

Categoría de Ficha	Medidas Relacionadas	Estándares Internacionales relacionados con la medida	Plazo de Implementación
<p>Las fichas Categoría C son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica alta, que podrían requerir previamente la implementación de otras actividades incluidas en: Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático</p> <p>C</p>	<p>11 Barreras naturales áreas de actividad humana 12 Estimación de huella de carbono 16 Identificación y control de especies exóticas invasoras 17 Vivero con especies locales adaptadas 18 Recuperación de hábitats naturales degradados 30 Mapas de sostenibilidad</p>	<p>Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3 Requisitos: 6.4.7, 6.4.8</p> <p>Criterio de Comercio Justo- para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5. Requisito: 3.2.23, 3.2.33</p>  	<p>Hasta 5 años</p>

Establecimiento de sistemas forestales con especies nativas



Descripción de la medida

Las zonas tropicales de Latinoamérica cuentan con gran potencial para el establecimiento y manejo de sistemas productivos forestales. Gracias a su posición geográfica reciben grandes cantidades de energía solar, lo cual junto con condiciones edáficas y climáticas idóneas favorecen un crecimiento adecuado y acelerado de las especies arbóreas. A pesar de lo prometedor de este escenario, la dependencia por generar ingresos económicos en el menor tiempo posible ha provocado que las actividades de desarrollo forestal por sí mismas sean poco atractivas para las personas productoras, dejándolas en segundo plano y otorgándole mayor protagonismo a otros modelos que cuentan con periodos de retorno más cortos.

Una respuesta a este obstáculo constituye la implementación de sistemas forestales como actividad conjunta o complementaria a la producción agrícola. Esto permite acceder a los beneficios económicos y ambientales asociados a la actividad forestal, sin perder de vista la seguridad financiera aportada por las actividades de producción existentes.

En áreas agrícolas, la persona productora tiene la posibilidad de implementar diversos sistemas forestales, tales como plantaciones de una o más especies, sistemas agroforestales y cercas vivas. La integración del componente arbóreo dentro del modelo de producción confiere una cantidad importante de beneficios, diversificando y maximizando los retornos económicos y ambientales, procurando un sistema productivo más sostenible y menos vulnerable.



Funciones y servicios ecosistémicos aportados por los árboles.
Fuente: Adaptado de CONAFOR, 2016.

Desde el punto de vista financiero este modelo confiere estabilidad al sistema existente, maximiza el aprovechamiento de los espacios físicos y la mano de obra disponible y reduce los riesgos de producción y de mercado al no depender exclusivamente de un solo rubro para la generación de ingresos económicos.

En el campo ambiental este tipo de mosaicos son eficaces para mejorar la integridad ecológica y abordar los desafíos climáticos actuales, convirtiéndose en un componente importante de la restauración a escala de paisaje y mejorando la provisión de servicios ecosistémicos.

Si bien en la región latinoamericana se cuenta con amplia experiencia en el establecimiento de sistemas forestales con especies exóticas¹ gracias a su acelerado crecimiento y paquete tecnológico disponible, bajo este modelo muchos beneficios ambientales se reducen al ser especies fuera de su rango de distribución natural.

¹ Según la FAO, para el 2010, las plantaciones de teca "Tectona grandis" reportados en 38 países productores de este madera, eran de 4.346 millones ha, del cual 83% está en Asia, 11% en África y 6% en América tropical. [FAO, 2010](#)

Por tal razón, resulta importante procurar el uso de especies nativas² para el establecimiento de este tipo de sistemas productivos. La experiencia ha demostrado que la reforestación con especies nativas, además de proporcionar un conjunto diverso de bienes y servicios ambientales, tiene un gran potencial para abastecer segmentos del mercado local e internacional, debido a las características particulares de la madera, capacidad de establecerse en sitios con poca competencia o de plantarse de forma mixta en sistemas agroforestales u otros esquemas productivos.

Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

- Favorecen la conservación de nichos ecológicos y protegen la biodiversidad de la zona.
- Disminuyen la degradación de los suelos y aumentan su fertilidad.
- Permiten la conservación de especies vegetales y animales al funcionar como corredores biológicos.
- Al generar madera para consumo local y nacional reducen la presión sobre las áreas silvestres protegidas.
- Combaten la desertificación y mejoran la calidad del agua.
- Permiten remover el dióxido de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.
- Apoyan en la adaptación ante el cambio climático, por medio del aumento de la diversidad de cultivos y formas de producción, disminuyendo la vulnerabilidad ante los efectos de este fenómeno.
- Mejoran el efecto paisajístico.

