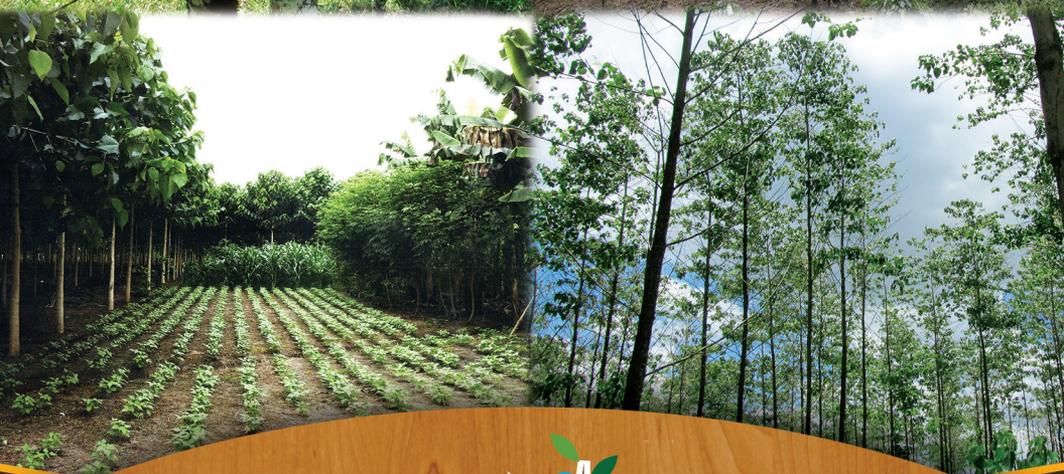


Guía Técnica SAF

para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF)
con árboles forestales maderables



Créditos:

Seguimiento técnico y aprobación de la guía:

Ing. Alfonso Barrantes Rodríguez, MBA
Director ejecutivo

Investigación, recopilación, redacción y edición técnica:

Ing. Axel Chavarría Ulate
Gestor de desarrollo organizacional

Aportes técnicos:

Ing. Óscar Sánchez Chaves
Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, FONAFIFO

Ing. Gilmar Navarrete Chacón
Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, FONAFIFO

Ing. Adrián Rivera Gómez
Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos, CODEFORSA

Edición, diseño, ilustración y diagramación:

EuroDigital Comunicación.

Guía Técnica SAF

para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables

© Oficina Nacional Forestal, Costa Rica, 2013

Guía Técnica SAF

para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF)
con árboles forestales maderables



Índice de contenidos

1. Presentación	3
2. El Sistema Agroforestal (SAF)	4
3. Los componentes agroforestales y sus categorías	4
4. Principales beneficios de los sistemas agroforestales	5
5. Establecimiento del sistema agroforestal	5
6. Consideraciones para el establecimiento y manejo de los árboles en sistemas agroforestales	9
7. Arreglos y técnicas agroforestales más comunes para el establecimiento de árboles forestales en SAF	14
7.1 Árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes.....	14
a) Café en condiciones de sombra permanente	15
b) Cacao en arboleda bajo condiciones de sombra permanente.....	16
c) Plátano en arboleda bajo sombra	18
d) Palmito en asocio con árboles maderables	19
7.2 Árboles maderables y árboles de uso múltiple en hilera.....	20
a) Cercas vivas	21
b) Cortinas rompevientos	23
7.3 Plantación de árboles maderables en bloque	25
8. Referencias bibliográficas	30

1. Presentación

Costa Rica ha realizado diversos esfuerzos para reducir la deforestación, manejar y conservar los bosques, reforestar y establecer sistemas agroforestales (SAF). Ello lo ha posicionado como uno de los países latinoamericanos, que ha recuperado su cobertura forestal de manera satisfactoria.

Estos esfuerzos además han promovido el desarrollo sostenible y equitativo en las zonas rurales, a fin de contribuir con la política de Cambio Climático y Carbono Neutralidad planteada por el Gobierno de nuestro país.

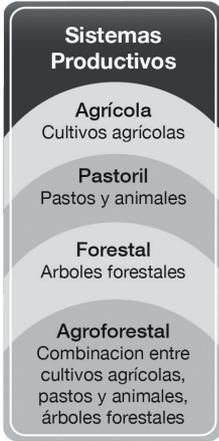
De esta manera, pequeños y medianos productores han jugado un papel importante en este logro nacional, pues las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales son actividades que producen madera, son rentables, diversifican la producción en las fincas y prestan servicios ambientales que colaboran en la reducción del cambio climático. Asimismo, protegen la biodiversidad, el agua y generan belleza escénica.

Con el objetivo de incentivar y orientar a los interesados en la implementación de sistemas agroforestales con árboles forestales maderables, la Oficina Nacional Forestal (ONF) recopiló información y elaboró la siguiente guía técnica, donde se ofrece información pertinente con respecto a los arreglos y técnicas agroforestales más comunes para el establecimiento de los SAF, según el objetivo de su plantación, escogencia del sitio, las especies y las actividades requeridas, tanto para su establecimiento como para su mantenimiento y manejo.

La guía pretende orientar a los productores, ofreciéndoles los conocimientos básicos sobre las técnicas, establecimiento y manejo de los diversos arreglos propuestos. Sin embargo, se debe aclarar que en la práctica, hay una enorme diversidad de sistemas que han sido desarrollados en respuesta a las condiciones particulares de cada sitio; por lo tanto, resulta esencial contar con la asesoría de un profesional forestal y conocer las condiciones particulares de la finca, para, luego, adaptar los sistemas de interés.

Su utilización como material de capacitación y documento de apoyo para la divulgación y aplicación de las técnicas propuestas, ayudará significativamente, no solo a productores, sino también a técnicos en el tema.

2. El Sistema Agroforestal (SAF)



El Sistema Agroforestal (SAF) es la forma de usar la tierra, que implica la combinación de especies forestales, en tiempo y espacio, con especies agronómicas, en procura de la sostenibilidad del sistema.

Al establecer un SAF se deben aplicar técnicas de manejo de uso del suelo, combinando árboles de uso múltiple y maderables con cultivos agrícolas perennes y/o producción animal en el mismo sistema, lo cual se logra utilizando un “arreglo” o secuencia temporal de cultivo, según las prioridades del productor.

Las diversas formas de cultivar la tierra le permiten al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, con el afán de obtener en forma asociativa madera, productos agrícolas, frutos, animales y forrajes.

3. Los componentes agroforestales y sus categorías

Componentes agroforestales:



Cultivos agrícolas



Pastos (animales)

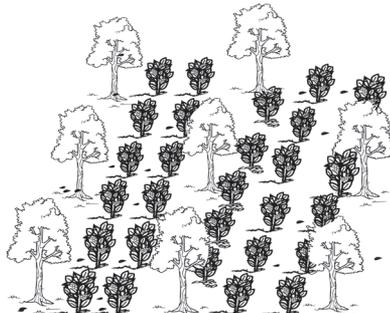


Árboles forestales

La combinación entre los componentes agroforestales da paso a las siguientes categorías:

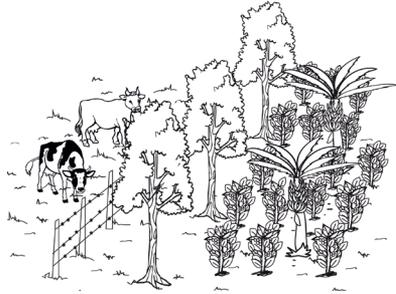
Sistema Agrosilvicultural:

Sistema donde se combinan árboles con cultivos agrícolas en el mismo sitio. Es posible asociar cultivos agrícolas, en forma de callejones, entre las hileras de los árboles o estableciéndolos en la colindancia de los bloques de producción de árboles maderables.



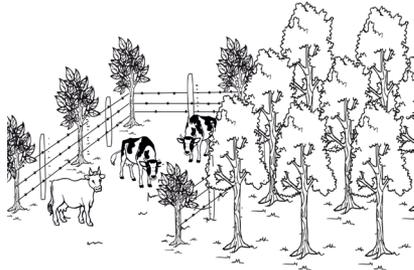
Sistema Agrosilvopastoril:

Sistema donde se combinan árboles con cultivos agrícolas y pastos para producción animal, en forma simultánea o en forma secuencial. Se puede combinar con el uso de cortinas rompevientos, árboles en hileras o cercas vivas.



