

GUÍA TÉCNICA DE MANEJO AGROFORESTAL PARA EL TERRITORIO DE INTERVENCIÓN: VALLE OCCIDENTE





Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos.....	1
Presentación.....	2
Introducción.....	3
Sistemas Agroforestales Multiestrato.....	5
Sistemas agroforestales actuales.....	6
Sistemas agroforestales propuestos.....	9
Selección de especies.....	10
Especies recomendadas.....	11
Manejo y Arreglo en el Sistema Agroforestal.....	13
Sistema silvopastoril.....	13
Manejo de árboles y arbustos en bancos de proteína y callejones.....	13
Arreglo espacial de árboles y arbustos para bancos de proteína y callejones.....	17
Manejo de árboles y arbustos en cercas vivas.....	19
Arreglo espacial de árboles y arbustos en cercas vivas.....	21
Manejo de árboles y arbustos aislados en potrero.....	22
Arreglo espacial de árboles y arbustos aislados en potrero.....	24
Sistema agroforestal con café.....	25
Manejo de árboles y arbustos para sombra y aprovechamiento.....	25
Arreglo espacial de árboles y arbustos para sombra permanente, semipermanente y temporal.....	28
Arreglo espacial de árboles y arbustos para aprovechamiento.....	29
Glosario.....	30
Bibliografía.....	32

Presentación

El Corredor Seco Centroamericano (CSC) es una zona vulnerable, declarada de alto riesgo ante fenómenos naturales y está definida por condiciones climáticas de escasa precipitación y escenarios difíciles para la producción agrícola. Adicionalmente a las condiciones climáticas adversas, se han identificado otros factores que amenazan la seguridad alimentaria de familias de pequeños agricultores como lo son; el abandono de la producción agropecuaria a pequeña escala, programas de apoyo excluyentes hacia diversos sectores de la población, altos costos, fluctuaciones de precios y pérdidas en la producción, deficientes sistemas de innovación y una limitada transferencia tecnológica, extensión y acompañamiento para la adopción de las innovaciones.

En este contexto el proyecto de Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano (AGRO-INNOVA) ha enfocado esfuerzos para crear iniciativas que contribuyan a mejorar la resiliencia climática y la seguridad alimentaria de los hogares altamente vulnerables de los pequeños productores en América Central. Una de estas iniciativas es la implementación de los sistemas agroforestales multiestrato (SAFM) los cuales promueven la diversificación y coexistencia de diversas especies de cultivos en un sistema integrado que no solo provee alimentos y recursos forestales, sino que también fomenta la conservación del suelo y la biodiversidad. Sin embargo, es necesario contar con las condiciones apropiadas para que esta opere de manera eficaz y sostenible.

Por lo tanto es esencial contar con herramientas prácticas que guíen a los agricultores, técnicos y actores involucrados en la implementación exitosa de sistemas agroforestales. Una herramienta que permite el cumplimiento de dichos objetivos son Las Guías Técnicas, las cuales desempeñan un papel crucial en la transferencia de conocimiento y la capacitación de los productores tomando en cuenta las particularidades y prioridades de cada región.

La presente guía técnica tiene como objetivo proporcionar conocimientos técnicos básicos para apoyar la toma de decisiones sobre la selección y gestión de árboles para un adecuado diseño e implementación de modelos SAFM de acuerdo con las condiciones específicas en cada territorio de intervención de AGROINNOVA en Costa Rica.

Introducción

El territorio Occidental se localiza en la sección oeste del Valle Central de Costa Rica y comprende 18 cantones distribuidos en 2 provincias: Heredia y Alajuela. La región se extiende desde los 800 hasta los 1.600 metros sobre el nivel del mar. Esta zona cuenta con gran diversidad de microclimas, ubicados principalmente dentro de las zonas de vida bosque muy húmedo montano bajo y bosque muy húmedo premontano transición a pluvial; con una precipitación anual de 2600 mm, con tres o cinco meses secos y un rango de temperatura promedio entre los 21 °C a 27 °C. Los suelos tienen un ligero grado de acidez tropical producto de un enriquecimiento por cenizas volcánicas; son ricos en materia orgánica lo que favorece la retención de la humedad, la mayoría pertenecen al orden Inceptisol y Ultisol, con pendientes planas, onduladas y un poco escarpadas. Estos tipos de suelos presentan limitaciones moderadas para el desarrollo de las actividades agrícolas, pero son muy apropiados para el desarrollo de la ganadería de leche.

En cuanto a las coberturas del suelo encontramos un mayor uso no forestal; dedicado a pastos y agricultura, seguidamente de uso forestal dedicado a reservas biológicas, corredores biológicos y parques nacionales. Dentro de las principales actividades económicas productivas de la zona se encuentra la producción agropecuaria de café, caña de azúcar, hortalizas, frutas, granos básicos y ganadería de leche, carne y doble propósito. Algunas de las principales retos que enfrentan los productores de la región son: la variabilidad climática; a pesar de poseer suelos favorables para el desarrollo de actividades agropecuarias la región presenta desafíos por cambios climáticos extremos que generan sequías y cambios en el patrón de lluvias afectando la producción de pastos y cultivos así como incrementando la aparición de plagas y enfermedades cultivos de gran importancia como el café así mismo hay sectores dentro de esta región que presentan un alto grado de degradación del suelo por efecto de la pendientes, el sobrepastoreo y prácticas inadecuadas en cultivos; factores que afectan directamente los fertilidad y la capacidad productiva en las fincas y por último se ha señalado carencias en el ámbito de innovación y desarrollo tecnológico que impiden la modernización agropecuaria.

A pesar de ser una region con En vista de los desafíos que enfrentan los productores de la región Occidental de Costa Rica, es fundamental explorar enfoques sostenibles para el manejo de sus tierras. Los sistemas agroforestales y silvopastoriles representan soluciones prometedoras que pueden abordar tanto la variabilidad climática como la degradación del suelo.



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Estos sistemas integrados de producción agrícola, ganadera y forestal no solo mejoran la resiliencia de las fincas, sino que también contribuyen a la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Concretamente los árboles en sistemas silvopastoriles contribuyen a mejorar la calidad de la alimentación animal a través de la producción de biomasa con altos contenidos nutritivos que al combinarse con pastos influyen positivamente en la producción de leche y carne. Asimismo pueden contribuir a mitigar los efectos de las sequías y mejorar la fertilidad del suelo, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos. Por otra parte, en la producción de café, los árboles desempeñan un papel fundamental en la prestación de servicios ecosistémicos y en la regulación de variables microclimáticas en el cultivo del café. El conocimiento de estas relaciones entre los servicios ecosistémicos puede guiar la toma de decisiones en la gestión de los agroecosistemas.

En este sentido, la implementación de guías y buenas prácticas para la gestión de árboles en sistemas agroforestales y silvopastoriles se convierte en una herramienta clave para optimizar los beneficios y minimizar los riesgos. Los productores pueden aprender de experiencias exitosas y adaptar estas prácticas a sus propias fincas, promoviendo así un enfoque más sostenible y productivo en la región Occidental de Costa Rica. Estas soluciones no solo abordan los desafíos actuales, sino que también allanan el camino hacia un futuro más próspero y sostenible en la agricultura y la ganadería de la región.

Sistemas Agroforestales Multiestrato

La agrosilvicultura se presenta como un método sostenible para gestionar la tierra a través de la combinación de árboles con cultivos agrícolas, pastos y/o animales. El propósito fundamental es maximizar las interacciones beneficiosas entre estos elementos, para aumentar los rendimientos de manera continua teniendo en cuenta las condiciones económicas, ecológicas y sociales del entorno. El término multiestrato, consiste en lograr que el Sistema Agroforestal forme al menos tres estratos o niveles de aprovechamiento, estrato bajo, estrato medio y estrato alto con actividades de conservación, aprovechamiento y producción. Estructuralmente se pueden clasificar en

- Sistemas agroforestales o silvoagrícolas: árboles asociados a cultivos agrícolas
- Sistemas agrosilvopastoriles: árboles asociados a cultivos agrícolas y ganadería
- Sistemas silvopastoriles: árboles asociados a ganadería

Dentro de los principales beneficios de los sistemas agroforestales multiestrato se encuentran:

- Captura de Carbono
- Diversificación de la producción
- Prevención de la erosión del suelo
- Mejora en la conectividad ecológica
- Contribuyen al reciclaje de nutrientes
- Proveen refugio a la fauna nativa y migratoria
- Mejora en la seguridad y la soberanía alimentaria
- Aumento y mantenimiento de la biodiversidad en paisajes agrícolas y pecuarios
- Incremento en el bienestar animal
- Incrementa resiliencia ante la vulnerabilidad climática
- Contribuyen al aumento y el mantenimiento de la cantidad y la calidad del agua
- Incremento

Sistemas agroforestales actuales

Las 6 fincas seleccionadas del Valle Occidente se ubican en los cantones de San Ramón, Naranjo, Atenas y Grecia, en las cuales se realizó un diagnóstico las condiciones actuales y recursos existentes dentro de la finca seleccionada a continuación se describen las diversas variables evaluadas en la fase de diagnóstico:

Tabla 1. Ficha técnica territorio Valle de Occidente

Variables evaluadas	
Rango altitudinal	698-1056 msnm
Temperatura promedio	22 °C
Precipitación promedio	2726 mm/año
Suelos	Andisoles, Ultisoles e Inseptisoles
Pendientes	Planas, onduladas y escarpadas
Actividad comercial principal	Caficultura y Ganadería lechera
Coberturas predominantes	Café, algunos cítricos, maderables, pastos
Usos de las coberturas	Productiva comercial y no comercial, sombra, forraje, y cercas vivas
Limitantes productivas	<p>Incidencia de enfermedades en el café como jobotos, nemátodos, cochinilla, roya y chasparria.</p> <p>Poca capacidad de almacenamiento de agua.</p> <p>Altos costos productivos y cargas sociales.</p> <p>Poco acceso a mercados justos.</p> <p>Mal estado de vías de acceso internas y externas en algunas fincas</p> <p>Falta de acompañamiento para mejorar acciones de productividad, rendimiento y sanidad.</p> <p>Carencia de sistemas adecuados de riego para cultivo de café.</p> <p>Carencia de ensilado de pasturas para época crítica</p> <p>Variaciones climáticas extremas</p>



