



# Guía para el manejo de sistemas agroforestales: énfasis en la poda de árboles.

Autor: Andre R. Sanfioenzo Gil De Lamadrid PhD.

*Abril 2022*



[www.sare.org](http://www.sare.org)

*Financiado por SARE bajo el proyecto: "Agroforestry Management for Tropical and Subtropical Agroforestry Systems: Management Guide and Practice Workshops" Award # SUB00002047*

## Tabla de contenido

Guía para el manejo de sistemas agroforestales: énfasis en la poda de árboles. ....	1
Tabla de contenido .....	2
Introducción a sistemas agroforestales .....	3
Descripción de los diferentes tipos de sistemas agroforestales .....	3
Servicios ecológicos provistos por los sistemas agroforestales .....	6
Contextualizando la finca .....	8
Historia del uso del suelo .....	9
Acceso a los mercados .....	9
Cobertura y densidad actual de las leñosas perennes.....	10
Conocimientos de coordinadores y empleados en el manejo de sombra.....	10
Propagación de leñosas perennes y siembra en campo.....	11
Cosecha de semillas .....	11
Germinación de semillas .....	11
Cuido de brinzales.....	12
Arreglo de siembra.....	12
Siembra y manejo de árboles jóvenes.....	12
Poda de árboles .....	15
Midiendo sombra en sistema agroforestales .....	15
Estimación manual de sombra .....	15
Herramientas para medir la sombra .....	15
Principios de la poda de árboles.....	16
Herramientas para la poda de árboles .....	16
Poda de árboles jóvenes .....	17
Poda de árboles maduros .....	17
Almacenamiento de datos, inventarios, sistemas de información geográficas y manejo de datos. ....	21
Colección de datos .....	21
Rotulación .....	22
Herramientas para cuantificar y visualizar la cobertura arbórea. ....	22
Referencias.....	24

## Introducción a sistemas agroforestales

### Descripción de los diferentes tipos de sistemas agroforestales

La agroforestería es una forma de cultivo múltiple que satisface tres condiciones básicas: 1) existen al menos dos especies que interactúan biológicamente; 2) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne; y 3) al menos dos de los componentes se manejan para satisfacer los objetivos del administrador o administradora de la tierra (Somarriba 2012)

Definiciones leñosas perennes: Plantas que duran mas de dos años y que producen tejido leñoso (madera). Suelen ser árboles, arbustos y lianas.

Los sistemas agroforestales son clasificados en múltiples categorías relacionado a sus arreglos y funciones. Además, pueden ser simultáneos en el que las leñosas perennes (árboles y arbustos) están presentes al mismo tiempo. O secuenciales en los que las leñosas perennes no están juntas o solo

están juntas a otros animales y cultivos por un periodo corto de tiempo.

Entre las categorías mas importantes de sistemas agroforestales secuenciales se encuentran los siguientes:

**Taungya:** se cultivan árboles madereros o de otro fin. Mientras los árboles son jóvenes se cultivan otros cultivos entre los árboles hasta que las copas reducen la entrada de luz y se dejan de cultivar otros cultivos. Al final solo queda una plantación forestal.

**Agricultura migratoria:** Se remueve la vegetación de un predio y se cultivan cultivos anuales por un periodo corto entre 3 a 5 años hasta que se reduce la fertilidad del suelo. Luego se deja regenerar la vegetación natural para aumentar la fertilidad del suelo y se volverá a cortar y cultivar cuando las condiciones de fertilidad sean apropiadas.

Entre las categorías mas importantes de sistemas agroforestales simultáneos se encuentran los siguientes:

**Huertos Caseros:** Leñosas perennes incluidas en huertos alrededor de la casa en zonas urbanas o rurales.

**Barreras rompe viento:** El establecimiento de leñosas perennes en hilera para reducir y proteger de vientos. Puede contener diferentes especies con fines adicionales como la producción de frutos, madera, forrajes, entre otros.



Imagen 1. Cultivo de cacao bajo plantación de árboles de sombra. En este caso sombra mixta que contiene frutales y maderables.

**Cultivos bajo plantaciones de árboles:** Se utilizan árboles para proveer sombra a cultivos en estratos inferiores. Los árboles de sombra puede ser árboles maderables, frutales y otros fines como puede ser la sombra y el aporte de biomasa al suelo.

**Siembra en bosques secundarios:** Establecimiento de cultivos y/o forrajes

bajo un bosque secundario. Es frecuente que se poden o remuevan algunos individuos del dosel para promover la entrada de luz a estratos inferiores del bosque.

**Cultivo en callejones:** Las leñosas perennes están cultivadas en hileras. Entre las hileras se cultivan otras plantas como forrajes, cultivos anuales o perennes.

**Sistemas Silvopastoriles:** Son sistemas agroforestales que incluyen la interacción con animales. A continuación, describimos los más comunes.