Sistema Silvopastoril:

Sistema donde se integran pastos para ganado en una misma unidad de tierra, en asociación con árboles para leña, madera, frutos y forraje. El sistema es una producción combinada que busca proporcionar un mayor beneficio al productor. Se emplean prácticas de conservación de suelos, al rotar el ganado. (Los animales a la sombra, rinden mejor).



4. Principales beneficios de los sistemas agroforestales

Entre los beneficios reportados para los SAF, se destacan los siguientes:

- Aprovechamiento óptimo del espacio físico.
- Aumento de los niveles de materia orgánica del suelo.
- Captura de dióxido de carbono.
- Conservación de la biodiversidad.
- Conservación del agua.
- Control de malezas.
- Mejoramiento del microclima.
- Protección de los suelos contra la erosión y la degradación.
- Reciclaje de nutrientes.
- Diversificación de la producción.
- Sostenibilidad de los componentes agrícolas y forestales.
- Producción de madera.
- Promoción de una mayor estabilidad socioeconómica.

5. Establecimiento del sistema agroforestal

Selección de los componentes según los diferentes objetivos y sitios

El determinar cuál sistema agroforestal establecer, dependerá de los objetivos del productor, las características del sitio (suelo, clima, etc), las condiciones socioeconómicas (disponibilidad de mano de obra, cantidad de terreno efectivo), las características de las especies involucradas (árboles y cultivos) y del manejo

de los componentes, Del mismo modo, el sistema agroforestal está relacionado directamente con los productos que se esperan conseguir.

En la práctica, existe gran diversidad de sistemas que han sido desarrollados en respuesta a las condiciones particulares de cada sitio. Por lo tanto, no existe una receta aplicable en particular; lo recomendable es conocer las condiciones particulares de la finca y, luego, adaptar los sistemas de interés según las condiciones propias del sitio.

Antes de establecer el sistema, es importante hacerse las siguientes preguntas:

¿Qué quiero producir? ¿Qué necesito para realizar la plantación? ¿Dónde se va a establecer? ¿Cuál o cuáles especies puedo utilizar? ¿Qué manejo y cuidados se deben aplicar? ¿Cuánto tiempo tengo que esperar para obtener los productos determinados? ¿Cuáles son los posibles mercados de los productos? ¿Qué calidad de madera deseo producir? ¿Cuáles son los costos de inversión y los recursos económicos con los que cuento? ¿Cuáles riesgos, daños o pérdidas se pueden enfrentar?



Para fijar el objetivo del sistema por implementar se debe tomar en cuenta:

- La calidad del sitio donde se plantará
- Las especies agrícolas y forestales
- Los espaciamientos de cultivos y árboles
- La secuencia de siembra
- El manejo de los componentes agrícolas y forestales
- La disponibilidad de tiempo y recursos económicos
- El mercado para los posibles productos
- Los ingresos esperados

Criterios para la selección de cultivos en asocio con árboles maderables

Deben ser principalmente aquellos cultivos que sean compatibles con las especies maderables por elegir, y que, principalmente, cumplan las siguientes características:

- No brindar sombra densa antes de que los árboles estén bien establecidos. (Debe tomarse en cuenta, en caso de realizar arreglos con cacao).
- No incluir especies trepadoras (vainilla, pimienta, etc) durante los primeros años de crecimiento de los árboles.
- No deben competir fuertemente por nutrientes y agua con los árboles recién plantados. (Debe tomarse en cuenta, cuando se asocian con pastos, especialmente si estos son mejorados).
- No deben agotar los nutrientes del suelo hasta un nivel que pudiese afectar la calidad del sitio; en este caso, se debe aplicar fertilizantes para reemplazar los nutrientes perdidos. (Debe tomarse en cuenta, cuando se asocian con cultivos de plátano y caña).

- Cultivos de raíces y tubérculos, que tienen una gran extensión horizontal de sus raíces (por ejemplo, la yuca), se deben plantar lejos del árbol para evitar daños a las raíces de los árboles, en el momento de cosechar el cultivo agrícola.
- No deben causar daños físicos a los árboles recién plantados. (Debe considerarse la caída del plátano y otras especies agrícolas).
- En sistemas agroforestales permanentes, los cultivos deben ser tolerantes a la sombra o, aún mejor, necesitar algo de ella; por ejemplo, el cultivo de cacao y café.
- Deben tener potencial económico con mercados locales e internacionales.
- Debe existir experiencia con el cultivo de la(s) especie(s) en la zona.

Características deseables para la selección de las especies maderables

Al seleccionar la especie, se debe tener presente que esta requiere de ciertos factores climáticos, fisiográficos y de suelo, los cuales se deben conocer de antemano, para elegir aquella(s) que se adapten mejor al sitio disponible.

Factores por considerar

Climáticos	Fisiográficos
Precipitación media anual (cantidad de lluvia por año)	Altitud (metros sobre el nivel del mar)
Temperatura media anual	Pendiente
Viento	Drenaje del suelo
Número de meses secos	Pedregosidad
Nivel de evaporación	Posición topográfica (cima, pendiente media o parte baja)
Humedad promedio	Forma del terreno (cóncavo, convexo, llano)
	Uso anterior del terreno
	Uso actual del terreno
Edáficos (suelo)	
Textura del suelo (pesada, media o liviana)	
Fertilidad del suelo	
Profundidad efectiva del suelo (mayor a 75 cm)	
Nivel de erosión	

Fuente: CATIE, 2003

La selección de las especies es una labor que debe realizar el profesional forestal del proyecto con el productor, de manera conjunta.

Además, al seleccionar la especie, es fundamental tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Desarrollo local y valor comercial de la(s) especie(s)

Es importante asegurarnos con otros agricultores, productores, o bien, proyectos ejecutados, sobre la experiencia gratificante con la especie en la misma zona o en zonas comparables, lo cual contribuye a la selección de especies con altas posibilidades de éxito y aceptación.

Autopoda en condiciones de campo abierto

Es preferible seleccionar especies maderables, que presenten autopoda en las ramas inferiores (las ramas se secan y caen rápidamente), ya que permiten la reducción de costos y el incremento del valor del producto.

Disponibilidad de material genético mejorado

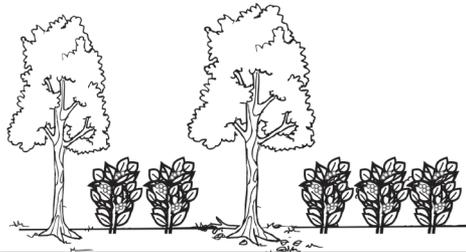
Lo ideal es utilizar árboles producidos con semilla genéticamente mejorada, certificada o clones que dan como resultado árboles y madera de mejor calidad: más recta, con menor grosor de ramas, con ausencia de bifurcaciones u horquetas, más resistente a plagas y enfermedades y mayor adaptación a suelos ácidos. El uso de este material aumenta la cantidad de madera producida y disminuye los costos de manejo y mantenimiento, al crecer los árboles de manera más rápida.

Asimismo, se deben seleccionar árboles con una altura similar, fuertes (con tallos endurecidos), rectos y sanos (con hojas abundantes y de buen color, sin presencia de manchas, hojas secas o daños).

Recuerde: para proyectos financiados con PSA, su regente forestal debe certificar el origen del material vegetativo, que se ha de plantar en el proyecto.

Con copa pequeña o poco densa

Se recomienda emplear especies de copa pequeña o poco densa para minimizar la competencia por luz con los cultivos asociados; así, al cortar los árboles, el trabajo es menos costoso y habrá menor riesgo de dañar los cultivos. Además, las especies con hojas pequeñas reducen la erosión por golpeteo de gotas de lluvia al suelo y daños al cultivo.