Los sistemas agroforestales presentes en las fincas del territorio de intervención Valle Occidente son de tipo agroforestal con café y silvopastoril. Para la zona de Atenas, Naranjo y Grecia predominan los sistemas asociados con café siendo esta la principal fuente productiva comercial de los productores, el componente arbóreo presente en estas fincas está distribuido de manera dispersa y algunos en linderos; la principal función es generar sombra al café y como cercas vivas de del cultivo y de la finca en general. Se encuentran principalmente especies maderables, algunos cítricos y frutales. Por otra parte en la zona de San Ramón el principal sistema es el silvopastoril y la actividad principal es la ganadería de leche. Las coberturas presentes son pastos y árboles, cuyas funciones principales son forraje, cercas vivas y sombra principalmente ubicados en linderos. El manejo del componente arbóreo es básico realizando algunas podas en árboles para forraje y de sombra. A continuación se muestran las especies presentes en las fincas identificadas por nombre común en el diagnóstico base del proyecto:

Tabla 2. Lista de especies presentes en los modelos agroforestales actuales

Nombre común	Nombre científico	SAF con café, cítricos y maderables	Silvopastoril
Cafe	<i>Coffea arabica</i>	Presente	Ausente
Guitite	<i>Acnistus arborescens</i>	Ausente	Presente
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	Ausente	Presente
Guarumo	<i>Cecropia spp</i>	Presente	Presente
Cedro dulce	<i>Cedrela tonduzii</i>	Ausente	Presente
Lorito	<i>Cojoba sp</i>	Ausente	Presente
Laurel	<i>Cordia spp</i>	Presente	Presente
Burio	<i>Hintonia latiflora</i>	Presente	Presente
Copalchi/Targua	<i>Croton spp</i>	Presente	Presente
Bijarro	<i>Steminadenia donnell-smithii</i>	Presente	Presente
Aguacatillo**	<i>Persea caerulea</i> <i>Cinnamomun sp</i> <i>Nectandra sp</i> <i>Ocotea sp</i>	Presente	Ausente



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Nombre común	Nombre científico	SAF con café, cítricos y maderables	Silvopastoril
Cacho de venado**	<i>Vitex cooperi</i> <i>Oreopanax xalapensis</i> <i>Dendropanax arboreus</i>	Presente	Ausente
Danto**	<i>Sideroxylon capiri</i> <i>Roupala sp</i>	Presente	Ausente
Madroño**	<i>Calycophyllum</i> <i>candidissimum</i>	Presente	Ausente
Cedro	<i>Cedrela sp</i>	Presente	Ausente
Toronja criolla	<i>Citrus paradisi</i>	Presente	Ausente
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Presente	Ausente
Naranja	<i>Citrus sp</i>	Presente	Ausente
Guachipelín	<i>Diphysa americana</i>	Presente	Ausente
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Presente	Ausente
Poró	<i>Erythrina spp</i>	Presente	Ausente
Guaba	<i>Inga sp</i>	Presente	Ausente
Pino	<i>Pinus sp</i>	Presente	Ausente
Gallinazo	<i>Schizolobium parahyba</i>	Presente	Ausente
Roble Sabana	<i>Tabebuia rosea</i>	Presente	Ausente
Sotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>	Presente	Ausente

**Nombre común asignado a varias especies, se debe realizar verificación precisa en campo.

Sistemas agroforestales propuestos

Los sistemas agroforestales propuestos incorporan especies arbóreas maderables, leguminosas y frutales, en algunos casos con musáceas en arreglos espaciales dispersos, y en linderos, para la generación de sombra y cobertura del suelo en el cultivo de café, así mismo se plantea para los sistemas agropastoriles árboles y arbustos, para bancos forrajeros, generación de sombra y cercas vivas. Dichas propuestas se enfocan en aprovechar los recursos existentes localmente para el beneficio de los sistemas productivos de interés. Esa práctica va alineada a la reducción de costos con insumos externos y permite alcanzar la productividad óptima del café, del cítrico y futuros cultivos. La multiestratificación de los sistemas aportan a la conectividad del paisaje y presencia de diferentes especies de fauna y flora, lo que ocasiona mejores servicios ecosistémicos para la actividad agropecuaria. El mejor manejo y organización del SAF permite una mejora en el ingreso económico de la familia y acceso a más bienes y servicio

Selección de especies

En esta sección se presentan las especies recomendadas para ser integradas en el sistema agroforestal con café y silvopastoril, con base en los resultados de la etapa de diagnóstico de las fincas en conjunto con los requerimientos de cada productor, así mismo se ha realizado una búsqueda de información literaria sobre árboles presentes en sistemas agroforestales similares. A continuación se destacan los puntos clave para la selección de especies para el territorio de intervención de Acosta:

Tabla 3. Lista de requisitos para la selección de especies para el modelo agroforestal propuesto.

Requerimientos Generales
<ul style="list-style-type: none">❖ Aptas para zonas con pendientes planas y onduladas❖ Condiciones climáticas compatibles con la zona❖ Especies de tipo forestales, leguminosas, frutales y/o servicio❖ Especies de uso múltiple: sombra, subproductos, atraigan polinizadores, protección del suelo, fijadoras de nitrógeno, control biológico, forrajeras❖ Especies de rápido crecimiento y con alta capacidad de rebote<ul style="list-style-type: none">❖ Sistema radicular profundo❖ Especies con altos valores de proteínas y nutrientes❖ Especies con altos porcentajes de biomasa degradable y digestible.❖ Especies con buena producción de semillas y/o vegetativa

Especies recomendadas

A continuación se muestra la lista de especies recomendadas para ser incorporadas dentro del sistema agroforestal, adicionalmente se detalla en formato de ficha (Ver Anexo 1)) su nombre científico, nombre común, una breve descripción del hábitat, requisitos de crecimiento y descripción general por tipo de estructura (flor, fruto, hoja, etc). La información presentada en cada ficha permite que el productor determine el manejo adecuado según la descripción botánica y su uso final.

Tabla 4. Especies recomendadas según función

Nombre común <i>Nombre científico</i>	Usos
Guayaba <i>Psidium Guajava</i>	Consumo humano ▾ Sombra ▾ Productivo comercial ▾
Anona <i>Annona sp</i>	Productivo comercial ▾ Sombra ▾ Consumo humano ▾ Cercas vivas ▾
Guaba <i>Inga sp</i>	Productivo comercial ▾ Sombra ▾ Consumo humano ▾ Producción de forraje ▾
Aguacate <i>Persea americana</i>	Productivo comercial ▾ Sombra permanente ▾ Consumo humano ▾ Cercas vivas ▾
Gavilancillo <i>Albizia spp</i>	Aprovechamiento ▾ Fijación de nitrógeno ▾
Cedro dulce <i>Cedrela tonduzii</i>	Aprovechamiento ▾ Sombra permanente ▾
Poró <i>Erythrina sp</i>	Aprovechamiento ▾ Sombra permanente ▾
Laurel <i>Cordia alliodora</i>	Aprovechamiento ▾ Sombra ▾
Caoba** <i>Swietenia macrophylla</i>	Sombra ▾ **Especie vedada
Uruca <i>Trichilia havanensis</i>	Cercas vivas ▾ Aprovechamiento ▾ Alimento fauna ▾ Polinización ▾
Madero negro <i>Gliricidia sepium</i>	Sombra intermedia ▾ Cercas vivas ▾ Fijación de nitrógeno ▾
Gavilancillo <i>Acacia mangium</i>	Cercas vivas ▾ Sombra permanente ▾



Nombre común <i>Nombre científico</i>	Usos
Gallinazo <i>Schizolobium parahyba</i>	Sombra permanente ▾ Aprovechamiento ▾
Ojoche <i>Brosimum alicastrum</i>	Cercas vivas ▾ Producción de forraje ▾ Alimento fauna ▾
Guácimo <i>Guazuma ulmifolia L</i>	Cercas vivas ▾ Alimento fauna ▾ Polinización ▾
Burío <i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Sombra permanente ▾ Servicio ▾
Bijarro <i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	Sombra permanente ▾ Alimento fauna ▾ Medicinal ▾
Abejoncillo/Candelillo/Sa ragundi <i>Senna spp</i>	Producción de forraje ▾ Cobertura suelo ▾ Medicinal ▾ Polinización ▾ Sombra temporal ▾
Capulín <i>Muntingia Calabura</i>	Sombra ▾ Alimento fauna ▾ Aprovechamiento ▾
Capulin <i>Trema micrantha</i>	Sombra intermedia ▾ Alimento fauna ▾ Medicinal ▾ Aprovechamiento ▾
Carboncillo <i>Acacia angustissima</i>	Medicinal ▾ Sombra temporal ▾ Fijación de nitrógeno ▾
Arenillo <i>Andira inermis</i>	Sombra permanente ▾ Polinización ▾ Sombra permanente ▾
Lorito <i>Cojoba s</i>	Sombra permanente ▾ Aprovechamiento ▾ Cobertura suelo ▾
Cenizaro <i>Samanea saman</i>	Sombra permanente ▾ Cobertura suelo ▾ Fijación de nitrógeno ▾
Guachipelin <i>Diphysa americana</i>	Fijación de nitrógeno ▾ Cercas vivas ▾
Vainillo <i>Tecoma stans</i>	Producción de forraje ▾ Polinización ▾ Sombra intermedia ▾
Poponjoche <i>Pachira aquatica</i>	Cercas vivas ▾ Aprovechamiento ▾ Alimento fauna ▾
Hoja de Sen/Saino <i>Caesalpinia sp</i>	Producción de forraje ▾ Cobertura suelo ▾ Medicinal ▾ Polinización ▾

Manejo y Arreglo en el Sistema Agroforestal

La planificación y el manejo adecuado de un sistema agroforestal son esenciales para maximizar su eficacia en términos de producción, conservación de recursos naturales y sostenibilidad a largo plazo. El manejo implica la toma de decisiones informadas sobre cómo se plantan, cuidan y cosechan las diferentes especies presentes en el sistema, incluyendo cultivos, árboles forestales, frutales y especies de servicio. El arreglo se refiere a la disposición espacial de estas especies en el terreno, considerando aspectos como la sombra, la competencia por recursos y las interacciones entre ellas. En esta sección se detalla el manejo y arreglo espacial de acuerdo al tipo de planta y su respectiva función dentro del modelo agroforestal en formato de ficha, la cual contiene las variables de manejo o labores silviculturales y sus respectivas recomendaciones generales.