**Cercas vivas:** Leñosas perennes establecidas en las cercas que se utilizan para sostener el alambre o malla. Se pueden utilizar leñosas perennes con el fin de producir forraje, frutas o madera. Son muy comunes en Sistemas Silvopastoriles, sin embargo, se pueden utilizar en SAF que no cuenten con el componente animal.





Imagen 2. Cerca viva con *Gliricidia sepium*.

**Árboles dispersos en pasturas:** Son Zonas de pastoreos con arboles dispersos Pueden ser de baja densidad cuando los árboles proveen menos de un 15% de sombra o alta densidad cuando los árboles proveen mas de un 15 % de sombra. Se utilizan gramíneas u otros forrajes adecuados para la cantidad de sombra. Los árboles pueden ser utilizados para madera, alimento animal, frutales y otros fines. Si serán establecidos los árboles con los animales en el predio es importante ofrecer protección a los árboles hasta que alcancen una altura que evite los daños por los animales.



Imagen 3. Arboles dispersos en pasturas recién establecidas donde antes existía un bosque secundario. Se mantuvo una alta densidad de sombra (15%) y se sembró gramíneas.

**Bancos forrajeros:** Cultivo de leñosas perennes con alto valor nutricional como forraje. Se cultivan en alta densidad y se cortan con frecuencia y se usan como alimento para animales o se permite a los animales entrar al banco forrajero a consumir el forraje por un periodo corto de tiempo.

## Servicios ecológicos provistos por los sistemas agroforestales

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que obtenemos del ecosistema (Shibu 2009). Estos servicios son clasificados en cuatro principales grupos, descritos a continuación.

**Provisión:** los productos tangibles que son utilizados directamente por los seres humanos. Estos son los más reconocidos, pero no necesariamente los más importantes.

Ejemplos:

- Agua fresca para el consumo
- Energía de hidroeléctricas
- Comida (agricultura, animales, forestales, peces, entre otros)



Imagen 4. Madera obtenida de un SAF

**Regulación:** se refiere a los beneficios que regula los procesos ecosistémicos. Estos son menos tangibles que los de provisión al nivel de finca. En algunos casos, estos servicios pueden ser reemplazados por tecnología, pero a costos mucho más elevados.

Ejemplos:

- Regulación del clima (incluyendo precipitación)
- Regulación del agua (caudal del río)
- Purificación del agua
- Control de erosión

**Cultural:** se refiere a los beneficios espirituales, inspiración, religiosos, recreacionales y educativos que los seres humanos obtienen directa o indirectamente del ecosistema.

Ejemplos:

- Los beneficios recreacionales que se obtienen de un lago o un Sistema Agroforestal (SAF).

**Soporte:** se refiere a los beneficios que contribuyen a sostener otros servicios.

Ejemplos:

- Formación de suelo
- Ciclo de nutrientes

Los sistemas agroforestales (SAF) proveen servicios ecosistémicos de los cuatro grupos principales descritos, por ejemplo, contribuyen a la conservación de suelos, contribuyen a regular los ciclos locales de precipitación, mediante la evapotranspiración similar a los hábitats naturales. Provee hábitat para la biodiversidad local y contribuyen a la recreación al proveer una cobertura del suelo con árboles en estratos complejos similares a un bosque natural.

## Contextualizando la finca

Varias metodologías están disponibles para la evaluación y diseño de sistemas agroforestales en las fincas.

La metodología de diagnóstico y diseño (Somarriba 2013) es una metodología útil y fácil de aplicar para el diagnóstico y diseños de sistemas agroforestales. La metodología de diagnóstico y diseño se lleva a cabo en diferentes etapas que son descritas a continuación.

**Diagnóstico Biofísico:** Visualizar la finca en superficies lineales (elaborar mapa). Identificar los sitios especiales de la finca. Reconstrucción de la historia de uso de la tierra. Hacer una lista de las principales oportunidades y limitaciones de la finca y de su entorno ambiental.

**Diagnóstico Agroforestal:** Esta enfocado en las leñosas perennes. Busca responder las siguientes preguntas: ¿Dónde están las leñosas perennes en la finca? ¿Cuáles son las leñosas perennes? ¿Cuántas son (abundancia)? ¿Cuáles y cuántos bienes y servicios aportan? ¿Qué efectos favorables o desfavorables

ejercen sobre los otros componentes de los sistemas de producción (interacciones)?

### **Diagnóstico Socioeconómico:**

Buscamos determinar los objetivos, visión a futuro, oportunidades y limitaciones del productor/a, del grupo familiar, la finca y sus sistemas de producción. ¿Cuál es la rentabilidad de los productos de la finca? ¿Cuál es el flujo de uso de mano de obra y capital, determinar épocas pico y limitantes para la producción? Calcular rendimientos, uso de insumos y mano de obra para las operaciones de la finca.

**Análisis de interacciones:** Requiere contestar preguntas sobre las características particulares del sistema y condiciones del sitio. Algunos ejemplos son: ¿Las densidades de árboles son adecuadas para el desarrollo del cultivo? ¿La composición botánica, los arreglos y las abundancias son adecuadas a los requerimientos agroecológicos de los cultivos? ¿El arreglo y composición de los policultivos es el adecuado?