Beneficios para la persona productora:

- Aportan bienes maderables y no maderables, así como servicios transables tales como la venta de carbono, que incrementan los ingresos económicos en finca.
- Reducen la incidencia de plagas sobre los cultivos agrícolas, funcionando como barreras biológicas.
- Satisfacen las necesidades de materia prima dentro de la finca (por ejemplo: suministro de tarimas).
- Generan diversos emprendimientos aumentando las posibilidades de trabajo en las regiones productivas.
- Permiten el acceso a incentivos locales, por ejemplo, el Pago por Servicios Ambientales (PSA)³.

Metodología de implementación de la medida

El establecimiento de un sistema forestal en finca requiere de una planificación precisa, en la cual se deben considerar aspectos tales como la identificación de los sitios que cuentan con potencial productivo, así como aquellos que requieren de conservación absoluta según sus funciones e importancia biológica. Posteriormente se deben analizar las características climáticas, fisiográficas y edáficas de los sitios disponibles para luego seleccionar las especies forestales nativas⁴ que serán utilizadas en el proyecto. Una vez establecido el sistema forestal se deben aplicar prácticas de seguimiento para mantener el recurso en óptimas condiciones. Cuando el sistema ha alcanzado su punto máximo de rendimiento se debe planificar y ejecutar el aprovechamiento gradual del recurso forestal, de forma tal que las prácticas de extracción de madera cuenten con el menor

impacto posible sobre el suelo y la biodiversidad y que a la vez se garantice su renovación, asegurando que los beneficios económicos y ambientales asociados perduren a través del tiempo.

A continuación, se detallan los procesos a seguir para el establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento potencial de sistemas forestales desarrollados con especies nativas:



Paso 1. Caracterizar el uso de la tierra dentro de la finca

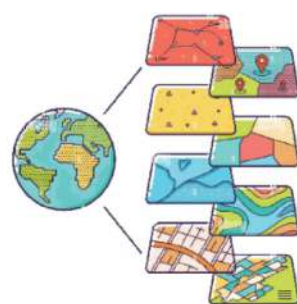
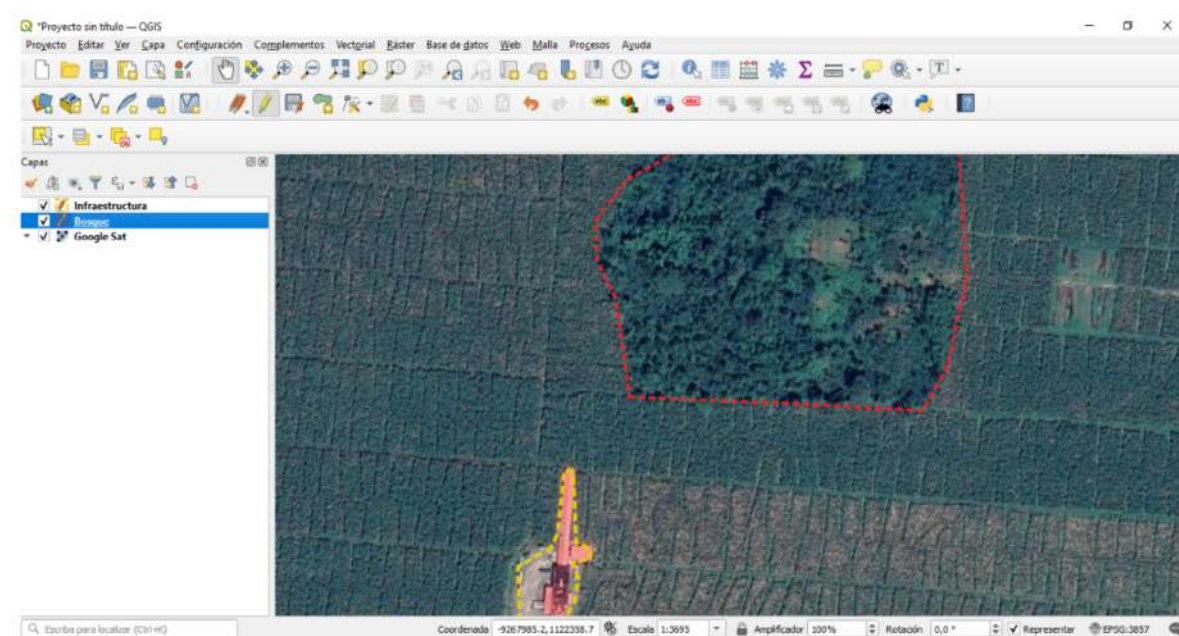
Conocer la distribución, extensión y características del uso de la tierra en la finca, es un principio básico para la toma de decisiones en torno al manejo productivo. A través de imágenes de alta resolución, así como sistemas de información geográfica (SIG) se pueden realizar análisis espaciales, definiendo estratos con características similares y determinando su distribución y extensión dentro de la unidad de producción.