Sistema silvopastoril

Manejo de árboles y arbustos en bancos de proteína y callejones

Función Producción de forraje ▾

Siembra

En primer lugar, se recomienda el uso de semillas certificadas con una tasa de germinación superior al 85%, provenientes de árboles que crecen en condiciones de suelo y clima similares al lugar de siembra. Para preparar un banco de forraje, es necesario descompactar el suelo, ya sea con un arado, o un azadón. Luego, se debe delimitar el banco con una cerca para evitar que los animales entren. Cuando se opta por la siembra directa de la semilla, la profundidad de siembra ideal es de 2 a 3 centímetros, posteriormente colocar de 3 a 4 semillas, asegurándose de enterrarlas a una profundidad no mayor de un centímetro. Bajo este método idealmente, se debe establecer un semillero propio en la finca para seleccionar las mejores semillas y tener una fuente cercana para futuras siembras.

Si la elección es la siembra en bolsa, esta debe realizarse después de aproximadamente un mes, cuando las plantas alcanzan alrededor de 15 cm de altura. La tierra dentro de la bolsa debe estar húmeda para evitar pérdida del sustrato. Si las raíces de una planta han salido de la bolsa, es necesario cortarlas a 1 centímetro del fondo de la bolsa antes de la siembra esto ayudará a evitar que las raíces se enreden y a que la planta se aclimate mejor al suelo. En el proceso de trasplantar árboles en bolsa, es necesario cuidar que las raíces y los tallos no sufran daños excesivos, introduciendo las plantas de forma recta en el centro del hueco y compactando el suelo para eliminar el aire. Asimismo debemos asegurarnos de que el cuello de la raíz quede en la superficie del suelo, para evitar problemas de pudrición de tallo y falta de oxígeno en el sistema radicular.

Por otro lado, si se decide realizar la siembra a través de estacas, es crucial que estas provengan de árboles robustos y saludables, con un tronco y copa bien desarrollados, evitando rasgaduras. Las



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

estacas deben medir entre 2 y 2.5 metros de largo y tener un grosor de 7 a 10 cm en la base para resistir posibles periodos de sequía. Además, es importante seleccionar árboles que no hayan sido podados en los últimos 1 a 2 años para obtener estacas de alta calidad. Los cortes de las estacas deben realizarse días antes de la siembra, asegurando una buena cicatrización y evitando la pudrición. Estas estacas deben almacenarse en posición vertical y a la sombra durante un periodo no superior a 10 días.

Para la siembra a través de estacas, se sugiere colocarlas horizontalmente en surcos de aproximadamente 10 cm de profundidad, asegurando que la punta de una estaca se conecte con la cola de la siguiente. Posteriormente, se deben cubrir con una capa de tierra de no más de 5 cm y, en caso de lluvias intensas, se debe revisar la siembra y volver a cubrir si es necesario. Este método permite que las estacas desarrollen raíces en ambos lados, lo que proporciona un anclaje más efectivo. Es vital proteger los árboles jóvenes del ganado mediante el uso de malla metálica, la cual se retirará cuando los árboles alcancen una altura de 1.5 metros.

Después de la siembra, es fundamental monitorear la supervivencia de las plantas la cual no puede ser mayor al 10% y realizar replantes según sea necesario. En terrenos con pendientes, es recomendable orientar los surcos de manera perpendicular a la pendiente para reducir los riesgos de erosión. Es preferible realizar la siembra antes de periodos secos para garantizar un suministro adecuado de humedad en el suelo

Fertilización

Se debe evitar el uso excesivo de herbicidas en los potreros, ya que su abuso puede dañar los árboles recién plantados. Al excavar los hoyos, se recomienda incorporar 0,5 kg de abono orgánico por planta en el fondo y cubrirlo con una capa de tierra de 20 centímetros para asegurar un adecuado suministro de nutrientes. Además, la práctica de abonamiento debe llevarse a cabo después de cada cosecha de biomasa, se pueden utilizar zanjas u hoyos ubicados a unos 30 centímetros de las plantas para facilitar la absorción de los nutrientes por las raíces.

Para mejorar la disponibilidad de fósforo en el suelo, lo cual es crucial en especies leguminosas forrajeras, se puede realizar el encalado. Es importante tener en cuenta que en los bancos de proteína destinados al corte y acarreo, así como en los bancos para ramoneo, la extracción de nutrientes es significativa, por lo que se recomienda un suministro adecuado de agua y nutrientes para mantener un crecimiento saludable. Para mantener la fertilidad del banco de forraje, es necesario abonarlo tres veces al año con fertilizantes orgánicos, como estiércol de caballo, ganado o gallinas, y material vegetal, como desechos de podas.

Malezas

El control de malezas es un aspecto fundamental para prevenir la competencia con las plantas forrajeras. Para llevar a cabo este control, se pueden emplear métodos manuales, mecánicos o químicos. En el caso de los árboles destinados al forraje, se recomienda optar por el control mecánico,

que implica el uso de una moto guadaña para eliminar la maleza, o bien, el control manual utilizando machetes o azadones. Se aconseja realizar la limpieza de malezas aproximadamente 30 días antes del establecimiento de los árboles, y previo a la primera poda, efectuar esta limpieza manual en dos o tres ocasiones. Una estrategia eficaz que se utiliza con frecuencia consiste en asociar otras especies que no solo contribuyan al control de malezas, sino que también sirvan como alimento para los animales. En lo que respecta a la aplicación de productos químicos, en el caso de bancos de proteína, es importante llevar a cabo esta acción en toda el área. En sistemas en callejones, se puede aplicar herbicida solamente en las hileras o calles donde se realiza la siembra de leguminosas arbustivas, evitando así afectar el crecimiento posterior de los pastos. Esta combinación de enfoques asegura un adecuado control de malezas en los sistemas agroforestales.

Riego

Durante el primer año de vida, las raíces de los árboles y arbustos son cortas y no pueden absorber suficiente agua. Por lo tanto, es importante realizar riegos profundos que permitan que el agua penetre en las capas más profundas del suelo. Esto ayudará a que las raíces crezcan y se desarrollen adecuadamente, especialmente para aquellas plantas sembradas con el método de estaca. Para evitar estancamientos de agua por lluvia o exceso de riego se pueden hacer canales o zanjas de drenaje.

Fitosanidad

Para este propósito, es esencial llevar a cabo supervisiones y estrategias de control que eviten métodos agresivos, como el uso de agroquímicos, y promuevan la diversidad de plantas y cultivos con el fin de equilibrar la presencia de organismos perjudiciales y beneficiosos. En situaciones donde los insectos defoliadores son problemáticos, se sugiere realizar cosechas de forma regular, aproximadamente cada tres meses, especialmente durante periodos secos y al inicio de la temporada de lluvias, para evitar la acumulación excesiva de forraje. Si se detectan áreas con daño significativo, se puede incrementar la carga animal para que consuman el follaje, lo que permite el ingreso de luz y regula la población de insectos en sus etapas iniciales de desarrollo. La utilización de plantas que atraen, repelen o funcionan como trampas para controlar las infestaciones de insectos dañinos es una estrategia eficaz, y estas plantas pueden ser sembradas alrededor de los cultivos o en las cercas vivas. Otra táctica valiosa implica la liberación de enemigos naturales, como las avispas que parasitan los huevos de las plagas, lo que contribuye a reducir la población de insectos perjudiciales. Además, la aplicación de productos biológicos, como insecticidas o fungicidas derivados de plantas aromáticas y medicinales, como la albahaca, manzanilla, orégano, ruda, romero, juanilama y jengibre, es recomendada. También se aconseja el uso de caldos minerales, como el azufre en polvo y la cal, para controlar plagas como ácaros, trips, cochinillas, pulgones, entre otros.



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Poda

El proceso de poda en árboles y arbustos requiere un enfoque lógico y bien estructurado para garantizar su eficacia. Para fomentar un rebrote vigoroso como respuesta a la poda, se recomienda realizarla en luna creciente. En general, en el caso de bancos forrajeros, se emplean cortes intensos a bajas alturas y a mitad del fuste (descope).

El objetivo de la poda de formación es establecer una estructura sólida y estable, promoviendo el crecimiento de ramas laterales, que son responsables de la producción de forraje, y eliminando aquellas ramas que son débiles, enfermas o están mal ubicadas. Los cortes se efectúan de manera vertical para permitir el escurrimiento del agua de lluvia y prevenir el secamiento de las ramas. La primera poda de formación puede llevarse a cabo cuando el árbol alcanza una altura de 1 a 1.5 metros, generalmente después de 5 meses o un año de establecimiento. En sistemas de bancos de proteína y callejones, se prefiere mantener la copa del árbol en un tamaño medio entre 60 a 150 cm de alto, evitando que generen sombra en el pastizal. Se deben cortar las ramas laterales gruesas, dejando un tronco limpio de 40 a 50 cm de largo. En el caso de árboles aislados en potreros, se recomienda que las podas sucesivas se realicen a 30 o 40 cm por encima de la poda anterior hasta alcanzar la altura deseada.