Una copa pequeña y abierta minimiza la competencia por la luz con los cultivos asociados

En el caso de árboles deciduos (aquellos que pierden sus hojas en época seca), asociados a café o cacao en zonas secas, es deseable que, rápidamente, generen nuevas hojas para restablecer las condiciones originales de sombra al cultivo asociado.

Con sistema radicular no superficial

Un sistema radicular superficial da una competencia fuerte a los cultivos y es susceptible al daño por manejo agrícola; además, hace al árbol menos resistente a volcarse.

Con poca exigencia en el manejo

Se deben preferir aquellas especies con potencial para sobrevivir y crecer rápidamente con un manejo no muy exigente, pues permitirán disminuir los riesgos y costos de mantenimiento. Deben ser de fácil propagación y recién establecidas, tolerantes a la sombra lateral y algo de sombra vertical.

Selección del sitio para plantar los árboles con valor comercial

Obtener la calidad y la cantidad de madera que se espera producir, requiere de la escogencia de un sitio apropiado para el desarrollo de las especies forestales. Prestar atención en la selección del sitio permitirá recuperar la inversión en menor tiempo.

Características de un buen sitio:

- Planos o casi planos. En las pendientes hay suelos superficiales, por lo que el agua de lluvia tiende a escurrirse antes de penetrar en el suelo.
- Con una profundidad no menor a 75 cm.
- Sin pedregosidad o poco pedregosos.
- Sin capas duras de suelo, formadas por piedras o cascajos.
- No erosionados.
- No compactados por el ganado, ya que no permiten la penetración de las raíces ni la infiltración del agua.
- Sin problemas de drenaje o inundaciones.
- Fértiles, poco arcillosos y poco ácidos.

Las características del sitio pueden condicionar el objetivo del SAF, así como las especies por utilizar, los recursos necesarios y la intensidad de las actividades para su establecimiento, mantenimiento y manejo.

Es recomendable que su regente forestal o profesional forestal realice una evaluación de los factores físico-ambientales, ecológicos y silviculturales, para recomendar la(s) especie(s) en los sitios que se han de plantar.

6. Consideraciones para el establecimiento y manejo de los árboles en sistemas agroforestales

La preparación correcta del terreno, antes de la plantación y durante esta, junto con un mantenimiento adecuado después de la siembra, harán posible que los árboles superen el estrés de pasar del vivero al campo, desarrollen bien sus raíces y crezcan de manera vigorosa.

Antes de la plantación de árboles, se deben prever los recursos necesarios (dinero y/o tiempo) para su mantenimiento. Una selección adecuada de las especies y el momento de siembra puede conllevar a una menor exigencia del mantenimiento, así como un monitoreo regular por parte del productor es esencial para el éxito.

Recuerde: al establecer las áreas donde plantará los árboles, considere que no podrá cortar aquellos establecidos a orillas de ríos ni quebradas, en una franja de 15 metros a cada lado, si el terreno es plano, y 50 metros, si es quebrado (pendiente superior al 40%). Tampoco se pueden cortar árboles que estén situados 100 metros a la redonda de nacientes permanentes.

Fertilidad del suelo

Se recomienda realizar el establecimiento de los árboles en buenos suelos o en sistemas agroforestales con cultivos de manejo intensivo, donde hay mayor probabilidad de conseguir resultados satisfactorios en menor tiempo.

Es recomendable que su profesional forestal realice un análisis de laboratorio, para conocer mejor las características químicas y físicas del suelo (fertilidad, contenidos de arcillas, grado de acidez, aluminio, hierro, etc) que pueden afectar el desarrollo de los árboles.

Hay especies arbóreas que se adaptan con buen resultado a sitios muy húmedos y en suelos de potreros muy compactados, a diferencia de otras altamente susceptibles a suelos compactados y con mal drenaje. Por ello, es imprescindible que para cada área en la finca haya que seleccionar la especie apropiada.

Limpieza del terreno

La eliminación de la maleza se realiza para facilitar el establecimiento de los árboles, asegurar su crecimiento y disminuir la competencia. Puede hacerse de forma manual, química, mecanizada o combinada, dependiendo de los recursos disponibles y de las condiciones del terreno (topografía, suelo, vegetación existente, entre otros).

Espaciamiento entre árboles

La distancia entre árboles influye directamente en su crecimiento. El espaciamiento dependerá del sistema agroforestal escogido, de la arquitectura de los árboles, así como de la interacción de sus componentes.

En los SAF, generalmente se planta una cantidad inicial de árboles lo más cercana a la densidad final deseada; caso contrario a las plantaciones maderables, donde al inicio se establece mayor número de árboles, con la intención de hacer una selección de los mejores, mediante la aplicación de raleos sanitarios y comerciales.

Por tanto, en los SAF se necesita lograr un alto porcentaje de supervivencia, un crecimiento inicial rápido; en el caso de los maderables, una buena forma del fuste para todos los árboles plantados.

El espaciamiento inicial de los árboles depende fundamentalmente de los objetivos del SAF, el hábito de crecimiento de la especie, la calidad del sitio y el manejo.

Sistema de producción	Espaciamiento sugerido	
Plantaciones en bloque (si recibe PSA el bloque debe ser menor a una hectárea con densidades equivalentes entre 625 y 1111 árboles por hectárea)	3 x 3 metros 3.5 x 3.5 metros 4 x 4 metros	
Árboles en asocio con cultivos perennes	6 x 6 metros 8 x 8 metros 9 x 9 metros	10 x 10 metros 12 x 12 metros 10 x 25 metros
Cercas vivas / árboles en linderos	2 – 6 metros	
Cortinas rompevientos	1 – 1.5 metros	

Rodajea

Tiene como finalidad evitar la competencia con malezas, pastos y arbustos durante las primeras semanas, y asegurar un crecimiento más rápido de los árboles. Consiste en eliminar la maleza y pastos a nivel del suelo, en al menos 50 centímetros alrededor del lugar donde será plantado el árbol. También se puede realizar una limpieza total de las líneas de plantado.

Esta actividad debe efectuarse periódicamente, hasta que la altura del árbol sea suficiente para librar la competencia, especialmente por luz.

Siembra

Una siembra adecuada es clave para el éxito de la plantación; por lo tanto, es importante capacitar a las personas que llevarán a cabo esta labor. Se debe plantar al inicio de la época lluviosa, para que los árboles puedan desarrollar bien sus raíces al llegar a la época seca.

Fertilización

Se debe realizar una correcta fertilización según las características del sitio y requerimiento nutricional de la(s) especie(s). Además, cuando sea necesario, se debe realizar un manejo de la acidez y encalado del suelo.

Resiembra

En algunos SAF, donde se emplean árboles en cortinas rompevientos, el replantar es mucho más importante que en plantaciones puras. Es fundamental lograr una alta supervivencia de todos los árboles durante el primer año, dado que espacios vacíos en la línea implicarán zonas de turbulencia, sujeción a vuelcos, y baja efectividad de la cortina.

Las replantaciones deben hacerse máximo un mes después del establecimiento de la plantación inicial (especialmente en zonas con estación seca marcada); para ello, se debe hacer el recuento de árboles muertos y realizar la resiembra.

Si el sistema recibe Pago por Servicios Ambientales, se aconseja efectuarla cuando la mortalidad está concentrada o es superior a un 10 %.

Protección y mantenimiento de los árboles

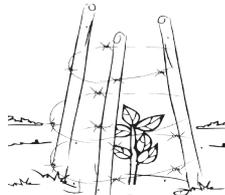
La protección y cuidado de los árboles jóvenes es un rubro importante en cuanto a costos de mantenimiento. Invertir en mantenimiento permitirá alcanzar los objetivos propuestos y obtener árboles de buena calidad. El mantenimiento evita la competencia de los árboles por agua, luz y nutrientes, así como daños o su muerte.

El mantenimiento implica:

1. Eliminar la maleza.
2. Mantener limpias las rodajas.
3. Proteger los árboles contra la acción del ganado (ramoneo).
4. Eliminar las lianas o bejucos (evitar que suban por los árboles e impidan su crecimiento, causen malformaciones o cicatrices en las ramas o provoquen su muerte).
5. Prevenir daños o pérdidas producidos por incendios forestales, plagas o enfermedades y animales o personas.
6. Fertilizar el suelo.



