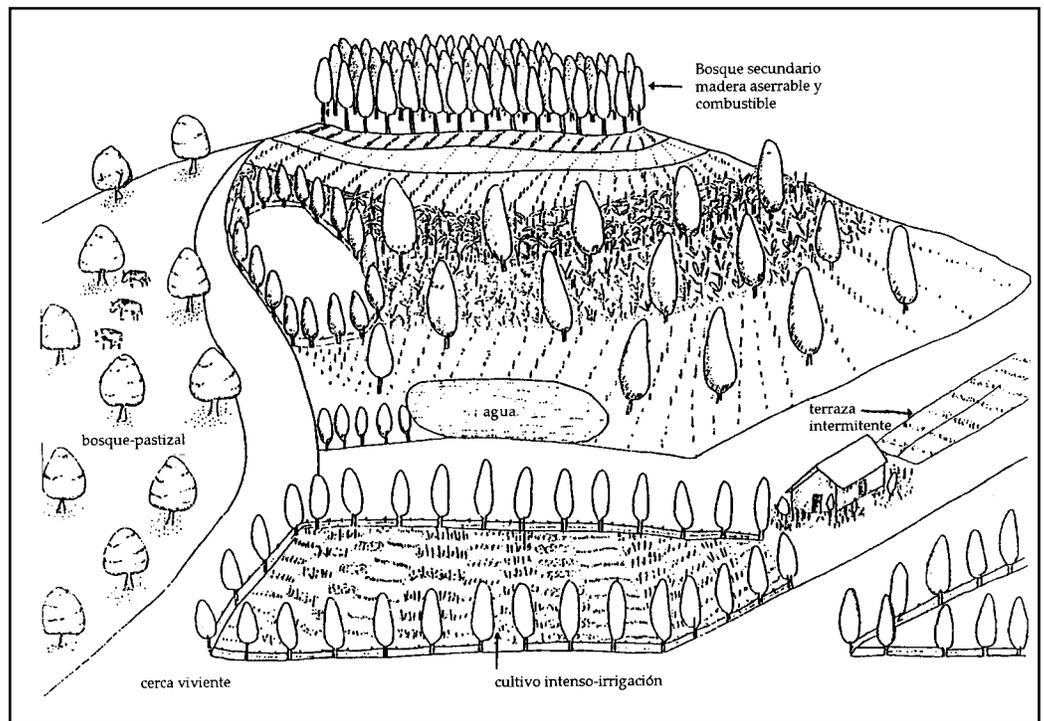


Ilustración 9.6 Usando la agroforestación para aprovechar la topografía. Para una exposición detallada, véase el texto.

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

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

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

Madera Combustible

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Bibliografía Seleccionada

Abeyratne, E.L.F. 1956. Dry land farming in Ceylon. *Tropical Agriculturist* 112:191-229.

Abruña, F., J. Vicente-Chandler, S. Silva y W. Gracia. 1965. Productivity of nine coffee varieties growing under intensive management in full sunlight and partial shade in the coffee region of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 49(2):244-253.

Aguirre, C.B. 1977. Comportamiento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, asociado con maíz (sistema "Taungya"), en dos espaciamientos con y sin fertilización. Tesis Mag. Sc., Universidad y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 130 p.

Aldrich, S.R. 1972. Some effects of crop-production technology on environmental quality. *Bioscience* 22:90-95.

Arroyo Aguilu, J.A. 1976. Consideraciones generales sobre el ensilaje de forrajes. *Agricultura al Día* 22(1-6):24-27.

Bedard, P.W. 1960. Shifting cultivation: benign and malignant aspects. In *Fifth World Forestry Congress* 3:2016-2021.

Bishop, J.P. 1959. Prácticas forestales de interés para el cultivo de café. *Turrialba* 1(3):49-52.

Bishop, J.P. 1978. The development of a sustained yield tropical agroecosystem in the upper Amazon. *Agro-Ecosystems* 4:459-461.

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

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

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

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

Madera para Leña

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

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