Es conveniente llevar a cabo la poda preferiblemente al final de la época de lluvia para estimular rebrotes en el siguiente periodo seco. Sin embargo, dependiendo del clima de la zona, es posible realizar podas cada tres a seis meses a una altura de corte superior a los dos metros. Si el propósito es obtener leña, entonces la poda se realiza cada dos años. Es fundamental dejar tres a cinco rebrotes, según la especie, para asegurar una mayor biomasa en la próxima poda. Antes de realizar las podas, se recomienda que el ganado consuma todo el follaje que esté a su alcance.

Las siguientes podas de formación pueden llevarse a cabo dos veces al año para mantener la altura del árbol al nivel del ganado durante los siguientes 3 años. La poda de mantenimiento se realiza con el propósito de garantizar una producción constante de nuevos brotes en la cerca viva.

En cuanto a la poda de rejuvenecimiento para forraje, se debe mantener baja para que los animales puedan alcanzar las hojas y ramas comestibles. En el caso de las podas de saneamiento, es esencial limpiar y desinfectar las herramientas antes y después de la poda o al cambiar de individuo. Se debe evitar la poda entre nudos y siempre cortar en un nudo o donde esté creciendo un nuevo brote.

En términos generales, las podas deben realizarse con cortes diagonales en ángulos de 45 grados, manteniendo la copa con 5 o 6 ramas principales. Para las ramas largas y gruesas, se recomienda realizar el corte en dos partes, primero cortar la mitad y luego al ras del tronco, evitando así astilladuras y heridas muy grandes.

Raleo y residuos

Los raleos serán selectivos; es decir, ralear aquellas plantas menos vigorosas, dejando los mejores árboles y procurando el buen crecimiento del pasto, también se pueden usar estos raleos para obtener nuevas estacas para resiembra.

Cosecha

Para la cosecha de forraje, se emplean raleos y podas de hojas y tallos verdes. El primer corte puede realizarse a los 8 meses desde la siembra, y la frecuencia de los cortes subsiguientes se ajustará según las condiciones agroecológicas locales, pero en general se debe cosechar antes de cada floración. Los cortes tempranos generan menor materia seca pero mayor cantidad de proteína, mientras que los cortes tardíos resultan en mayor materia seca con una disminución en la calidad nutricional. La optimización de la cantidad de proteína por año se logra estableciendo una frecuencia de cortes adecuada.

La cosecha proviene tanto de las podas de árboles en las cercas vivas como de los cortes del banco de proteína. La frecuencia de corte varía según la densidad de siembra, siendo más frecuentes en especies densamente plantadas. En bancos para corte y acarreo, se recomiendan cortes de 2 a 4 veces al año, con un corte 2 o 3 meses antes del inicio de la suplementación, otro al inicio de la época seca y, si es posible, uno al final de la misma para evitar un rebrote leñoso. En bancos para ramoneo, se sugiere su uso de 6 a 12 veces al año con pastoreo rotativo cada 6 a 8 semanas para preservar el valor nutricional de la especie forrajera. En los bancos para corte y acarreo, el primer aprovechamiento también cumple una función de poda de formación.

Se aconseja cortar antes de que se produzca una caída significativa de hojas debido a la vejez, especialmente en la parte inferior de los tallos. En los bancos de ramoneo y en sistemas de callejones en la primera entrada, es importante no permitir que el ganado consuma todo el follaje, sino retirar los animales cuando los arbustos aún conservan parte de sus hojas. Durante los siguientes 3 a 5 meses, se recomienda continuar con entradas ligeras para facilitar la adaptación de las plantas al entorno.

Arreglo espacial de árboles y arbustos para bancos de proteína y callejones

Función Producción de forraje ▾

Disposicion

Hilera/Franja ▾ Bloques ▾ Cuadrada ▾ Tres bolillo ▾

Los sistemas de agroforestería ofrecen diversas opciones de diseño y disposición de elementos según la cantidad de animales que el productor tenga en su finca. Estos incluyen el banco de corte y acarreo en forma de hilera simple, el banco de ramoneo en hileras dobles o sencillas con especies forrajeras mixtas o puras, las hileras en callejones donde se alternan especies forrajeras con pastos, y los bloques intensivos que combinan múltiples especies en tres estratos: pastos, arbustos y árboles. Estos sistemas se pueden implementar en diseños cuadrados o en forma de tresbolillo, brindando flexibilidad para adaptarse a las necesidades y las condiciones específicas de cada sitio.

Distancia**



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

En general para la siembra destinada al forraje o la creación de bancos de proteína, se recomienda una distancia 1 x 1 metros entre plantas y 2 x 2 metros entre las calles. Para mejorar el manejo y la protección de los árboles, es posible crear pequeños grupos en las esquinas de los potreros, utilizados para diversas finalidades como generación de leña, postes, frutos o forraje, a distancias de 2.5 x 2.5 o 2.5 x 3 metros.

Cuando se trata de bancos de corte y acarreo, se sugiere una hilera simple con 8 a 10 hileras, permitiendo el paso de maquinaria o personal. En sistemas intensivos, las distancias ideales varían de 0.5 x 0.5 metros hasta 0.8 x 0.8 metros entre plantas y 1 x 1 metro entre las hileras. En el caso de bancos forrajeros, es recomendable que estos ocupen entre el 20% y el 25% del área del potrero, preferentemente en terrenos planos, ligeramente ondulados o con pendientes suaves.

Para bancos de proteína destinados al uso de una sola especie, se sugiere una distancia de 1 metro entre las hileras y 50 cm entre plantas. En el caso de especies asociadas con el pasto, la distancia recomendada es de 3 metros entre las hileras y de 50 cm a 70 cm entre las plantas.

Los bloques intensivos de tres estratos pueden ubicarse en un área de 1 hectárea, arbustos pueden colocarse a 1 o 1,5 metros de distancias mientras que los árboles a 2 o 4 metros. Incluso se pueden colocar en las esquinas del área definida para este propósito si son especies maderables o frutales.

Métodos de siembra

Estaca ▾ Semilla ▾ Planta en bolsa ▾

Los métodos más utilizados son las estacas, semilla directa y plántulas en bolsa.

Manejo de árboles y arbustos en cercas vivas

Función Producción de forraje ▾ Servicio ▾

Siembra

Antes de la siembra, se requiere realizar una limpieza de rondas, abarcando una franja de 1 o 2 metros de ancho, y crear los hoyos con una profundidad de 20 a 40 cm, así mismo se aconseja descompactar el suelo para facilitar el anclaje de raíces. Se prefiere el uso de estacas, las cuales alcanzan la madurez en menos tiempo, estas deben provenir preferiblemente, de árboles con rebrotes de 1 a 2 años, que estén sanas y rectas, con longitudes de 2 a 2.5 metros y diámetros de 5 a 10 cm. El corte superior de las estacas se efectúa de forma inclinada, y el inferior, de manera recta. Después de su corte, se almacenan en posición vertical y a la sombra hasta el momento de la siembra.

Se aconseja construir inicialmente una cerca muerta, la cual se reemplazará gradualmente con las plantas o estacas. En caso de usar cercas para dividir la finca, se recomienda utilizar especies que rebroten con facilidad y que ofrezcan follaje nutritivo para el ganado. La siembra puede llevarse a cabo al inicio de las lluvias o durante periodos secos si se cuenta con un sistema de riego eficiente. La selección de las estacas debe realizarse 1 a 3 semanas antes de la siembra, asegurando que la parte más gruesa se plante en la tierra, garantizando que queden rectas.

Cuando se emplean postes muertos, se utiliza alambre o cuerda y se dejan durante 3 a 6 meses. La resiembra puede efectuarse un mes después de establecida la cerca o al año, reemplazando aquellas estacas o plantas que no hayan brotado o que estén muertas. Para proteger los árboles en sus primeras etapas de crecimiento, se pueden establecer diversos métodos como por ejemplo; protección individual de la planta en forma de triángulo, una protección por medio de una cerca paralela a la cerca viva, sembrar las plantas en el lado contrario al que estarán los animales o instalar alambre en ambos lados de los árboles, al menos de forma temporal. El uso de cualquiera de estas técnicas disminuye pérdidas por consumo o pisoteo del ganado.

Fertilización

Es esencial aplicar el fertilizante de manera uniforme alrededor de la base de los árboles en cercas vivas. Para este propósito, se optan por fertilizantes ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes cruciales para el crecimiento y desarrollo de los árboles. Se pueden utilizar fertilizantes completos como el 10-20-10 (que contiene nitrógeno, fósforo y potasio) o alternativamente, fertilizantes orgánicos. Es importante evitar el exceso de fertilizante, ya que este podría dañar los árboles. Previo a la fertilización, se aconseja realizar un análisis de suelo para determinar las necesidades nutricionales específicas de los árboles. Asimismo, se recomienda llevar a cabo la fertilización durante la época de lluvias, ya que este período facilitará una mejor absorción del fertilizante por parte de los árboles.

Malezas

Mantener la cerca libre de malezas y bejucos que puedan crecer en los árboles. Limpiar de 0.5 a 1 metro de la base de los árboles hacia los lados. Se puede hacer limpieza manual o mecánica.

Fitosanidad

La gestión fitosanitaria de los árboles en cercas vivas desempeña un papel crucial en asegurar su vitalidad y productividad, ya que las plagas y enfermedades pueden provocar daños significativos, impactando negativamente en su crecimiento, producción de forraje y longevidad. Para prevenir y controlar eficazmente estos problemas, es esencial seguir ciertas pautas. En primer lugar, la elección de especies resistentes a plagas y enfermedades es una estrategia clave. Además, la preparación adecuada del terreno antes de la siembra puede contribuir a reducir la incidencia de estos problemas fitosanitarios. Mantenerse informado acerca de las plagas y enfermedades locales y llevar a cabo inspecciones regulares para identificar posibles signos de su presencia es otra medida fundamental. En caso de detectar plagas o enfermedades, es vital llevar a cabo el control adecuado. Las técnicas de control pueden variar y comprenden métodos como el control cultural, que implica prácticas que mejoran la circulación del aire y la luz, además de eliminar ramas enfermas; el control biológico, que emplean organismos vivos para combatir plagas y enfermedades; y el control químico, que se utiliza como último recurso debido a su impacto potencialmente adverso en el medio ambiente y la salud humana.