**Diseños de sistemas agroforestales:** Búsqueda de oportunidades para

incorporar y/o optimizar sistemas agroforestales en la finca. En el diseño hacemos uso del razonamiento lógico, los diagnóstico y el conocimiento del finquero/a. Se deben sugerir un máximo de 5 recomendaciones por finca para no abrumar. Algunas preguntas que podemos responder al hacer los diseños son: ¿Que oportunidad hay para incrementar los arboles (productos maderables y no maderables)? ¿Que áreas de plantaciones en línea permiten la introducción de otras especies? ¿Como se aprovecha el potencial de los caminos internos de la finca? ¿Que nuevos sistemas agroforestales se podrían introducir en la finca? ¿Como podemos modificar los sistemas existentes?

### **Historia del uso del suelo**

Conocer la historia del uso del suelo permite entender como practicas anteriores en los suelos bajo cultivo pueden influenciar las características actuales como fertilidad, compactación y erosión de los suelos. La historia del uso del suelo se puede construir entrevistando a personas que conozcan esta historia como antiguos dueños, empleados o vecinos. Además, se pueden utilizar imágenes aéreas o satelitales, así como

antiguos mapas y registros agrícolas de estar disponibles.

### **Acceso a los mercados**

Debemos preguntarnos como es el acceso a los mercados para nuestra propiedad y los productos que manejamos. Para esto debe conocer el mercado de los productos que manejamos o nos interesa manejar. Existen lugares donde se pueden mercadear los productos cercanos al lugar de producción. Cual es la demanda de los productos esta esa demanda siendo satisfecha o no. ¿Que otros mercados existen para los productos? ¿es posible el procesamiento? Existe un planta procesadora cercana, que requisitos de calidad son necesario para el mercadeo y que se espera de la demanda de los productos a corto mediano y largo plazo. Responder a estas preguntas nos ayuda a seleccionar mejor los cultivos que incluiremos en nuestro sistema agroforestal y las metas de producción. Los SAF permiten manejar múltiples cultivos lo que promueve la diversificación aun si su enfoque es en un cultivo principal.

## **Cobertura y densidad actual de las leñosas perennes**

La cobertura y densidad de especies son importantes para entender las características de un SAF y las interacciones positivas y negativas entre los componentes del sistema. Para estimar las densidades debemos hacer inventarios de las especies presentes. Esto conlleva identificar y medir las especies en un área determinada. Se pueden utilizar parcelas o transectos para estimar la riqueza y abundancia de especies. La cantidad de parcelas y/o transectos se determina por la variabilidad presente. Sistemas homogéneos donde todo se ve más o menos igual podemos tener pocas parcelas o transectos. En sistemas heterogéneos donde una parte tiene más o menos árboles se requieren de más parcelas y/o transectos para poder capturar esta variabilidad. Es importante coleccionar la información de nombre común y científico, altura total, altura de tronco, ancho de copa y Diámetro a la altura de Pecho (DAP).

## **Conocimientos de coordinadores y empleados en el manejo de sombra**

El manejo de árboles en sistemas agroforestales requiere conocer los hábitos de crecimiento y necesidades de las especies presentes en el sistema. Al momento de seleccionar especies y diseñar el SAF debemos considerar el conocimiento de quienes manejan el sistema. La experiencia en siembra y poda de árboles es de suma importancia para lograr el éxito en el establecimiento y manejo de SAF. No es necesario contar con esta experiencia previamente, pero si se debe reconocer si hace falta mayor conocimiento y entrenarse, ya sea de forma autodidacta o con otras personas en el manejo de árbol



## **Propagación de leñosas perennes y siembra en campo**

### **Cosecha de semillas**

Las semillas de las leñosas perennes deben ser cosechadas cuando están maduras, en la mayoría de los casos un aumento en tamaño y cambio en color de los frutos o vainas son indicadores de que están listas para ser cosechadas. Luego de ser cosechadas las semillas se deben limpiar, remover la pulpa y luego secadas en la sombra de 1 a 3 días. Se deben colocar las semillas en un lugar protegido de animales que la puedan consumir como roedores y aves. Luego de secarse las semillas estarán listas para germinar o ser almacenadas en un lugar fresco y seco. Si se desean almacenar por largos periodos se recomienda su almacenamiento en un lugar refrigerado.

### **Germinación de semillas**

La germinación de semillas se puede hacer en diferentes tipos de germinadores. De las más comunes es un cajón o caja de germinación. Es

importante que el cajón de germinación tenga más de 8 pulgadas (20 cm) de profundidad para permitir un desarrollo adecuado de la raíz pivotal. Se puede utilizar arena como medio de germinación o suelos de la finca con materia orgánica como estiércol curado o composta, además, se pueden utilizar sustrato comercial con turba mezclado con perlita y vermiculita.