Mantener limpias las rodajas



Protección contra el ganado



Eliminar lianas o bejucos

Podas

El objetivo principal de la poda en sistemas agroforestales es reducir la sombra sobre los cultivos y mejorar la calidad de la madera. Los árboles maderables en SAF tienden a ramificarse más que en las plantaciones en bloque, debido a los mayores espaciamientos, que dan menor competencia lateral; por lo tanto, necesitan podas más frecuentes e intensivas (pero nunca más de 30 % de la copa).



Sin poda

Poda correcta

Poda excesiva

Las hojas son el motor de crecimiento del árbol, una poda excesiva afectará su desarrollo

La poda consiste en cortar ramas de los árboles, con el fin de producir madera libre de nudos y de mayor calidad. Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes, y disminuyen la calidad y el valor de la madera.

La poda evita que se formen nudos muertos en el tronco, que después produzcan huecos en la madera. Algunas especies requieren de una poda constante, pues naturalmente tienen una baja capacidad de autopoda, como por ejemplo, la melina y la teca. Las podas en sistemas agroforestales generan productos adicionales para el agricultor (forraje, leña y postes).

¿Cuándo se debe podar?

- En la época seca es lo más recomendable, para facilitar el secado del corte, disminuir el peligro de desgarrar la corteza del árbol y evitar el ataque de plagas y enfermedades.
- Antes de que los árboles formen ramas muy gruesas, ya que los cortes tardarán más tiempo en cicatrizar.
- La primera poda puede realizarse cuando los árboles hayan alcanzado una altura de tres metros; se debe podar hasta una tercera parte de la copa.

¿Cómo podar?

El corte de las ramas debe hacerse a ras del tronco, sin desgarrar la corteza y evitando provocar daños en la madera que puedan afectar su calidad o que faciliten la entrada de enfermedades, a través de las heridas del corte (En las heridas se puede aplicar un sellador con fungicida).

La necesidad de poda (intensidad, frecuencia) varía de especie a especie y también depende de la naturaleza del cultivo asociado.

Raleos

Los raleos son una práctica para favorecer el desarrollo de los mejores árboles y una oportunidad para sacar productos maderables. Al considerar los árboles por raleo, se debe tomar en cuenta la densidad, ubicación, forma y sanidad de ellos, eliminando aquellos enfermos, torcidos o bifurcados.

En plantaciones en bloque con densidades equivalentes entre 625 y 1111 árboles por hectárea, conforme crece la plantación, se produce competencia, tanto entre las copas como entre las raíces, lo que conlleva a una disminución del crecimiento de los árboles. Por medio de la reducción del número de árboles, aumenta el espacio para el crecimiento de los restantes y se reduce su competencia, a fin de poner a su disposición mayores recursos como luz, agua y nutrientes.

Es importante tener presente que la indicación sobre el momento de realizar los raleos, así como su intensidad, periodicidad y método empleado, debe ser recomendada y asistida por el regente o profesional forestal.

7. Arreglos y técnicas agroforestales más comunes para el establecimiento de árboles forestales en SAF

El productor debe hacer sus propias adaptaciones, tomando en cuenta las recomendaciones realizadas por el profesional forestal y de acuerdo con las características del clima local, de la finca y del cultivo.

7.1 Árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes

Árboles maderables en cultivos perennes

Consisten en la combinación simultánea de árboles maderables y cultivos perennes. Los cultivos de café y cacao constituyen la base para muchos de estos arreglos. Las especies maderables recomendadas son:

Amarillón (<i>Terminalia amazonia</i>)	Guayacán (<i>Tabebuia guajava</i>)
Botarrama (<i>Vochysia ferruginea</i>)	Indio desnudo (<i>Bursera simarouba</i>)
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Jaúl (<i>Alnus acuminata</i>)
Cebo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)
Cebo (<i>Vochysia hondurensis</i>)	Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)
Cedro (<i>Cedrela spp</i>)	Pilón (<i>Hyeronima alchornoides</i>)
Espavel (<i>Anacardium excelsum</i>)	Pochote (<i>Bombacopsis quinata</i>)
Eucalipto (<i>Eucalyptus spp</i>)	Ronron (<i>Astronium graveolens</i>)
Gallinazo (<i>Schizolobium parahyba</i>)	Teca (<i>Tectona grandis</i>)

Árboles de uso múltiple y maderables en cultivos perennes

Consiste en la combinación simultánea de árboles de uso múltiple y árboles maderables en cultivos perennes. Las especies maderables recomendadas corresponden a las mencionadas anteriormente. Las especies de uso múltiple más utilizadas son:

Poró (<i>Erythrina spp</i>)	Guaba (<i>Inga spp</i>)
Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>)	Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)

Si quiere aplicar con el sistema al Programa de Pago por Servicios Ambientales, consulte a su regente forestal sobre la cantidad de árboles que debe establecer por hectárea. Además, recuerde que la cantidad de árboles de uso múltiple no puede superar el 50 % del total de árboles plantados.

Técnicas agroforestales para asocio de árboles forestales en cultivos perennes

Los arreglos en cultivos perennes corresponden principalmente a asocios con café, cacao, plátano, cítricos, palmito, palma aceitera y pastos.

a) Café en condiciones de sombra permanente



Foto: Ing. Axel Chavarría

El modelo combina el cultivo de café en asocio con árboles de uso múltiple y maderables en forma ordenada. El porcentaje adecuado de sombra que debe aportar el componente forestal dentro de este sistema es entre un 20 % – 40 %.

Asocios: en los cafetales manejados bajo este modelo los caficultores utilizan diferentes tipos de árboles. Tradicionalmente

se recomienda el asocio con especies leguminosas de uso múltiple como guabas (*Inga spp*), madero negro (*Glericidia sepium*) y poró (*Erythrina spp*), dado el gran aporte de materia orgánica que generan y por el aporte de nitrógeno al suelo, así como el asocio con árboles maderables o frutales.

Entre los árboles maderables más utilizados se encuentran: el amarillón (*Terminalia amazonia*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela spp*), espavel (*Anacardium excelsum*), eucalipto (*Eucalyptus spp*), gallinazo (*Schizolobium parahyba*), guayacán (*Tabebuia guajava*), indio desnudo (*Bursera simarouba*), jaúl (*Alnus acuminata*), melina (*Gmelina arborea*), laurel (*Cordia alliodora*), pilón (*Hyeronima alchornoides*), pochote (*Bombacopsis quinata*), ronron (*Astronium graveolens*) y teca (*Tectona grandis*), entre otras.

Distancia de siembra entre árboles: frecuentemente se usan distancias entre 6 a 12 metros para árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes.

Árboles de uso múltiple	Espaciamiento inicial sugerido	
	En libre crecimiento	En sombra regulada
Poró (<i>Erythrina spp</i>)	12 x 12 metros 10 x 25 metros	6 x 6 metros
Guabas (<i>Inga spp</i>)	10 x 10 metros 10 x 12 metros 12 x 12 metros	
Madero negro (<i>Glericidia sepium</i>)	6 x 12 metros 10 x 10 metros	6 x 6 metros 6 x 8 metros

Árboles maderables	Espaciamiento inicial sugerido	
	Con raleo futuro	Sin raleo
Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	6 x 6 metros	8 x 8 metros 8 x 12 metros 10 x 10 metros
Cedro (<i>Cedrela spp</i>)	6 x 6 metros	10 x 10 metros 12 x 12 metros 10 x 25 metros
Amarillón (<i>Terminalia amazonia</i>)	6 x 6 metros	8 x 8 metros

Algunas exigencias del cultivo de café:

Altitud: los sitios ideales se localizan entre los 500 y 1.700 msnm.

Precipitación: debe oscilar entre 1.000 mm y 3.000 mm anuales, con buena distribución de las lluvias a lo largo de todo el año.

Temperatura: lo ideal es una temperatura media anual de 17°C a 23°C.

Suelo: se recomiendan suelos profundos, fértiles con drenaje adecuado. Se recomienda sembrar en terrenos planos a poco inclinados y protegidos de los fuertes vientos.