Poda

En este sistema, las podas son mínimas y se aplican de manera específica según las necesidades. La poda de formación se utiliza en árboles maderables para obtener un fuste recto, mientras que la poda de producción se realiza para obtener subproductos como leña, estacas o forraje. La poda de saneamiento se enfoca en eliminar las ramas secas y enfermas.

Es fundamental que los cortes de poda sean limpios y perpendiculares al tronco o rama, realizados de abajo hacia arriba para evitar desgarres; en ángulos de 45 grados, manteniendo la copa con 5 o 6 ramas principales, y en el caso de ramas largas y gruesas, se efectúa el corte en dos partes, primero cortando la mitad y luego al ras del tronco para evitar astilladuras y heridas extensas. Se recomienda el uso de selladores de heridas para prevenir la entrada de enfermedades y plagas. Utilizar herramientas adecuadas y afiladas es esencial para no dañar los árboles.

La primera poda se efectúa aproximadamente dos años después de la siembra, y luego se realiza cada dos años o cuando las ramas crecen considerablemente. Por lo general, se lleva a cabo al final de la época lluviosa y al comienzo de la seca para facilitar la cicatrización del corte y prevenir infecciones por hongos. En cercas simples, la poda se realiza una o dos veces al año, dependiendo de la región. En cercas vivas complejas, se aplica una poda reducida o alternada, que consiste en podar algunos árboles cada año para mantener copas que permitan el movimiento de los animales silvestres y la conectividad. No se debe podar más del 30 al 40% de la copa total, y si la copa es escasa o de forma alargada, se evita la poda a menos que sea de saneamiento para prevenir la propagación de plagas o enfermedades.

En sistemas de cercas vivas, se puede mantener el entrelazado de copas siempre que no afecte significativamente el crecimiento de otros árboles, lo que facilita la conectividad entre ellos y la abundancia de fauna. La limpieza y desinfección de herramientas son prácticas importantes antes y después de la poda o cuando se trabaja con otros individuos. Es crucial evitar la poda entre nudos y



priorizar el corte en los nudos o donde crecen nuevos brotes. La poda de árboles maduros se enfoca en eliminar ramas muertas, partidas, que rozan otras ramas o crecen a través de la copa, asegurando que el peso de la copa esté equilibrado.

Raleo, residuos y cosecha

Los raleos de los árboles en cercas vivas se pueden emplear para alimentar al ganado durante la época seca y también se utilizan los raleos para nuevas estacas estas deben seleccionarse 1 o 3 meses antes del último aprovechamiento cuando las plantas tengan entre 1.5 y 2 años de edad. Asimismo los raleos se pueden emplear como leña.

Los residuos pequeños de la poda (hojas y ramas pequeñas) pueden ser cortados en pequeños pedazos y esparcidos por el suelo, los residuos de tamaño mediano (troncos entre 5-15 cm de diámetro) pueden ser colocados al contorno formando líneas evitando la obstrucción del paso, estos se descomponen más lentamente y servirán para reducir erosión del suelo. También se pueden acumular en unas pilas en lugares designados o trituradas para ser usadas como viruta. Finalmente para residuos de gran tamaño (troncos > 15 cm de diámetro) pueden ser aprovechados como madera dentro de las fincas o pueden ser cortados en pedazos. Es recomendable dejar las ramas recién podadas en el campo durante varios días para que se evapore el agua que contienen y se vuelven más ligeras y fáciles de mover. Si se desea hacer la cosecha de árboles para aprovechamiento se debe verificar que el fuego no tenga daños como grapas o clavos producto de postes muertos.

Arreglo espacial de árboles y arbustos en cercas vivas

Función Producción de forraje ▾ Servicio ▾

Disposicion

La disposición de las cercas vivas se realiza linealmente y se pueden dividir en dos categorías: cercas simples, que consisten en una o dos especies de árboles de igual tamaño, y cercas compuestas o multiestrato, que incluyen dos o más especies de árboles con diferentes alturas y usos. Se sugiere orientar las cercas de este a oeste para minimizar el efecto de sombra. Esta disposición busca optimizar la distribución de la luz solar y su influencia en el sistema, contribuyendo así al éxito de las cercas vivas.

Distancia

Los postes muertos se pueden ubicar a intervalos de 10 a 15 metros en terrenos planos, mientras que en terrenos ondulados se recomienda colocarlos cada 3 a 4 metros. Las estacas se siembran a distancias de 1 a 2 metros entre sí. En el caso de utilizar árboles maderables o frutales en las cercas, se establece una distancia mínima de 6 metros y una máxima de 8 metros entre ellos. Para árboles y arbustos de menor tamaño, la separación puede variar de 1 a 3 metros, dependiendo de las características de las especies y sus requerimientos específicos.

Métodos de siembra

Los métodos de siembra en cercas vivas más usados son mediante estacas y siembra de plántulas en bolsa.

Manejo de árboles y arbustos aislados en potrero

Función Producción de forraje ▾ Sombra ▾ Servicio ▾

Siembra

Los árboles seleccionados deben tener condiciones mínimas de vigorosidad, raíces profundas, tolerancia a la competencia por luz, agua y nutrientes; resistencia a ataques de plagas y enfermedades, y deben ser especies con alto valor de uso local.

Generalmente los nuevos árboles se establecen mediante regeneración natural de árboles ya establecidos en el potrero; para esto es esencial identificar las especies capaces de regenerarse de forma autónoma con cinta de color o algo llamativo y protegerlas de la corta o fumigación, además de llevar a cabo un pastoreo con rotaciones rápidas que permita a las plántulas alcanzar un tamaño adecuado y evitar daños por parte del ganado. Idealmente se debe crear un inventario de estas especies para determinar la cantidad y diversidad de especies a introducir bajo otros métodos dentro del sistema silvopastoril. Otra estrategia efectiva es que el ganado disperse las semillas cuando estas se mezclan con el alimento en los comederos. Por el contrario si se desean introducir nuevas especies la época ideal para plantarlos, es durante la temporada de lluvias. Se debe tener en cuenta que los árboles y arbustos jóvenes plantados en medio del potrero son susceptibles al daño del ganado, por lo tanto, es importante protegerlos con una malla metálica o mini cerco de madera durante los primeros años de vida y preferiblemente empezar de manera gradual por las áreas más degradadas y aquellas cercanas a fuentes de agua.

Si se desea plantar árboles maderables o frutales mediante un método más homogéneo para evitar el daño del ganado, se recomienda emplear la siembra en callejones o parcelas, estos se deben proteger con cercas. Una vez que los árboles superan los 2 m de altura, el callejón o la parcela se puede utilizar como corredor para el tránsito del ganado por la finca, proporcionando sombra. También se pueden establecer para obtener madera u otros productos de valor comercial.

Recordar siempre realizar revisiones como mínimo cada dos semanas después de la siembra para verificar porcentajes de sobrevivencia o ataques de plagas y enfermedades.

Fertilización

En el contexto de la fertilización, se pueden emplear diversas enmiendas orgánicas, como biofertilizantes, biofungicidas y biosinsecticidas, para fortalecer el sistema. Además, se recomienda la aplicación de fertilizantes que contengan nitrógeno y fósforo, como aquellos con una proporción de 10-30-10 o 12-24-12, con el fin de aumentar la productividad de los pastos y árboles. Para aprovechar los recursos disponibles, se puede utilizar el estiércol seco del ganado acumulado en los corrales como fuente de nutrientes. En cuanto a la frecuencia de fertilización, se aconseja aplicar 100 gramos de abono completo (tipo NPK 12-24-12) o abono orgánico dos veces al año, preferiblemente durante la época de lluvias o "invierno". Es esencial distribuir el abono a unos 20 cm de distancia del tallo y en el lado más elevado de la pendiente, especialmente en terrenos inclinados, para lograr una fertilización efectiva y mantener la salud de los árboles y pastos en las cercas vivas.

Malezas

Durante el proceso de limpieza de malezas, es esencial ejercer cuidado extremo para evitar dañar las plántulas de regeneración natural. Se debe abstener de realizar quemas en los potreros, y es fundamental mantener el área circundante de cada árbol limpio, especialmente durante los primeros tres años, utilizando machetes y azadones. En casos de malezas de hojas anchas, el control se puede llevar a cabo con herbicidas selectivos. Si aparece algún otro tipo de pasto no deseado, es crucial eliminarlo con raíz incluida para prevenir rebrotes, y disponerlo lejos de la zona de pastoreo. Se recomienda realizar aproximadamente tres limpiezas en el primer año y dos en los años posteriores, asegurando un adecuado manejo del entorno de los árboles y arbustos en las cercas vivas.

Fitosanidad

Para garantizar la salud y el rendimiento de los árboles, es fundamental llevar a cabo un seguimiento constante y aplicar diversas estrategias de manejo que incluyen identificar y eliminar plagas, así como emplear atrayentes tóxicos como aserrín mezclado con melaza y un insecticida, utilizar purines, aprovechar la aleopatía, implementar métodos de control biológico y, en situaciones críticas, recurrir al uso de productos químicos como fungicidas e insecticidas sistémicos.

Poda

Para los árboles ya establecidos se deben hacer podas de mantenimiento de ramas laterales, muy bajas, quebradas o secas para evitar que generen daños o excesiva sombra en los pastos. Se deben realizar en época seca. La poda de árboles maduros consiste en eliminar ramas muertas, partidas, que rozan otras ramas o crecen a través de la copa, y aquellas que tienen una unión débil. Siempre se debe verificar que el balance del peso de la copa esté equilibrado. En general las podas deben ser con cortes diagonales en ángulos de 45 grados, manteniendo la copa con 5 o 6 ramas principales, para ramas largas y gruesas realizar el corte en dos partes primero cortar la mitad y luego al ras del tronco enviando astilladuras y heridas muy grandes.

Raleo y residuos

Los raleos se aplicarán cuando los árboles se encuentren muy juntos que presenten características de menor calidad, siempre y cuando los árboles no sean especies con alguna categoría especial de protección o estén cercanos a ríos o quebradas.