El tiempo que toma la germinación puede variar entre especies, semilla con una capa protectora gruesa tomarán más tiempo en germinar. Se pueden utilizar diferentes métodos de escarificación de semilla que permiten acelerar el proceso de germinación. Colocar las semillas en agua caliente por 8 horas antes de germinación es una de las prácticas más sencillas que aceleran el proceso de germinación.

Una vez hayan germinado y el primer par de hojas verdadera se ha desarrollado es el momento de trasplantar fuera del semillero. Se puede trasplantar los brinzales (árboles jóvenes) a bolsas de polietileno, tiestos plásticos, entre otros. al momento de trasplante se debe verificar y eliminar los brinzales como problemas en la raíz como raíz cuello de ganso y otras deformidades en la raíz.

## Cuido de brinzales

El medio de siembra utilizado para los brinzales debe ser similar al presente en el lugar donde se establecerán los árboles. Una combinación de suelo nativo con 20% de composta o estiércol curado funciona bien, si el suelo es muy pesado y contiene mucha arcilla se puede agregar el 10% de arena para mejorar el drenaje. Una vez trasplantados los brinzales se deben colocar bajo un 30% de sombra durante el primer mes luego de este periodo se puede remover la sombra. Se debe monitorear la humedad del medio de cultivo para evitar que este seco o saturado.

## Arreglo de siembra

Al planificarla distancia y arreglo de siembra debemos considerar el tamaño adulto y ancho de copa de la especie a sembrar. Como regla general si deseamos una sombra rala (poca sombra) debemos sembrar a una distancia de siembra mayor al diámetro de la copa. Si deseamos mas sombra la distancia de siembra debe ser igual al diámetro de la copa, esto permite que la copas se unan y pase menos luz

entre los árboles de sombra. Si deseamos una sombra densa podemos seleccionar una distancia de siembra menor al diámetro de copa, esto promueve sobrelape de copa y mucha sombra. Podemos calcular la cantidad de árboles a sembrar de la siguiente manera. Ejemplo: sembraremos Capa Prieto *Cordia alliodora* a una distancia de 40 pies. Cuantos árboles se pueden sembrar en un acre (43,560).  $43,560 \text{ p}^2 / (40 \text{ p} \times 40 \text{ p}) = 43,560 \text{ p}^2 / 1600 \text{ p}^2 = 27$  árboles por acre.

## Siembra y manejo de árboles jóvenes

Los brinzales están listos para ser trasplantados al campo una vez germinados y con al menos 4 hojas verdaderas. Sin embargo, es recomendable mantener los brinzales en un tiesto o bolsa hasta que consigan una altura mayor a 20 pulgadas (50cm). Esto dependerá del tamaño del contenedor, se desea evitar que se doble la raíz pivotal y se forme raíz circundante que es la raíz que choca con los bordes del contenedor de siembra y comienza a dar vueltas. Para realizar el trasplante al campo se debe tener cuidado de no dañar las raíces o partes aéreas del árbol al ser transportados. Nunca se deben cargar los



árboles por el tronco ya que el peso de la tierra puede dañar la raíz y/o tallo.

**El hoyo de siembra:** La profundidad del hoyo debe ser igual a la profundidad de la tierra en el tiesto o bolsa. Debemos asegurarnos de que el cuello de la raíz (donde comienza el sistema radicular) quede en la superficie del suelo. Si el cuello de la raíz queda enterrado provoca problemas de pudrición de tallo y falta de oxígeno en el sistema radicular.

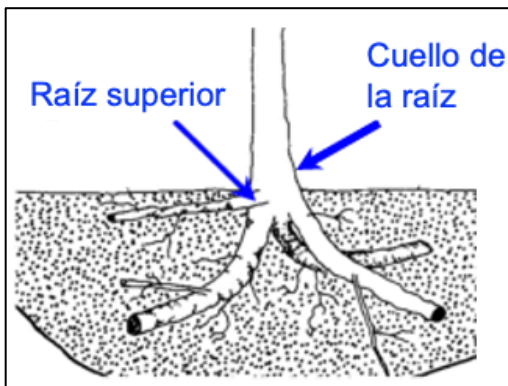


Figura 1. Cuello de la raíz y raíces bajo el suelo, al sembrar buscamos que el cuello de la raíz quede al nivel del suelo. Ilustración por Edward F. Gilman, Universidad de Florida.

El ancho del hoyo se recomienda sea tres veces más ancho que el diámetro del tiesto o bolsa. Debe tener una forma cóncava que permita el rápido desarrollo de raíces laterales en el suelo, esto reduce el estrés del trasplante y promueve el establecimiento del individuo.