Material por utilizar: se recomienda utilizar semilla seleccionada de calidad para realizar el semillero. Para la siembra se debe utilizar almácigo de buena calidad con edades que oscilen entre seis a doce meses y de la variedad recomendada para la zona.

Se recomienda establecer la sombra simultáneamente con la siembra del café, en la misma hilera de siembra de cultivo, así como la implementación de cortinas rompavientos en áreas que presentan fuertes vientos.

b) Cacao en arboleda bajo condiciones de sombra permanente



Foto: Ing. Alejandro Alfaro

El cacao (*Theobroma cacao*) es un cultivo que crece y se produce en forma adecuada cuando se encuentra protegido por la sombra de árboles de otras especies. En Costa Rica, es posible cultivarlo en las regiones Huetar Atlántico, Huetar Norte, Pacífico Sur y Pacífico Central.

Para que el establecimiento de la planta de cacao sea adecuado, es requisito fundamental que exista sombra que regule la luminosidad, las condiciones de temperatura que rodean la planta, el viento excesivo y evite deficiencias extremas de humedad en épocas de sequía.

Asocios: tradicionalmente se recomienda el asocio con especies leguminosas de uso múltiple como guabas (*Inga spp*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y poró (*Erythrina spp*) debido al gran aporte de materia orgánica que generan y por la contribución de nitrógeno al suelo, así como el asocio con árboles maderables y frutales, que, a mediano y largo plazo, produzcan ingresos significativos al agricultor. Los maderables más usados son el cedro (*Cedrela spp*) y el laurel (*Cordia alliodora*), pero también se pueden usar melina (*Gmelina arborea*) y teca (*Tectona grandis*), entre otros.

En los proyectos financiados con el PSA, la densidad de siembra de la sombra permanente es variable, dependiendo en gran parte del tamaño de la copa y penetración de la luz a través de esta, variando desde 40 hasta 277 árboles por hectárea.

Distancia de siembra entre árboles: frecuentemente se usan distancias de 6 a 15 metros para árboles de sombra permanente.

Espaciamiento inicial sugerido (sombra permanente)	Árboles/ha	% sombra
6 x 6 metros	278	>90
9 x 9 metros	123	50-55
12 x 15 metros	56	25-30
15 x 15 metros	44	<25

La siembra de las especies para sombra permanente se hace en hileras o franjas dentro del cacao. Es importante que el árbol de sombra reciba mantenimiento desde pequeño. Se recomienda establecer la sombra alrededor de cuatro meses antes del trasplante del cacao.

Algunas exigencias del cultivo de cacao:

La temperatura y la precipitación son los factores climáticos que tienen mayor incidencia para definir el establecimiento del cultivo.

Altitud: las condiciones ideales se presentan entre 0 y 1.200 msnm.

Temperatura: lo ideal es una temperatura media anual de 22°C a 30°C.

Precipitación: debe oscilar entre 1.500 mm y 2.500 mm anuales, con buena distribución de las lluvias a lo largo de todo el año, pues el cacao no tolera la sequía.

Suelo: se recomiendan suelos profundos, francos, con adecuada retención de humedad, ya que las raíces alcanzan fácilmente los 1,5 m de profundidad. Así también, sembrar en terrenos planos u ondulados, con pendientes inferiores al 20 %.

Densidad de la siembra: en nuestro país las distancias más comunes van desde 2,5 x 2,5 metros hasta 4 x 4 metros, siendo la más usada 3 x 3 metros. Se recomienda sembrar en tresbolillo o pata de gallo, si se siembra en laderas o pendientes superiores al 20 %.

Material por utilizar: se recomienda sembrar la plantación por semilla híbrida certificada o mediante la utilización de clones. Una vez establecida la plantación, la producción se iniciará cuatro años después.

c) Plátano en arboleda bajo sombra

La siembra de plátano bajo sombra se puede realizar en asocio con árboles de uso múltiple y maderables. Un 50 % es el porcentaje óptimo de sombra que debe aportar el componente forestal. En Costa Rica se cultiva principalmente en las regiones Huetar Atlántico, Huetar Norte y Brunca.

Asocios: al establecer el componente forestal se pueden usar especies de rápido crecimiento como melina (*Gmelina arborea*), poró (*Erythrina spp*) y gallinazo (*Schizolobium parahyba*), los cuales se pueden sembrar a una distancia de 9 x 9 metros entre árboles.



Manejo de la sombra: los árboles maderables deben recibir podas para que el fuste se mantenga libre de ramas durante los primeros 2 a 5 metros. En todo caso, lo que se busca es que la sombra se establezca en estratos o niveles superiores a la altura de las plantas de plátano. Los árboles deben permitir que pase alrededor del 50 % de luz solar y se deben realizar raleos en el componente forestal para evitar que el porcentaje de sombra se eleve.

Algunas exigencias del cultivo de plátano:

Altitud: las condiciones ideales se presentan entre 0 y 800 msnm.

Temperatura: lo ideal es una temperatura media anual entre 20°C a 35°C.

Precipitación: debe oscilar entre 1.200 mm y 4.600 mm anuales.

Densidad de la siembra: bajo la sombra, el plátano debe sembrarse a una densidad baja, únicamente debe tener un 50 % de la luz solar. Se recomienda sembrar a 4 x 3 metros, o sea, entre las hileras de la sombra; se debe plantar plátano cada 3 metros, para una densidad de 833 cepas por hectárea.

Ahoyado: para el plátano se recomienda que los hoyos donde se ubicarán las semillas midan 30 x 30 x 30 cm hasta 40 x 40 x 40 cm, dependiendo del tamaño de la semilla. Lo ideal es aplicar de 2 a 3 kg de abono orgánico en el fondo del

hoyo y revolver con el suelo y sobre él mismo, para ubicar la semilla. O, en su defecto, cuando se realiza el hoyo se debe separar la capa correspondiente a los primeros 20 cm de suelo (capa superficial), de las que corresponden al fondo; al realizar la siembra, se debe invertir el depósito del suelo, de tal manera que el suelo más rico en materia orgánica sea el que quede en el fondo.

Material por utilizar: las semillas que se han de sembrar deben provenir de plantas sanas, libres de plagas y enfermedades.

d) Palmito en asocio con árboles maderables



Foto: Ing. José González

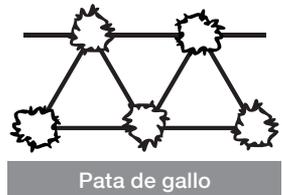
El modelo combina el cultivo de palmito con árboles maderables, partiendo de una plantación de palmito ya establecida y en producción. Se recomienda sembrar entre 50 y 60 árboles maderables por hectárea, ya que densidades mayores provocarían reducción considerable en la producción de palmito.

Asocios: al establecer el componente forestal tradicionalmente se utilizan especies como cedro (*Cedrela spp*) y laurel (*Cordia alliodora*), así como el uso de otras especies como: cebo (*Vochysia guatemalensis* o *hondurensis*), gallinazo (*Schizolobium parahyba*), melina (*Gmelina arborea*), pilón (*Hyeronima alchorroides*), entre otras.

Alternativas para la siembra de los árboles:

a) Hileras en los linderos: se puede sembrar en hileras en los linderos de la plantación de palmito, a un metro de la cerca. En este caso se recomienda sembrar a una distancia de 10 metros entre árboles.

b) Bordes de los callejones: se puede sembrar en ambos bordes de los callejones o caminos internos de la finca, en forma de pata de gallo, de tal manera que la distancia entre los árboles sea de 10 metros y la distancia entre las dos hileras corresponda al ancho del camino o callejón.



Pata de gallo

c) Interior de la plantación: si la siembra se realiza dentro de la plantación de palmito, se debe sembrar a una distancia mínima entre los árboles de 14 x 14 metros en el caso de laurel y de 13 x 13 metros en el caso del cedro.

Algunas exigencias del cultivo de palmito:

Drenajes: en suelos arcillosos o pesados con topografía plana, se requiere

de la construcción de drenajes artificiales para la adecuada aireación del suelo posterior a las lluvias.