Los residuos pequeños de la poda (hojas y ramas pequeñas) pueden ser cortados en pequeños pedazos y esparcidos por el suelo, los residuos de tamaño mediano (troncos entre 5-15 cm de diámetro) pueden ser colocados al contorno formando líneas evitando la obstrucción del paso, estos se descomponen más lentamente y servirán para reducir erosión del suelo. También se pueden acumular en unas pilas en lugares designados o trituradas para ser usadas como viruta. Finalmente para residuos de gran tamaño (troncos > 15 cm de diámetro) pueden ser aprovechados como madera dentro de las fincas o pueden ser cortados en pedazos. Es recomendable dejar las ramas recién podadas en el campo durante varios días para que se evapore el agua que contienen y se vuelven más ligeras y fáciles de mover.

Cosecha

Aunque en este sistema se busca que los árboles generan sombra y forraje adicional, se puede considerar la selección de árboles para aprovechamiento de la madera con fines comerciales o uso doméstico. Para determinar el momento exacto de la cosecha se debe tomar en cuenta la especie y el crecimiento, en general la madera se podrá cosechar a los 15-40 años para generar unos ingresos, pero siempre conservando algunos árboles dispersos en el potrero para conservar algún nivel de sombra. Los árboles seleccionados para el aprovechamiento deben ser aquellos que presenten las mejores condiciones para la comercialización como tronco recto, sin curvas, torceduras, heridas ni infecciones por hongos u otras plagas y enfermedades.

Arreglo espacial de árboles y arbustos aislados en potrero

Función Sombra ▾ Producción de forraje ▾ Servicio ▾

Disposicion

Las densidades pueden variar desde 60 hasta 180 árboles por hectárea, dependiendo de las características específicas de la finca. No obstante, se recomienda, en la mayoría de los casos, mantener una densidad de 25 a 50 árboles por hectárea para lograr un equilibrio adecuado. Los árboles pueden ser una combinación mixta de especies, dispuestas en arreglos tanto homogéneos (parcelas y callejones) como heterogéneos (dispersos), lo que permite diversificar y optimizar el uso de la tierra en áreas de descanso. En este sistema algunos productores manejan un conjunto de árboles en callejones los cuales pueden estar compuestos por una sola especie arbórea leguminosa o una mezcla alternada con otras plantas arbustivas forrajeras y cultivos durante un período de 4 o 5 años, hasta que los árboles alcancen su máximo desarrollo. También se pueden establecer parcelas con árboles y arbustos maderables y/o frutales, según los objetivos de manejo de la finca. La elección de la densidad arbórea adecuada dependerá de las necesidades y características específicas de cada sistema silvopastoril. Tanto en parcelas como en callejones se pueden sembrar en cuadro o tres bolillos, y se debe dejar espacio para que los animales transiten, descansen y coman sin obstáculos.

Distancia

En este sistema de manejo agroforestal, se establece una variabilidad en la distancia entre los árboles, que puede oscilar entre 4 y 10 metros o más, creando un patrón espacial irregular. Esta disposición se realiza con el propósito de permitir áreas de libre tránsito y pastoreo para el ganado entre los árboles. Además, se implementan callejones con una separación constante de 6 metros entre los árboles, que se encuentran protegidos por cercas para mantener su integridad. En algunas parcelas, se emplean distancias fijas entre los árboles, que varían entre 3x3, 6x6 y 9x9 metros, y se aplican raleos selectivos para gestionar el crecimiento y desarrollo de la vegetación arbórea. Este enfoque de manejo busca combinar de manera efectiva la producción ganadera con la forestal, permitiendo un uso más eficiente de la tierra y promoviendo la sostenibilidad en el sistema agroforestal.

Métodos de siembra

En este sistema la mayoría de árboles crecen mediante regeneración natural pero se pueden emplear los métodos de semilla, plata en bolsa y estacas para las otras modalidades de parcelas, callejones y reforestación dentro del potrero.

Sistema agroforestal con cafe

Manejo de árboles y arbustos para sombra y aprovechamiento

Función Sombra ▾ Aprovechamiento ▾

Siembra

En primer lugar, se recomienda adquirir plantas de un vivero con semillas certificadas para asegurar la calidad inicial de la siembra. La disposición de las plantas debe realizarse en las hileras de café para no interferir con las labores de manejo posterior. Para árboles que servirán como sombra permanente, es aconsejable plantar primero la sombra con un año de anticipación antes de sembrar el café, considerando el crecimiento más lento de los árboles. Dado que el componente forestal debería proporcionar entre el 30% y el 40% de sombra en este sistema, es crucial elegir un arreglo espacial adecuado desde el principio.

En el caso de sombra temporal, es preferible utilizar plantas de corta duración y rápido crecimiento. Si se trata de especies maderables en general, la siembra debe llevarse a cabo durante la temporada de lluvias. Para especies seleccionadas para sombra semipermanente, es esencial que su periodo de aprovechamiento ocurra antes de los 4 años.

Fertilización

El manejo de la fertilización en sistemas agroforestales implica distintos enfoques según el propósito de los árboles. Para los árboles maderables, se recomienda la fertilización entre 15 y 30 días después de la plantación. En el caso de las especies destinadas a proporcionar sombra, es aconsejable realizar la fertilización durante los 2 o 3 años posteriores a la siembra para acelerar su crecimiento, utilizando las mismas fuentes de fertilizantes y dosis que se emplean para el café. Una práctica efectiva para la fertilización con abonos orgánicos implica la apertura de zanjas de 1 metro de ancho x 2 metros de largo y 0,5 metros de profundidad en el centro de las hileras del cafetal. En el fondo de estas zanjas, se deben depositar materiales orgánicos, como hojas, ramas delgadas y frutos, hasta llenarlas por completo. Luego, se cubren con tierra y se mantienen tapadas durante 2 a 3 meses, tiempo necesario para su descomposición y formación de materia orgánica. Esta práctica se realiza preferentemente al inicio o al final de la temporada de lluvias. La materia orgánica generada puede ser retirada de las zanjas y distribuida debajo de las copas de los árboles para enriquecer el suelo.

Malezas

En el manejo de áreas donde se plantarán árboles, se recomienda emplear técnicas como el rodajeo, dejando al menos 50 cm de espacio alrededor del sitio de plantación, o realizar limpiezas periódicas en las líneas donde se encuentran los árboles. Para especies maderables, es crucial realizar limpiezas y cultivo al suelo durante los primeros dos años, ya que estas especies son sensibles a la competencia de malezas. Después del segundo año, las limpiezas anuales pueden continuar hasta los cuatro años de edad de los árboles. En el caso de especies maderables, es importante eliminar lianas o bejucos para prevenir que trepen por los árboles, lo que puede causar malformaciones, cicatrices en las ramas o incluso la muerte del árbol. Sin embargo, para árboles destinados únicamente a proporcionar sombra o servicios, no se recomienda eliminar plantas epífitas como bromelias, orquídeas y helechos. Se aconseja



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

alternar entre diferentes métodos de limpieza, como deshierbe total, limpiezas continuas a lo largo de las hileras y rodajeo (limpieza alrededor de cada planta). En caso de realizar limpieza manual, es importante arrancar las hierbas desde la raíz para evitar que vuelvan a enraizar rápidamente, y retirarlas completamente del área

Riego

El riego es una práctica importante para el manejo de árboles en cafetales, especialmente en zonas con escasez de agua o temporadas secas prolongadas. El riego adecuado puede ayudar a mejorar la productividad del café, la calidad del grano y la longevidad de los árboles. Las recomendaciones para el riego de árboles en cafetales dependen de una serie de factores, incluyendo el clima, el tipo de suelo, la especie de árbol y la edad del árbol. En general, se recomienda regar los árboles de café cuando el suelo está seco a una profundidad de 10-15 cm. La frecuencia de riego dependerá de las condiciones climáticas específicas. En zonas con precipitaciones abundantes, puede ser suficiente regar los árboles de café una vez a la semana. En zonas con precipitaciones escasas o temporadas secas prolongadas, puede ser necesario regar los árboles de café dos o tres veces por semana.

El método de riego también es importante. El riego por goteo es el método más eficiente ya que proporciona agua directamente a las raíces de los árboles. El riego por aspersión también puede ser utilizado, pero es menos eficiente y puede causar daños a las hojas de los árboles.

Fitosanidad

Para lograr un manejo efectivo de plagas y enfermedades, es esencial emplear una variedad de enfoques de combate, que incluyen métodos biológicos, culturales, mecánicos, y químicos, los cuales abordan de manera integral las amenazas de plagas y enfermedades. Algunas de estas estrategias involucran el uso de fungicidas comerciales, combinados con prácticas como poda sanitaria y la gestión de la densidad de árboles con sombra en el cultivo, lo cual puede influir en la propagación de estas enfermedades. Para combatir plagas, se busca establecer hábitats ecológicos propicios para animales que desempeñen control biológico de insectos, también se opta por la siembra de plantas que actúan como repelentes. En algunos casos, se recurre al uso de agroquímicos para reducir las poblaciones de plagas, aunque esta no es la opción preferida debido a sus posibles efectos adversos en otras formas de vida.

Poda

En el manejo de árboles en sistemas agroforestales, se aplican diversas técnicas de poda. La poda de formación se lleva a cabo en los primeros años con el propósito de establecer un solo tronco, eliminando bifurcaciones y se aconseja mantener dos tercios de la altura total de los árboles libres de ramas. La poda de aclareo se realiza anualmente para garantizar la penetración adecuada de luz en el cultivo de café, asegurando que el estrato de ramaje del árbol de sombra se encuentre a una distancia de 2 a 3 metros por encima del nivel superior de los cafetales. Es esencial realizar estas podas en luna menguante para evitar el rebrote y mejorar la calidad de la madera, evitando la poda entre nudos.