**Siembra:** Se debe remover el tiesto o bolsa de siembra con precaución para evitar daños, puede cortarse para evitar daño en la raíz. Si se ve raíz circundante esta se debe ser cortada antes de sembrarse. El hoyo ya debe haberse hecho a la profundidad correcta, sin embargo, si el hoyo es más profundo y el cuello de la raíz queda enterrado se debe agregar tierra y compactar. Si el hoyo tiene una profundidad menor a la necesaria, el cuello de la raíz está sobre el nivel del suelo, se debe remover suelo del fondo hasta lograr la profundidad necesaria. Una vez la raíz está a la profundidad correcta se procede a rellenar el hoyo con suelo suelto. En este punto se pueden agregar enmiendas como cal, estiércol, composta, etc.

**Cuidado por el primer año:** Se debe regar cuando el agua exista poca disponibilidad de agua en el suelo. El primer año de establecimiento las raíces son cortas y su capacidad de absorber agua es limitada. Cuando se riegue se debe hacer un riego profundo que el agua penetre a través de las capas del suelo para favorecer el crecimiento de raíces. Enredares y malezas debe ser removidas

de los alrededores al tronco. Se puede colocar residuos orgánicos alrededor del tronco esto contribuye a suprimir malezas, retención de agua y contribuye materia orgánica al suelo. Una capa de 3 a 4 pulgadas es lo recomendado, es importante que el material no toque el tronco.

## Poda de árboles

### Midiendo sombra en sistema agroforestales

En Sistemas Agroforestales (SAF) combinamos leñosas perennes con cultivos y/o animales. En SAF existen muchas interacciones bajo el suelo y sobre el suelo. Una de las interacciones más relevantes es la sombra y la cantidad de luz que entra a los estratos inferiores del sistema. Manejar la sombra permite influenciar la productividad del sistema, el microclima, requerimientos de nutrientes y disponibilidad de agua. La cantidad de luz disponible es determinada por muchos factores como: latitud, hora del día, nubosidad, pendiente y las características de los árboles de sombra. La cantidad de sombra que produce un árbol se determina por la altura, ancho de copa y densidad de copa. Otros factores como el tamaño de hoja y arquitectura del árbol también influyen la cantidad de luz que atraviesa la copa.

En SAF donde no se maneja la sombra adecuadamente, la cantidad de sombra aumenta con el paso del tiempo. El aumento descontrolado en sombra reduce la productividad del sistema, para

garantizar la productividad se debe planificar las distancias de siembra y manejar la sombra.

### Estimación manual de sombra

Medir la sombra en SAF permite determinar la cantidad de luz disponible y con los requisitos del cultivo determinar si es apropiada la cantidad de luz. Se puede medir la sombra utilizando diversas herramientas. La forma más simple es una estimación visual. Para lograr esto nos colocamos bajo la copa a evaluar y estimamos la cantidad de espacios en el que observamos el cielo y estimamos visualmente la cantidad de sombra.



Imagen 5. Dosel en un SAF, observamos como la distribución de sombra no es homogénea. La distancia de siembra adecuada y la poda son estrategias para el manejo de sombra en SAF.

### Herramientas para medir la sombra

Existen instrumentos para estimar la cantidad de sombra en un SAF. Entre estos está un lente fotográfico de ojo de

pescado que permite tomar fotos bajo la copa de árboles. Estas fotografías luego pueden ser analizadas para obtener una estimación de sombra o su inverso la cantidad de luz. Otra herramienta para medir sombra es el densiometro esférico, consiste en un reflector cóncavo o convexo que permite evaluar entrada de luz de la cobertura sobre el instrumento. También existen densiometros cúbicos y de densiometros de punto que también son útiles para estimar la cantidad de sombra. Para teléfonos inteligentes y tabletas hay aplicaciones que sirven para tomar una foto y estimar la cantidad de sombra.

### Principios de la poda de árboles

#### Cuando podar

Si es posible es mejor hacer las podas en la época seca, esto permite una cicatrización efectiva en las heridas y reduce la incidencia de enfermedades. El conocimiento popular nos dice que se debe podar en luna menguante para evitar el rebrote y aumentar la calidad de la madera. Se debe podar en luna creciente si se busca un rebrote vigoroso como respuesta a la poda. De ser posible evite podar durante la floración y fructificación para evitar reducción en rendimientos.

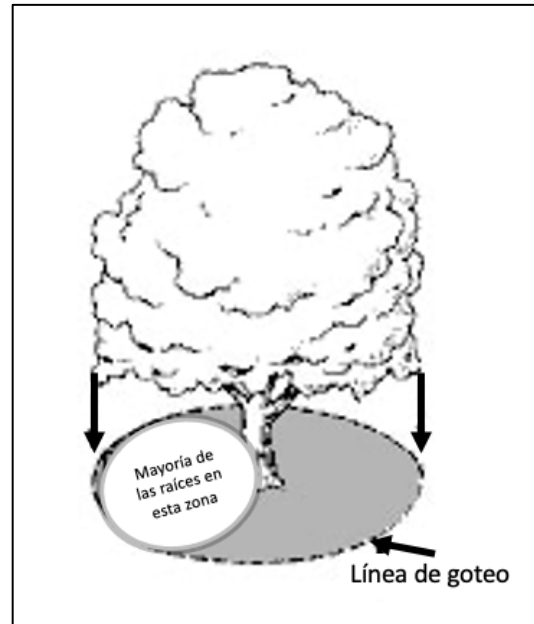


Figura 2. Línea de goteo, la mayoría de las raíces esta dentro de esta línea, este debe ser el lugar donde se aplican enmiendas.