Deshija: debe extraerse de la cepa los hijos enfermos, prensados, nacidos en el interior de la cepa o encimados para evitar el levantamiento de la cepa. Lo ideal es dejar solo los retoños que se encuentren en la periferia de la cepa, con buena distribución y de diferentes tamaños.

Deshoja: esta labor se realiza en conjunto con la deshija. Consiste en dejarle a cada tallo de palmito tres hojas completas (100 % abiertas), además de la hoja cero, conocida como candela. La hojarasca producida se puede distribuir cerca de las cepas para lograr mayor nutrición orgánica, combate de malas hierbas y mayor humedad en periodos secos.

Nutrición: el palmito es un gran extractor de nutrientes, aunque muchos de los elementos son reciclados en el suelo a través de los residuos de hojas, vainas y tallos que se producen en la deshoja, deshija y cosecha. Se recomienda realizar un análisis de suelos y análisis foliares para determinar cuáles nutrientes y en qué cantidades requiere la plantación en los programas de fertilización, de acuerdo con la cantidad de palmitos por hectárea/año que pretende obtener el agricultor.

La extracción de los nutrientes en orden de mayor a menor importancia es la siguiente: N>K>Ca>Mg>P>Mn>Fe>Zn>Cu.

Fertilización: el palmito requiere de una nutrición balanceada. Lo recomendable es aplicar por año 250-300 kg de N, 50 kg de P, 150 kg de K y 60 kg de Mg distribuido en seis aplicaciones. A partir del segundo año, se debe ir reduciendo la cantidad de fertilizante por aplicar.

De ser posible, la nutrición se puede complementar con el uso de abonos orgánicos.

7.2 Árboles maderables y árboles de uso múltiple en hilera

Consiste en el establecimiento de árboles en una hilera en los límites de la finca o sus divisiones internas, con el fin de diversificar y aumentar la productividad.

Entre las especies de uso múltiple recomendadas por utilizar principalmente se encuentran:

Poró (<i>Erythrina spp</i>)	Guaba (<i>Inga spp</i>)
Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>)	

Además, puede hacer uso de cualquier especie maderable que se adapte tanto al sitio como al objetivo de la plantación.

Si quiere incorporar el sistema dentro del Programa de Pago por Servicios Ambientales, debe consultar a su regente forestal sobre la cantidad de árboles que puede establecer por kilómetro, así como de las especies por utilizar.

Técnicas agroforestales para asocio de árboles forestales en hilera

a) Cercas vivas

Es una práctica común dentro de un sistema agroforestal. Consiste en hileras de árboles y arbustos, que se siembran para delimitar los bordes de una propiedad o sus divisiones internas. La técnica promueve la siembra de una o más hileras de árboles plantados de forma paralela a lo largo de una cerca o lindero de la propiedad.



Foto: Ing. Axel Chavarría

Este diseño permite aprovechar el espacio en áreas de pasturas sin perjudicar sustancialmente la producción de pastos. Además, en el caso de las cercas, los troncos de los árboles funcionan como soporte para fijar varios hilos de alambre de púas o lisos.

Tipos de cercas vivas:

Forrajeras: su objetivo es la producción de hojas, ramas y flores para la alimentación animal. Se constituyen básicamente por especies arbustivas forrajeras como madero negro (*Gliricidia sepium*), poró (*Erythrina spp*), entre otras. Las anteriores especies, presentan una altura baja de 2 a 4 metros, requieren de poda frecuente (cada 3 a 4 meses) y la disposición de luz solar es de media a alta.

Producción de leña: su objetivo es la producción de leña (ramas y troncos). Se conforman por especies arbustivas y arbóreas como guabas (*Inga spp*), madero negro (*Gliricidia sepium*), gavilán (*Pentaclethra macroloba*), entre otras. Esas especies requieren de disposición solar de media a alta, presentan una altura de 5 a 7 metros y los raleos se pueden realizar de los 3 a los 7 años.

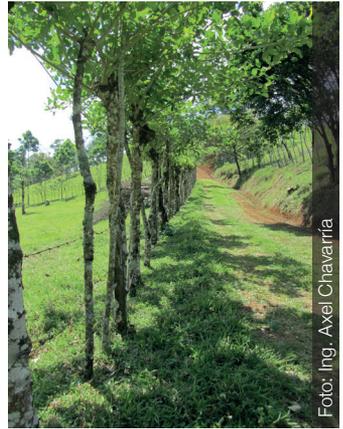


Foto: Ing. Axel Chavarría

Maderables: su objetivo es la producción de madera rolliza, de aserrío, construcción o para la elaboración de muebles. Se conforman principalmente por especies de lento a rápido crecimiento como melina (*Gmelina arborea*), cebo (*Vochysia guatemalensis*), teca (*Tectona grandis*), gavilán (*Pentaclethra macroloba*), cedro (*Cedrela spp*) y laurel (*Cordia alliodora*), cuya disposición solar debe ser de media a alta; presentan una altura de siete hasta quince metros; el raleo y aprovechamiento final de la madera se realizan según las recomendaciones para la especie utilizada.

Establecimiento de cercas vivas:

Las cercas vivas pueden ser simples (una sola especie) o mixtas (varias especies). Para el establecimiento de cercas con especies forestales, se recomienda obtener plantas en viveros comerciales, ya que establecer un vivero en la finca demanda mayor tiempo y cuidado. En el caso de cercas con especies de uso múltiple, es preferible que la especie pueda ser reproducida por estacas.

Material por utilizar: al emplear estacas, estas deben ser rectas y sanas, de 2 a 2.5 metros de largo y entre 5 y 10 centímetros de grosor. Se cortan de árboles adultos que no se hayan podado en los últimos doce meses, preferiblemente en la fase lunar cuarto menguante, para causar menos daño al árbol y asegurar mayor sobrevivencia. Los estacones se almacenan bajo sombra por una semana, para estimular la acumulación de nutrimentos en la base y facilitar el surgimiento de raíces. Para estimular las raíces, se pela un anillo en la corteza de la porción que va enterrada.

Plantación: la siembra debe ser en época seca, antes de entrar las lluvias o en lugares con lluvia todo el año, en cualquier momento. Los estacones se plantan de 30 a 40 centímetros de profundidad. Para los árboles de vivero, estos se deben trasplantar al campo cuando los arbolitos poseen una altura comprendida entre 20 y 30 centímetros.

Densidad de siembra: al elaborar las cercas, se colocan postes muertos cada 10 metros. Se sugiere un espaciamiento de 2 a 5 metros, lo cual corresponde a 500 – 200 estacas de árboles de uso múltiple por kilómetro lineal. Si ya se cuenta con una cerca muerta establecida, las estacas pueden plantarse a la misma distancia, amarrando alambre a la estaca con cuerda durante unos 3 meses, mientras se consolidan y logran enraizarse. Después, el alambre se pega con grapas. Se usa alambre de púas o liso, de 3 a 5 hilos según las necesidades.

Para especies maderables en cercas vivas, la distancia de siembra recomendada es entre 6 y 4 metros, lo que corresponde a 166 - 250 árboles por kilómetro lineal. Además, el árbol debe protegerse para que el alambre no cause heridas en la corteza, así como de la acción del ganado (ramoneo).

Manejo de cercas vivas:

Podas: la primera poda se puede realizar a los dos años de edad; ayuda a reducir exceso de sombra, le da forma a las copas, evita que los árboles de copas grandes se vuelquen, permite producir troncos maderables de buena calidad y provee estacones para otras cercas. También, produce biomasa como forraje comestible para los animales y como cobertura del suelo.

Raleos: se aplica para eliminar árboles maderables, cuyas copas se juntan.

b) Cortinas rompevientos

Son hileras de árboles, arbustos o ambos, de diferentes alturas y dispuestos en sentido opuesto a la dirección principal del viento. Su función consiste en reducir la velocidad del viento -así se evita la pérdida de la fertilidad del suelo debido a erosión eólica-, disminuir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y animales, minimizar la evapotranspiración en áreas cultivadas y regular las condiciones micro climáticas.