Además, existen otros tipos de podas, como la de saneamiento, que se enfoca en eliminar ramas rotas, enfermas o muertas, pudiendo implicar la eliminación completa de la rama si es necesario. La poda de calidad o descumbre se realiza en las ramas más bajas de árboles jóvenes, con el corte situado a 1



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

metro por encima de esa altura para prevenir deformaciones en la madera. La frecuencia de estas podas puede variar según el crecimiento de la especie.

Para árboles maderables que pierden sus hojas estacionalmente, se deben llevar a cabo las podas después de este proceso para evitar el estrés fisiológico. En cuanto al momento de las podas, se prefieren durante la época seca para facilitar el secado de los cortes y minimizar los riesgos de daño a la corteza y ataques de plagas. Sin embargo en sistemas agroforestales con café, las podas de árboles se realizan al inicio de la temporada de lluvias ya que durante periodos secos el café necesita sombra para desarrollarse óptimamente.

Es esencial asegurarse de que la altura del árbol sea tres veces la altura de las plantas de café en las podas de formación y calidad, y los cortes deben realizarse en ramas jóvenes. Además, es fundamental emplear herramientas de corte tipo serrucho para evitar daños por desgarramiento en las ramas. Es importante también la limpieza y desinfección de las herramientas antes y después de la poda, y al moverse a otros individuos. La poda de árboles maduros se enfoca en la eliminación de ramas muertas, partidas, que rozan otras ramas o crecen a través de la copa, siempre manteniendo un equilibrio en el peso de la copa. En general, los cortes de las podas deben ser diagonales a un ángulo de 45 grados, manteniendo la copa con 5 o 6 ramas principales. Para ramas largas y gruesas, se recomienda dividir el corte en dos partes, primero cortando la mitad y luego al ras del tronco para evitar astilladuras y heridas extensas.

Raleo

En sistemas agroforestales, la práctica de raleo se aplica en diversas situaciones. Se implementa cuando se siembran árboles a distancias cortas, especialmente para aquellas plantas destinadas a proporcionar sombra temporal o semipermanente, como leguminosas, o para especies de sombra permanente en densidades elevadas. Los raleos se llevan a cabo hasta alcanzar la cantidad deseada de árboles finales, eliminando una hilera intermedia en una sola dirección o en ambas. Además, es importante realizar raleos en áreas más sombrías dentro del cafetal. Estos raleos son selectivos, lo que implica la eliminación de árboles con características físicas deficientes, preservando los que son más grandes y rectos. En cuanto a los residuos resultantes de la poda, se pueden gestionar de diferentes maneras. Los residuos pequeños, como hojas y ramas pequeñas, pueden ser cortados en pedazos y esparcidos por el suelo. Los residuos de tamaño mediano, con diámetros de 5-15 cm, pueden ser dispuestos alrededor del contorno, formando líneas para evitar obstrucciones en el paso, y contribuyen a reducir la erosión del suelo. También pueden acumularse en pilas designadas o triturarse para convertirlos en viruta. Por último, los residuos de gran tamaño, con troncos de más de 15 cm de diámetro, pueden ser aprovechados como madera en la finca o cortados en pedazos. Es aconsejable permitir que las ramas recién podadas permanezcan en el campo durante varios días para que se evapore la humedad y se vuelvan más ligeras y fáciles de manejar.

Cosecha

Cuando se seleccionen los árboles para el aprovechamiento, es esencial evitar la corta de aquellos que se encuentran ubicados cerca de ríos o quebradas, manteniendo una franja de 15 metros a cada lado en terrenos planos y 50 metros en terrenos que presenten pendientes superiores al 40%. Del mismo modo, no se deben cortar árboles situados en un radio de 100 metros alrededor de fuentes de agua permanentes. Al momento de la cosecha, se debe comenzar por los sitios más cercanos a las salidas, lo que facilita el transporte de las trozas, y se puede agregar valor a la madera mediante su aserrado in situ. La edad óptima para la cosecha de árboles maderables dependerá de la especie utilizada. Durante la corta, se debe considerar la dirección de caída de los árboles, procurando que caigan en caminos o áreas no plantadas para reducir costos de extracción y evitar daños en las plantas de café. En terrenos inclinados, el corte del tronco debe realizarse en dirección contraria a la pendiente para que la caída sea menos brusca sobre el cultivo. Es importante que, al iniciar la cosecha, solo la persona que efectúa la corta esté presente en un área equivalente a dos veces la altura del árbol que se está cortando y que nadie dé la espalda a un árbol al que se le están eliminando ramas o que se está talando. No se deben realizar raleos o cosechas en condiciones de vientos fuertes, relámpagos, lluvia o cuando la visibilidad es reducida. Asimismo, es fundamental aplicar las recomendaciones adecuadas para el uso de motosierras u otras herramientas de corte.

Arreglo espacial de árboles y arbustos para sombra permanente, semipermanente y temporal

Función Producción de forraje ▾ Cercas vivas ▾

Sombra Permanente ▾

Disposicion Se recomienda siembra Cuadrada ▾ Hilera/Franja ▾ Tres bolillo ▾

Distancia Distancias mínimas de 6 x 6 metros y máxima de 10 x 25 metros según la especie. En muchos casos también se puede sembrar inicialmente a distancias muy cortas (4x4 o 5x5 m), para incorporar materia orgánica en el momento de realizar podas o raleos de la sombra; este método es muy apropiado si se usan especies de usos múltiples como leguminosas y frutales.

Método de siembra Emplear curvas a nivel y trazos en contorno en terrenos con pendientes, para disminuir las pérdidas de suelo por erosión.

Las más recomendadas son Semilla ▾ Estaca ▾ Planta en bolsa ▾

Sombra Semipermanente ▾

Disposicion Se recomienda siembra en hileras o franjas Hilera/Franja ▾

Distancia Recomendación general 6x6 metros, 8x8 metros, o 10 x 10 metros.

Método de siembra Se puede establecer al mismo tiempo con el café

Las más recomendadas son Semilla ▾ Estaca ▾ Planta en bolsa ▾

Sombra Temporal ▾



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

- Disposicion Se recomienda siembra en hileras o franjas
- Distancia La más común es 4x4 metros ó 5x5 metros o cada 5 plantas de café y cada dos hileras en el centro de la misma entrecalle.
- Método de siembra Las más recomendadas son mediante semillas, estacas y plantas en bolsa.

Arreglo espacial de árboles y arbustos para aprovechamiento

Función principal

Disposicion

Se recomienda siembra en hileras y/o franjas

Distancia

Distancias mínimas de 4 x 4 metros y máximas de hasta 12 x 12 metros.

Para árboles maderables se recomiendan distancias de 20 x 20 metros y arbustos 10 x 10 metros.

Método de siembra

Procurar sembrar cada árbol en un punto sobre la misma hilera del café y no en el centro del callejón o entre calle, para favorecer labores de manejo de la plantación y extracción.

Las más recomendadas mediante semillas, estacas e injertos.

Glosario

Semilla certificada: aquellas semillas con buena calidad genética, sanas y en buenas condiciones que producen la cantidad necesaria de plántulas.

Sombra permanente: sombra que está presente de forma continua y estable en un área determinada dentro del cafetal. Generalmente generada por árboles maderables de gran porte ubicados en el nivel más alto del estrato.

Sombra semipermanente: sombra que está presente durante ciertas horas del día o en ciertos períodos del año, pero no de forma continua o estable. Generada por árboles o arbustos de porte medio que son retirados en un periodo para ser empleados en otros usos como coberturas, leña, madera para uso interno de la finca , a través de raleos selectivos.

Sombra temporal: sombra que se produce en un área específica durante un corto período de tiempo. Generada por plantas de rápido crecimiento con periodos de vida muy cortos.

Árboles de servicio: árboles plantados con un propósito específico, como proporcionar sombra, mejorar la calidad del aire, conservar el suelo o suministrar madera u otros productos forestales.

Banco de proteína: área donde se siembra una leguminosa arbustiva forrajera con una alta densidad, para maximizar la producción de forraje con un alto contenido de proteína. La especie arbustiva generalmente se establece en monocultivo.

Macroelemento: elemento mineral o nutriente que las plantas necesitan en grandes cantidades para crecer y desarrollarse correctamente, como el nitrógeno, fósforo y potasio.

Rodajea: proceso de formación de hendiduras o surcos en forma circular en la superficie del suelo para facilitar la infiltración del agua, mejorar el drenaje y libre de malezas.

Enmienda: sustancia orgánica o inorgánica añadida al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas, como el compost, estiércol o cal

Poda de formación: técnica de poda que se utiliza para dar forma a un árbol o planta joven para guiar su crecimiento y estructura.

Poda de sanidad: poda realizada para eliminar ramas enfermas, dañadas o muertas con el fin de mantener la salud y vitalidad del árbol o planta



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Poda de renovación: técnica de poda que implica la eliminación selectiva de ramas viejas o mal ubicadas para estimular el crecimiento de nuevas ramas y revitalizar la planta.

Poda calidad: poda cuidadosa y precisa que se realiza para mejorar la estructura, forma y apariencia estética de un árbol o planta.

Poda de aclareo: poda que implica la eliminación de ramas pequeñas, débiles o mal ubicadas para permitir que la luz y el aire lleguen mejor a las partes importantes de la planta y promover un crecimiento saludable.

Estaca: porción de tallo de una planta que se corta y se planta en el suelo para que desarrolle raíces y se convierta en una nueva planta

Siembra lineal: método de siembra en el que las plantas se colocan en filas rectas.

Siembra tresbolillo: método de siembra en la que las plantas ocupan en el terreno cada uno de los extremos de un triángulo, guardando siempre la misma distancia entre plantas que y entre filas

Fitosanitario: prácticas y medidas aplicadas para prevenir, detectar y controlar enfermedades, plagas y otros problemas que puedan afectar a las plantas.