### Herramientas para la poda de árboles

Las herramientas recomendadas para la poda incluyen: tijeras de mano, serruchos de mano, serruchos extensibles y sierras mecánicas. Es necesario conocer las herramientas y su uso apropiado para asegurar una poda segura y eficiente. Las herramientas para la poda pueden causar heridas si se utilizan de forma inapropiada. Es importante limpiar y desinfectar las herramientas antes de comenzar la poda y al terminar la poda o moviéndonos a otros individuos. Para la desinfección se puede usar vinagre, solución de cloro al 10% o alcohol. Es

necesario dar el mantenimiento adecuado a las herramientas de poda como limpieza, lubricación y afilado.



Imagen 6. Corte inadecuado donde hubo rasgado de corteza.

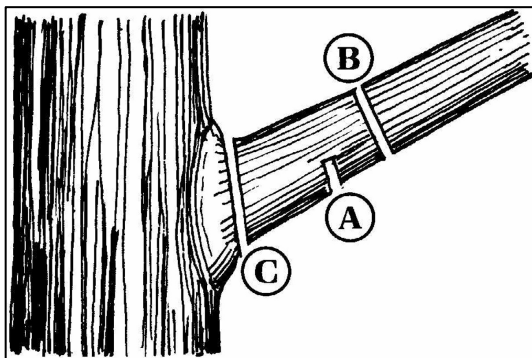


Figura 3. Sistema de 3 cortes que se debe usar para evitar desgarre de la corteza y asegurar un corte limpio para una cicatrización sana de la herida por la poda.

### **Poda de árboles jóvenes**

Si deseamos tener árboles fuertes y manejables en nuestro SAF. La poda de formación de árboles jóvenes es sumamente importante. La poda adecuada de brinzales y laticales es

esencial, mediante esta práctica promovemos una estructura adecuada de la copa del árbol. Esta poda de árboles jóvenes es la menos costosa y promueve una estructura que requiere menos podas en etapas adultas. Se debe podar evitando danos mecánicos a los árboles y utilizando las herramientas apropiadas y desinfectadas. La poda de formación en árboles jóvenes comienza desde el vivero antes de ser sembrados en el campo. El uso de tijeras de podar es lo mas común ya que el diámetro de los troncos es fino. Se podan ramas rotas dañadas o enfermas. Se debe seleccionar un solo tronco y eliminar ramas que se estén rozando o creciendo a través de la copa. Se debe evitar la poda entre nudos, siempre podemos en un nudo o donde esta creciendo un nuevo brote. La poda de árboles jóvenes se debe hacer frecuentemente, en especial la remoción de brotes epicormicos (chupones) que tiene un gran vigor y pueden dominar el árbol con rapidez especialmente en el caso de árboles injertados.

### **Poda de árboles maduros**

La poda es de las prácticas mas comunes empleadas en el manejo de árboles en SAF. Permite regular la cantidad de

sombra y promueve una estructura adecuada que resulte en menos daños durante perturbaciones como tormentas y huracanes. También con la poda podemos facilitar la recolección de frutos y promover una mejor calidad. La poda se debe hacer con un entendimiento básico de la biología del árbol, podas inadecuadas pueden causar heridas que comprometen la integridad del árbol y reducen su largo de vida.

El uso de herramientas apropiadas y equipo de seguridad como casco y guantes permiten llevar a cabo la labor de poda de forma segura y con un impacto menor en la salud del árbol. Para podas que no se pueden llevar a cabo desde el suelo se deben utilizar escaleras combinadas con equipos para evitar caídas como (sillines y sogas de seguridad). Con entrenamiento y experiencia adecuada se puede utilizar sogas y equipo de trepa para podar ramas altas en los árboles.



Imagen 7. Corte adecuado cicatrizado, 4 años después de la poda.

Durante la poda preferimos cortes redondos que reducen el área de superficies del corte. Heridas pequeñas son preferibles a heridas grandes, la poda entre nudos no es recomendada. La subordinación de ramas consiste en reducir el tamaño de la rama hasta la próxima unión de rama. Con esta técnica podemos reducir el largo de una rama y/o la altura de copa, podas frecuentes se pueden hacer en este punto de unión de dos ramas.

Solo personal entrenado debe realizar la trepa de árboles. El uso de equipo de arboricultura moderna aumenta la seguridad, facilita la poda y reduce los daños al cultivo. Los siguientes son equipos utilizados para la trepa de árboles: soga de seguridad de 16 secciones, soga de rigeo, línea de servicio, silla de trepa, carabineros,



eslingas, poleas, casco, protección de oído, entre otros.