Foto: Ing. Axel Chavarria

Las cortinas rompevientos incluyen muros de vegetación bajos, medios y altos, ya que diferentes estratos incrementan la protección.

Entre las diversas especies recomendadas por utilizar, principalmente, se encuentran:

Estrato bajo: manzana rosa (*Eugenia jambos*), colpachí (*Croton niveus*), uruca (*Trichilia glabra*), tubú (*Montanoa dumicola*), trueno (*Ligustrum lucidum*).

Estrato medio: manzana de agua (*Eugenia malaccensis*), cirrí (*Tapiria brenesii*), cirrí colorado (*Mosquitoxylon jamaicense*), guachipelin (*Diphysa robinoides*), limoncillo (*Randia armata*), cucaracho (*Billia colombiana*), níspero (*Prunus annularis*), murta (*Ardisia compressa*), manzana rosa (*Eugenia jambos*), colpachí (*Croton niveus*).

Estrato alto: eucalipto (*Eucalyptus spp*), casuarina (*Casuarina spp*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), papa (*Panopsis suaveolens*), pino (*Pinus spp*).

Establecimiento de cortinas rompevientos:

Lo ideal es establecer las cortinas en forma perpendicular a la dirección principal del viento. En caso de vientos fuertes en una sola dirección o en direcciones opuestas, las cortinas se deben establecer en franjas paralelas. Si los vientos provienen de varias direcciones, es necesario establecer una red cuadrícula con las cortinas principales en dirección perpendicular al viento de mayor intensidad y las cortinas secundarias en forma perpendicular a las cortinas principales; para ello, las cortinas secundarias podrán ser de menor dimensión y con un espaciamiento mayor entre ellas.

Material por utilizar: para el establecimiento y manejo de la cortina rompevientos, se deben emplear plantas vigorosas, bien formadas y con raíces bien desarrolladas para asegurarse la mayor sobrevivencia posible. Además, se debe tener conocimiento sobre cuáles son las zonas afectadas por los vientos fuertes y la dirección del viento.

Se debe seleccionar especies de rápido crecimiento, adaptadas al suelo y clima de la zona, que mantengan las hojas durante la estación seca, con ramas resistentes al viento y copa densa. Lo preferible es emplear especies con valor estético, que atraigan vida silvestre y aporten madera al final de su vida útil. Hay que tomar en cuenta la altura deseada y el ritmo y duración de su crecimiento.

Plantación: deben plantarse al inicio de las lluvias o durante estas. Es preferible emplear plantas provenientes de viveros propios o comerciales, a fin de asegurar material de mejor calidad, resistente a plagas y enfermedades y mayor sobrevivencia.

Se recomienda establecer cortinas compuestas de varios estratos, especies e hileras, o implementar cortinas de un mismo estrato en una única hilera con un distanciamiento entre los árboles de 1 a 1,5 metros entre uno y otro, lo que corresponde a 1000 - 666 árboles por kilómetro lineal.

La distancia entre cada cortina dependerá de la altura de los árboles. La más apropiada es de 15 a 20 veces la altura del árbol de porte alto. Indicadores de un diseño efectivo son que la cortina pueda reducir, por lo menos, el 20 % de la velocidad del viento.

Manejo de cortinas rompevientos:

Resiembra: es necesario que el 100 % de las plantas sobreviva, para asegurarse de que no haya espacios abiertos a lo largo de la cortina, pues los vacíos linealmente implicarían zonas de turbulencia y baja efectividad de la cortina. Por lo tanto, como máximo un mes posterior a la siembra, se debe replantar lo perdido. Así, a largo plazo, se tendrá una cortina uniforme.

Si hay ganado en la finca, resulta necesario emplear técnicas para proteger los árboles.

Control de malezas: durante los tres primeros años, el crecimiento espontáneo de vegetación natural debe controlarse con dos o tres chapeas por año, ya sea a lo ancho de la franja o con una ronda de un metro de ancho para cada árbol.

Para prevenir incendios, debe eliminarse todo el material de fácil combustión en la línea de la cortina.

Podas: los árboles maderables y los frutales pueden podarse, para así mejorar la calidad de su fuste y la producción de frutos. Para que la cortina no pierda su función protectora, no deben aplicarse raleos o cortes selectivos, a menos que la cortina sea demasiado densa.

Si quiere incorporar el sistema dentro del Programa de Pago por Servicios Ambientales, debe consultar a su regente forestal sobre la cantidad de árboles que puede establecer por kilómetro, así como de las especies por utilizar.

7.3 Plantación de árboles maderables en bloque

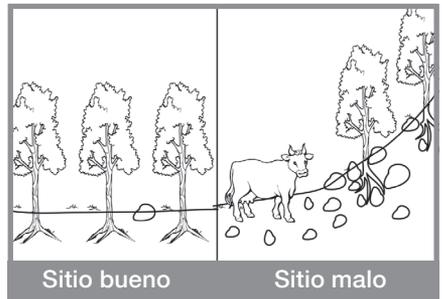


Es un sistema muy usado por pequeños y medianos agricultores que poseen uno o más cultivos agrícolas o cuentan con ganado vacuno. Consiste en combinar estas actividades con pequeños bloques de plantación de árboles maderables, de manera que la unidad productiva continúe con esos usos más la incorporación de los bloques de reforestación.

Establecimiento de la plantación:

Selección del sitio: son aptos para la producción forestal, los terrenos con poca pendiente, con suelos profundos y de buen drenaje. Recuerde realizar análisis de suelos.

Selección de las especies: al seleccionar la especie, recuerde que esta requiere de ciertos factores climáticos, fisiográficos y de suelo que se deben conocer de antemano, para elegir aquella(s) que se adapte(n) mejor al sitio disponible.



Algunas especies por utilizar:

Melina (*Gmelina arborea*): es una de las especies de más rápido crecimiento. Su capacidad de rebrote es excelente por lo que se pueden obtener varias generaciones en forma continua. Se recomienda sembrar en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos para el desarrollo radical. Es muy susceptible al viento fuerte, que afecta negativamente su crecimiento. Los mejores sitios para cultivar esta especie están por debajo de los 700 metros sobre el nivel del mar. Es mejor evitar su plantación en cimas, las cuales están asociadas a suelos poco profundos y poco fértiles. Los mejores sitios para melina son las pendientes inferiores o terrenos planos sin inundaciones.

Teca (*Tectona grandis*): no se debe plantar en cimas de pendientes con suelos poco profundos (menores a 90 centímetros), donde la precipitación media anual es menor a 1800 milímetros, en suelos inundables ni en sitios con bajos contenidos de calcio y altos contenidos de hierro. Los mejores sitios se encuentran en la parte baja de cerros o laderas. Los mayores crecimientos se

dan en altitudes inferiores a los 500 msnm, con períodos secos de dos a cuatro meses, temperaturas de 23°C a 27°C y precipitación de 1.300 a 2.500 mm al año.

Cebo (*Vochysia guatemalensis*): especie de fuste normalmente recto, cilíndrico y libre de ramas hasta dos tercios de su altura. La copa es redondeada y muy densa. Se adapta a diferentes tipos de suelos, de medianamente profundos a profundos, topografía plana a ondulada, no necesariamente de gran fertilidad y no tolera suelos saturados por períodos prolongados.

Pilón (*Hyeronima alchornooides*): su fuste es cilíndrico, con gambas bien desarrolladas. Crece bien en lomas, soporta suelos con pH ácidos, degradados, sitios anegados periódicamente y de textura arcillosa. Soporta suelos de baja fertilidad y tolera suelos pedregosos. Se adapta bien hasta los 1.000 msnm con rangos de precipitación y temperatura anual de 3.000 a 4.000 mm y de 20°C a 28°C, respectivamente.

Bloque mixto: consiste en la siembra de varias especies dentro de un mismo lote. Se puede agregar a las especies ya descritas, otras especies que se adapten bien a los lotes mixtos y presenten demanda por su madera.