Bibliografía

Ammour T, et al. (2012). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. 1 ed. TURRIALBA, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 244p. Retrieved October 10 from https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3512/Produccion_de_madera_en_sistemas_agroforestales.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Andrade, H. (2012). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3512>

Antonio M Mielgo, & Martín, J. M. A. (n.d.). Buenas Prácticas en Producción Ecológica - Cultivo de Frutales. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Retrieved October 10, 2023, from https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Cultivo_de_Frutales_tcm7-187415.pdf

Arce Chaves, L., et al. (2015). Caracterización del Territorio Central Occidental (ALAJUELA-GRECIA-POÁS-VALVERDE VEGA). Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Planificación y Promoción Social, Carrera de Planificación Económica y Social. Recuperado de <https://www.inder.go.cr/Alajuela-Poas-Grecia-ValverdeVega/Caracterizacion-Alajuela-Poas-Gecia-Valverde-Vega.pdf>.

Barrance A, et al. (2003). Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionistas. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1091 p. Retrieved October 10 from <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9730>

Brenes, A. R. (2005). A review of the agroforestry systems of Costa Rica. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(1), 97-119. https://doi.org/10.1300/J091v21n01_06

Cassasola F, Ibrahim M & Barrantes J. (2005). Los árboles en los potreros. Recuperado de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2901/Los_arboles_en_los_potreros.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castillo, A., González-Esquivel, C., Mora, F., Moreno, E., Romo-Díaz, G., & Sanchez, R. (2018). Prácticas silvopastoriles en el trópico seco. Guía para ganaderos. Retrieved from <https://doi.org/10.22201/enesm.9786073011112p.2018>

CATHOLIC RELIEF SERVICES. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente. CIAT (pp. 1–76).



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Manual_Sistemas_Silvopastporil_CRS_USDA_CIAT_2015.pdf

Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE) & Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).(2010). Caracterización Biofísica De Las Zonas Definidas Para La Implementación De Las Opciones De Cosecha De Agua. Recuperado de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F06-5898.pdf>

Contreras G & Jovita O. 2019. Hernández Guía para el manejo del sistema agroforestal asociado a café bajo sombra en la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona. Pamplona, España. Universidad de Pamplona. Retrieved October 10, 2023 from http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5853/1/Contreras_Ordo%C3%B1ez_2019_TG.pdf

Cordero J *et al.* (2003) Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Oxford Forestry Institute and CATIE, Turrialba, Costa Rica. Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9730>

Farfán F. Mantenimiento del componente arbóreo en sistemas agroforestales con café. (2014). Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura colombiana CENICAFE. Manizales, Colombia. Retrieved October 10, 2023, from <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/486/1/avt0440.pdf>

Farfán Valencia, F. (2014). Mantenimiento del componente arbóreo en sistemas agroforestales con café. Manizales, Caldas, Colombia: Fondo Nacional del Café. Recuperado de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/486/1/avt0440.pdf>

Febles, G., y Ruiz T. E. "Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles." Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 12, no. 1, 2008, pp.4-27. Redalyc, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83712102>

Fundación Hondureña De Investigación Agrícola. Guía práctica Producción De Café Con Sombra De Maderables. (2004). La Lima, Honduras. Retrieved October 10, 2023 from http://www.fhia.org.hn/descargas/Programa_de_Cacao_y_Agroforesteria/guia_produccion_%20cafe_con_sombra_de_maderables.pdf

Garita A. Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural. Práctica: Sistemas agroforestales en las fincas cafetaleras.(nd). Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural. Retrieved October 10, 2023, from <http://infoagro.go.cr/bibliotecavirtual/AV-2104.pdf>



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Gomez, M., et al. (2002). Árboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica. (3er.ed.) CIPAV. Colombia. Retrieved from http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4048/1/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf

Japan Forest Technology Association (JAFTA) & Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (2010, Marzo). Proyecto de Manejo Sostenible en las Cuencas Altas de la Presa de Sabana Yegua en la República Dominicana. Manual Técnico de Agroforestería. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Retrieved October 10, 2023, from <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/252783.pdf>

Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7b>

Kansas State University. Seguridad al podar Árboles.(2006) Investigación y Extensión de K-State, Manhattan, Kansas, USA. Retrieved October 10, 2023 from https://www.osha.gov/sites/default/files/2019-03/tree_trim_safety_spanish.pdf

Lorenzo, m. (n.d).Manual Sistemas Silvopastoriles. PRONATURA. Yucatan, Mexico. Retrieved from https://www.tncmx.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/mexico/Guia_tecnica_de_manejo_sostenible_del_rancho.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).(2011).Plan Sectorial Regional De Desarrollo Agropecuario. Región Central Occidental. Recuperado de http://www.infoagro.gov.cr/Publicaciones/Documents/PSRDA_2011-2014_CentralOccidental.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería .(n.d). Regiones: Central occidental. Recuperado de <https://www.mag.go.cr/regiones/centraloccidental/Analisis%20del%20contexto%20regional.pdf>

Mocca.(n.d.). Cafetal Productivo Tiene Sombra Que Lo Cuida. Retrieved October 10, 2023, from <https://mocca.org/wp-content/uploads/2022/12/MANUAL-Manejo-de-Sombra.pdf>

USAID. (n.d). Herramientas deL Manejo del Paisaje manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Retrieved from https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XDNM.pdf

Molina, E. Fertilización y Nutrición de Cítricos en Costa Rica.(n.d). Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural. Retrieved October 10, 2023 <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/01/00121-fertilizacionyplagasnaranja.pdf>



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Municipalidad de San Ramón (2015). Plan Cantonal De Desarrollo Humano Local De San Ramón 2016-2025. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1CWXvO6a7c41AaUmOwaMGfbMyspCFBj96/view>

Oficina Nacional Forestal. Guía técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. (2023). Retrieved October 10, 2023 https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf

Orozco E.(2005). Bancos Forrajeros. Un Componente Tecnológico Indispensable Para La Producción Intensiva En Fincas Ganaderas. San José, C. R.: MAG, 47 p. ISBN 6698-877-16-6 1.

Padilla, C. D. Z. (2010). Caracterización Agroecológica Y Rentabilidad De Cafetales Orgánicos Antiguos Bajo Un Sistema Agroforestal Con Manejo Semi-Tecnificado En Turrialba, Costa Rica. Universidad Nacional de Agricultura. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11623/A11021e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Programa Socioambiental y Desarrollo Forestal.(2006). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles.(a ed.) Managua : MARENA - POSAF II. 61 p. Retrieved from https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/MANUAL%20DE%20ESTABLECIMIENTO%20%20Y%20MANEJO%20DE%20SISTEMAS%20SILVOPASTORI.pdf

Quesada, J. J. (2019). Estado de los sistemas agroforestales establecidos del 2011 al 2018 bajo el programa por pago de servicios ambientales en tres regiones de Costa Rica [Licenciatura en Ingeniería Forestal, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10859/estado-sistemas-agroforestales-establecidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Retrieved from <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Q52-8871.pdf>

Reyes J & Martínez C. Establecimiento y manejo de cercas vivas. (n.d). Fundación PRODUCE Sinaloa A.C. Sinaloa, Mexico. Retrieved October 10, 2023 <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/paquetes-tecnologicos>

Sánchez Brenes, R. J., & Moya Calderón, M. (2018). Biodiversidad en fincas cafetaleras de Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Revista Pensamiento Actual, 18(31), 68-86. doi:10.15517/pa.v18i31.35666

Sánchez Sánchez, O., Islebe, G. A., & Valdez Hernández, M. (2007). Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. Foresta Veracruzana, 9(2), 17- 26.



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Sánchez, D., Villanueva, C., Torres, M., Tobar, D., & Declerck, F. (2008). Cercas vivas y su valor para la producción y conservación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Retrieved from https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7782/Cercas_vivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Sanfiorenzo A. (2022). Guía para el manejo de sistemas agroforestales: énfasis en la poda de árboles. SARE. Universidad De Puerto Rico. Retrieved from <https://projects.sare.org/wp-content/uploads/Guia-para-el-manejo-de-sistemas-agroforestales-énfasis-en-la-poda-de-arboles.-1.pdf>

Sequeira, M. M., Prendas, S. G., & Gonzalez, L. M. C. (1996). DIAGNOSTICO PARTICIPATIVO CANTON DE ACOSTA. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Retrieved October 16, 2023, from <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E50-5772.pdf>

Singapore Government Agency. (2023, September 28). Flora Fauna Web. National Parks Board. Retrieved October 10, 2023, from <https://www.nparks.gov.sg/florafauweb>.

Slusser, J. L., Gutiérrez, J., & Santamaría, S. (s. f.). Guía práctica para establecer sistemas silvopastoriles en la Península De Azuero de Panamá. ISBN Panamá: 9789962170433. Retrieved from https://elti.yale.edu/sites/default/files/rsource_files/slusser_et_al._2022_guia_practica_para_establecer_ssp_en_la_peninsula_de_azuero_de_panama_dos_paginas.pdf

The Nature Conservancy & The Amazon Conservation Team Colombia. (n.d.). Guía práctica para la reconversión de un sistema ganadero extensivo en un sistema con prácticas de ganadería sostenible. The Nature Conservancy. Retrieved October 10, 2023, from https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/AFC_Guia_Reconversion_paginas_baja.pdf

The Nature Conservancy & The Amazon Conservation Team Colombia. (n.d.). Protocolo de monitoreo de cambios de coberturas de la tierra. The Nature Conservancy. Retrieved October 10, 2023, from https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/AFC_Protocolo_Monitoreo_Coberturas_Baja.pdf

Trees on Farms for Biodiversity (ToNF). Enriquecimiento de cercas vivas con árboles maderables y nativos en Olancho, Honduras. (2022). Retrieved October 10, 2023 from <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11878>



UNIÓN EUROPEA



Sistemas Agroforestales Adaptados
para el Corredor Seco Centroamericano
AGRO-INNOVA

Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., & Arguedas, R. (2005). Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Impresión INPASA abril. Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10627/A0866e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zonta A, Gonçalvez A & Angola F. (2013). Guía De Capacitación Implementación Y Manejo De Sistemas Agroforestales En La Amazonía Boliviana. Programa Amazonía sin Fuego PASF. La Paz, Bolivia. Retrieved from https://lapaz.aics.gov.it/wp-content/uploads/2019/08/Manuale-SAF_Finale-24.05.2014.pdf