En la poda de árboles maduros primero removemos ramas muertas y partidas. Luego removemos ramas que este rozando otras ramas o creciendo a través de la copa. Luego removemos ramas que tengan una unión débil, un ángulo cerrado con la otra rama o tronco principal aumenta la debilidad de la unión. Al terminar debemos caminar alrededor del árbol y balancear el peso de la copa si es necesario. No debemos podar mas del 30% de la copa en una misma poda.

### **Manejo de residuos de poda**

Los residuos de podas se pueden dividir según su tamaño (pequeño, mediano y grande).



Imagen 8. Residuos de poda pequeños se pueden quedar en el suelo y contribuyen al reciclaje de nutrientes.

**Residuos pequeños:** se refiere a hojas pequeñas ramas con un diámetro menor a 2 pulgadas (5cm). Estos residuos pueden ser cortados en pequeños pedazos y esparcidos por el suelo. Funcionaran como una capa vegetal que se descompondrá con el tiempo proveyendo nutrientes y materia orgánica. Además, puede reducir la erosión y la evaporación del agua del suelo.

**Residuos medianos:** se refiere a troncos entre 2 pulgadas (5cm) a 6 pulgadas (15 cm) de diámetro. Estos troncos deben ser cortados en pedazos de menos de 4 pies (1 m) para ser cargados fácilmente. Pueden ser colocados al contorno formando una línea que no moleste para caminar y demás tareas de manejo. Se descompondrán lentamente en el lugar y servirán para reducir la erosión del suelo.

De no ser posible acumular estas en el área se deben remover y pueden ser acumuladas en unas pilas en lugares designados o trituradas para ser usadas como viruta.



Imagen 9. Coartando los residuos de poda para dejar los pequeños sobre el suelo y retirar los medianos y grandes.

**Residuos grandes:** se refiere a troncos mayores a 6 pulgadas (15cm) de diámetro. Estos deben ser cortados en pedazos que puedan ser movidos con facilidad. Por su tamaño estos trozos tomaran años en descomponerse y pueden ser un obstáculo si son dejados en el campo. Se recomienda hacer una pila al final de las hileras de cultivo o removerlos del área y acumular en otra área para que no sean un obstáculo para las labores. Estos residuos también

pueden ser transformado en madera para construcción si cuentan con las características adecuadas.

En ramas recién cortadas el agua puede representar mas del 30% del peso total, recomendamos dejar los residuos en el campo varios días para que esta agua se evapore y se mas fácil el movimiento de estos. Los residuos medianos y grandes se pueden utilizar para leña, carbón y madera de construcción. La calidad de la madera para estos fines dependerá de la especie. Se puede evaluar el volumen y los mercados para estos residuos antes de tomar una decisión costo efectiva de que hacer con los mismos.



Imagen 10. Trituradora industrial de arboles, permite procesar grandes cantidades de material y transformarlos en viruta.



## Almacenamiento de datos, inventarios, sistemas de información geográficas y manejo de datos.

### Colección de datos

Lo primero que debemos determinar antes de comenzar un plan de colección de datos es el objetivo de los datos. Podemos sencillamente querer conocer las especies que están presentes en un SAF. Tal vez además de conocer las especies presentes deseamos saber cuantos individuos de cada especie hay en el sistema. En ocasiones queremos poder estimar la cantidad de madera o biomasa para luego estimar la cantidad de carbono fijada en el sistema agroforestal. Para cada uno de estos objetivos los datos que necesitamos coleccionar son diferentes. Además, se debe determinar que se medirá en el SAF. Se pueden medir todas las leñosas perennes, pero esto tomaría mucho tiempo, se puede determinar por ejemplo que se medirán todas las leñosas perennes de 1 metro de altura o mas. Otra consideración que se debe decidir es que área se va a muestrear. Se pueden hacer transectos que son franjas de 1 metro de ancho por 25m de largo y se mide solo dentro de esas franjas o transectos. Se pueden hacer también parcelas de por

ejemplo 20m X 20m y medir lo que este en el interior. Si hay poca variación se pueden hacer pocas parcelas o transectos, si hay mucha variación digamos diferentes áreas en el SAF unas con mas o menos sombra, unas áreas cerca del rio y otras lejos, situaciones como estas requieren mas parcelas o transectos para capturar esta variabilidad.

Se recomienda que para inventarios en sistemas agroforestales recaudemos la mayor cantidad de datos posibles. El efectuar un inventario de forma eficiente requiere de conocimiento para la identificación de especies. Si hay leñosas perennes que no conoce se pueden tomar foros de la hoja, flor, tronco y frutos para luego identificar con libros, en internet o usando aplicaciones para estos fines.