Densidad de la siembra: independientemente de la especie, para la producción de madera para aserrío se utilizan espaciamientos de 3 x 3 metros (1.111 árboles por hectárea), de 3,5 x 3,5 metros (816 árboles por hectárea) o 4 x 4 metros (625 árboles por hectárea). Esto permite disponer de una mayor cantidad de árboles, para aumentar las posibilidades de seleccionar aquellos de buena forma, sanos y gruesos (aproximadamente 250 árboles por hectárea) que llegarán a la cosecha final y producirán madera de calidad.

Siembra: ejecutar la siembra de forma adecuada es clave, no solo para el desarrollo inicial del cultivo, sino también para su posterior desarrollo. Se debe plantar al inicio de la época lluviosa para que los árboles puedan desarrollar bien sus raíces al llegar a la época seca.

Se recomienda seguir los siguientes pasos:

Pasos para plantar un árbol:



Con un palín haga un hueco que sea al menos dos veces más ancho que el tamaño de la bolsa o del sistema de producción del árbol, para que las raíces tengan espacio para extenderse.



Coloque abono químico u orgánico en el fondo del hueco, para facilitar el desarrollo de las raíces, y cúbralo con tierra, para que ellas mismas no se quemen. Consulte con su regente forestal sobre la dosis y el abono que debe emplear.



Retire con cuidado la bolsa u otro sistema de producción utilizado. Si hay raíces arrolladas en el fondo de la bolsa, deben cortarse. Los árboles producidos en *Jiffy** se deben plantar con este contenedor.



Coloque el árbol en el centro del hueco, procurando que el tallo quede al menos dos centímetros más abajo del nivel del suelo y bien recto. No deje raíces por fuera ni tallos enterrados. Para árboles producidos en *Jiffy*, no deje el contenedor expuesto.



Coloque tierra en el hueco y presione con firmeza, alrededor de la planta, para darle estabilidad y para eliminar bolsas de aire. Finalmente agregue con la mano suficiente tierra, sin terrones o piedras, que obstaculicen el crecimiento de las raíces.

* **Platillos *Jiffy***: son de los sistemas más utilizados para producir árboles en vivero junto con las bolsas plásticas. Los árboles están listos para salir al campo cuando tienen una altura de tallo de 10 cm y al menos 4 hojas. El *Jiffy* es fabricado a base de liqen y se encuentra rodeado por una malla biodegradable que se expande con el agua, no requiere de la utilización de sustrato y su siembra es rápida y sencilla (el árbol se planta con el *Jiffy*).



Fertilización: se debe fertilizar según las características del sitio y requerimiento nutricional de la(s) especie(s), así como realizar un manejo de acidez y encalado del suelo.

Resiembra: se recomienda ejecutarla a los 30 días de haberse realizado la siembra y efectuarla cuando la mortalidad está concentrada o es superior al 10 %.

Mantenimiento de la plantación:

Las actividades de mantenimiento se desarrollan para evitar la competencia de los árboles por agua, luz y nutrientes, así como daños o su muerte. El combate más importante es durante el primer año, en el cual se recomienda al menos realizar cuatro rodajas.

Manejo de la plantación:

Primera poda: se eliminan las ramas existentes por debajo del 50 % de la altura total del árbol y se debe podar hasta una tercera parte de la copa. Lo ideal es realizarla cuando los árboles presenten entre 3 y 4 metros de altura. Se aplica solamente en los mejores árboles sin invertir tiempo y dinero en aquellos árboles que serán eliminados en el primer raleo.

Segunda poda: se aplica a todos los árboles y se debe realizar luego de efectuado el primer raleo, se recomienda dejar 2/3 de la altura total del árbol limpio y un 1/3 de copa. Generalmente las podas se mantienen hasta alcanzar una altura de 5 metros, de tal manera que al menos dos trozas se produzcan de buena calidad, aunque se recomienda invertir en podas hasta los 8 - 10 metros para incrementar la cantidad y calidad de trozas comerciales.

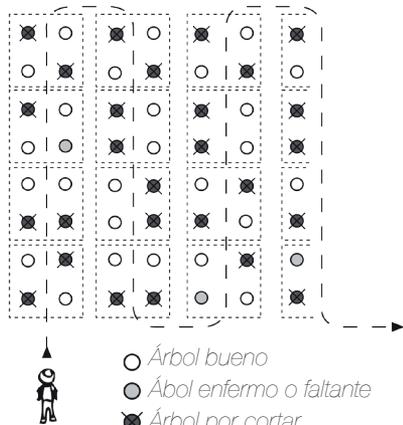
Primer raleo: en este raleo se recomienda eliminar el 50 % de los árboles. Uno de los métodos más fáciles de aplicar y comúnmente utilizado es eliminar dos de cada cuatro árboles.

Prioritariamente deben ser eliminados en el raleo los árboles enfermos, bifurcados, torcidos, inclinados, suprimidos y de menor diámetro y altura.

Ejemplo de método para marcar el primer raleo:

Posicionado entre dos hileras de la plantación, realice de forma imaginaria una caja de cuatro árboles y corte de esa caja dos de ellos, bien sea aquellos que producen competencia o que tienen problemas de forma o de sanidad (si existe un árbol muerto en la caja de cuatro, este se debe contar como uno de los eliminados).

Segundo raleo: se planifica de acuerdo con varios factores: densidad de la plantación, calidad de sitio, calidad del material, especie, etc. Si se trata del raleo final se deben dejar en la plantación entre 200 y 250 árboles por hectárea.



Cuando el productor requiera de iniciar las podas y los raleos, es importante que consulte los servicios de un ingeniero forestal que lo guíe profesionalmente.

Si quiere incorporar el sistema dentro del Programa de Pago por Servicios Ambientales, consulte a su regente forestal sobre los bloques y cantidad de árboles que puede establecer, así como de las especies por utilizar.

NOTA: en todos los casos, las especies utilizadas deberán adaptarse a las condiciones específicas del sitio y del SAF, así como recibir un manejo silvicultural adecuado y protección del ganado cuando así lo requieran. Se pueden utilizar otras especies forestales, siempre y cuando se adapten al sitio según sus condiciones biológicas y ecológicas.

8. Bibliografía Consultada

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Oxford Forestry Institute. (2003). **Árboles de Centroamérica. (Capítulo 6). Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales.** Turrialba, Costa Rica. Editado por Jesús Cordero y David H. Boshier.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1999). **Árboles en cafetales. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. Módulo núm.5.** Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.

Méndez, E; et al. (2000). **Plantación de Árboles en Línea.** (Segunda edición). Módulo de Enseñanza Agroforestal núm. 1. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2010). **Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible.** (Primera edición). MAG. San José, Costa Rica.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2009). **Manual de Procedimientos para el Pago de Servicios Ambientales.** La Gaceta. Diario Oficial. Núm. 46-2009. MINAET. San José, Costa Rica.

Oficina Nacional Forestal y Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2009). **Guía del productor para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales.** (Primera edición). ONF-SINAC. Comunicaciones Milenio. San José, Costa Rica.

Palomeque, E. (2009). **Sistemas Agroforestales.** Chiapas México.

Virginio F de M, E. (2005). **Taller de Capacitación Aplicada para Evaluación, Diseño y Manejo de Sistemas Agroforestales en Fincas Cafetaleras.** Memoria. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Zamora, C. (sf). **Cedro y/o laurel en asocio con palmito en producción. Ficha técnica: Modelo agroforestal núm. 2.** ASIREA-CATIE. San José, Costa Rica.

Zamora, C. (sf). **El cultivo de cacao. Ficha técnica: Modelo agroforestal núm. 5.** ASIREA-CATIE. San José, Costa Rica.

Zamora, C. (sf). **Las cercas vivas. Ficha técnica: Modelo agroforestal núm. 7.** ASIREA-CATIE. San José, Costa Rica.

Zamora, C. (sf). **Plátano en arboleda. Ficha técnica: Modelo agroforestal núm. 8.** ASIREA-CATIE. San José, Costa Rica.

Zamora, C. (sf). **Sistemas agroforestales en bloques. Ficha técnica: Modelo agroforestal núm. 9.** ASIREA-CATIE. San José, Costa Rica.



Tel: 2293-5834 Fax: 2293-9641 (ext. 105)
Apdo Postal 768-4005. Belén, Heredia.
www.onfcr.org