Como mínimo se recomienda coleccionar las siguientes variables:

**Nombre científico**

**Nombre común**

**Altura**

**Diámetro** altura de pecho (1.30m del suelo)

**Ancho de copa**

**Altura del tronco** (la distancia desde el suelo hasta donde sal la primera rama)

## Rotulación

Las leñosas pueden ser rotuladas para el fin que sea necesario. Para senderos interpretativos y agroturismo se recomienda utilizar rótulos que no estén adheridos al tronco. Por ejemplo se puede usar una superficie de plástico o madera para escribir el nombre y esto se coloca usando una varilla o tubo en el suelo que sostiene el rótulo con el nombre. Para inventarios y parcelas permanentes se suele utilizar discos de aluminio que se sujetan al tronco utilizando un clavo de aluminio. Todos los años se debe sacar el clavo un poco del tronco para compensar por el crecimiento anual. Si esto no se hace el clavo puede quedar incrustado en la corteza y causar daño al tronco.

## Herramientas para cuantificar y visualizar la cobertura arbórea.

Existen varias herramientas para visualizar y modelar la sombra en SAF. En esta guía, mencionaremos algunas que son gratuitas y se pueden descargar a una computadora personal.

Google Earth Pro: un programa para el manejo de información geográfica. Se puede utilizar para observar imágenes satelitales y fotografías aérea para todo el planeta. La resolución de las imágenes y

disponibilidad varia por región cada cual debe explorar y ver que imágenes hay disponibles para su zona. En Google Earth Pro se puede medir área y perímetro de polígonos, distancia lineal entre otras funciones de mapeo. Se puede además explorar imágenes a través del tiempo y permite visualizar los cambios de uso de suelo y cobertura arbórea a través del tiempo. También permite importar nuestros datos como por ejemplo la ubicación de los arboles a partir de coordenadas geográficas. Si al momento de hacer el inventario utilizamos un GPS y colectamos un punto para cada árbol luego los podemos visualizar en Google Earth Pro.



Imagen 11. Imagen de un predio obtenida de Google Earth Pro, se notan los arboles y limites del predio

ShadeMotion: es un programa libre de costo para estimar la sombra en sistemas agroforestales. Permite incorporar especies individualmente o siembras sistemáticas a una distancia determinada. La información de la altura del árbol, ancho de copa y densidad de copa (cantidad de luz que atraviesa el follaje) se utilizan para modelar la cantidad de sombra en el suelo. Este programa permite definir la posición geográfica y el declive del predio para lograr una mejor estimación de la sombra.

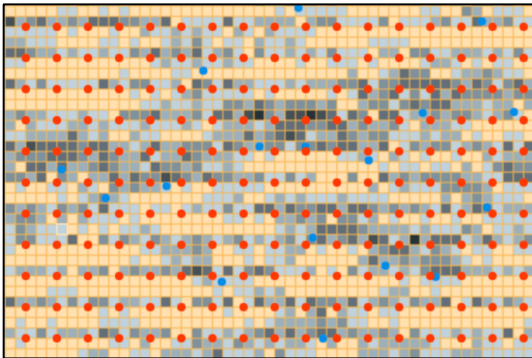


Imagen 12. Imagen de un SAF en ShadeMotion, dos especies representadas por los círculos rojos y azul. Las celdas grises oscuro y negras son las que tienen mas sombra.

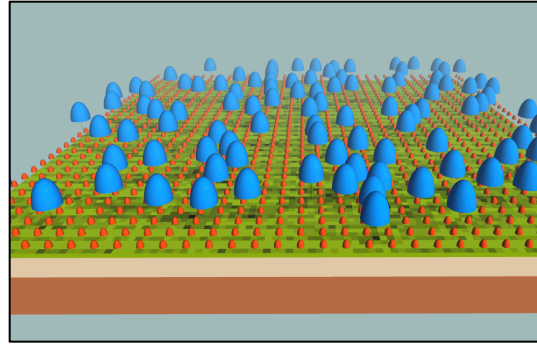


Imagen 13. Visualización 3D de un SAF en ShadeMotion, dos especies representadas por los colores rojo y azul.

## Referencias

Farfan, F., Arias, J. J., & Riaño, N. M. (2003). Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café.

Farfan, F. (2012). Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café.

Farfan, F., Bermúdez, L. N., & González, N. E. (2016). Evaluación de herramientas para valorar el porcentaje de sombras en sistemas agroforestales con café.

López, C., Detlefen, G., & Cordero, J. (2004). Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes (2004) Schroth, G; Fonseca, GAB; Harvey, AC; Gaston, C; Vanconcelos, HL; lazac, AMN. Washinton, DC, US, Island Press 523 p.

Quesada, F., Somarriba, E., & Malek, M. (2010). ShadeMotion 2.2: La simulación de sombras de árboles.

Shibu, J (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems*, 76(1), 1-10.

Somarriba, E. (1990). Que es agroforesteria. *El Chasqui*. 24. 5-13.

Somarriba, E. (2013). Planificación agroforestal de fincas. CATIE

Somarriba, E (2002). Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. *Agroforestería en las Américas*. 9. 84-94.