Una posible estratificación podría ser la siguiente: áreas de cultivo agrícola, infraestructura (incluyendo plantas empacadoras, edificios administrativos, almacenes u otros), ecosistemas (incluyendo ríos, lagunas, áreas boscosas y sitios en regeneración natural), caminos, pastizales, áreas en descanso, otros usos.

Actualmente existe gran cantidad de fuentes de información de donde pueden obtenerse imágenes de alta resolución actualizadas, las cuáles pueden servir como base para realizar esta caracterización. Entidades como [ESRI](#), o plataformas [Google Earth](#), ofrecen imágenes satelitales accesibles de manera gratuita y con herramientas amigables para el usuario, siendo una excelente alternativa para la obtención de esta información.

Una vez que se cuenta con la imagen de alta resolución se pueden utilizar sistemas de información geográfica "SIG" para determinar la extensión total de terreno asociado a cada estrato de uso (un ejemplo es el software libre [QGIS](#)).

Es importante asegurar que la imagen seleccionada se encuentre actualizada y cuente con una resolución apropiada para visualizar los usos actuales dentro de la finca⁵.



Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Ilustración del método de identificación de imágenes satelitales y procesamiento en Sistemas de Información Geográfica.

² Especie nativa, es aquella que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. Las especies nativas tienen relaciones evolutivas y ecológicas con otras especies con las que han compartido su historia. Están bien adaptadas a las condiciones locales. [Biodiversidad Mexicana, 2021](#)

³ El Pago por Servicios Ambientales "PSA", consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado, u otra organización interesada a los propietarios(as) y poseedores(as) de bosque y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente. [FONAFIFO, 2018](#)

⁴ El rango de distribución puede consultarse en la página del [Royal Botanic Garden](#).

⁵ Ver [ficha #30](#) "Mapas de sostenibilidad"



Paso 2: Identificar las áreas con potencial para el establecimiento de sistemas forestales

La caracterización del uso de la tierra en la finca constituye una base preliminar para la identificación de áreas con potencial para el establecimiento de sistemas forestales productivos. Sin dejar de lado, la importancia de valorar criterios legales, administrativos, económicos y ambientales determinantes que ayuden a reafirmar o descartar la capacidad real de desarrollo de este tipo de iniciativas.

Desde el punto de vista ambiental y legal es importante identificar los requisitos relacionados con las zonas de retiro de cuerpos de agua tales como ríos y nacientes, en donde el establecimiento de sistemas productivos forestales no es una opción viable, resultando entonces atractiva la aplicación de prácticas de restauración⁶ y conservación de la cobertura boscosa⁷. En este sentido la persona productora debe asegurar la preservación y recuperación de todos los ecosistemas naturales, evitando que sean eliminados o remplazados, para favorecer el desarrollo de proyectos forestales en sitio.

También se deben considerar otras variables, como distancias a vías públicas, infraestructura y al mismo cultivo agrícola, disminuyendo afectaciones por incremento de plagas o enfermedades.

Usualmente las áreas con mayor potencial, son aquellos terrenos sin cobertura o que se han mantenido en descanso por periodos cortos⁸ y sobre los cuales no hay planes de expansión del cultivo principal a futuro. En este caso hay que tomar en cuenta el nivel de sucesión natural de la vegetación, ya que estas secciones pueden llegar a ser valoradas legalmente o por normativas internacionales como ecosistemas de importancia; razón por la cual es necesario analizar junto con expertos el cambio de uso del suelo y solicitar permisos con entidades responsables, según corresponda.

Por otro lado, existe la posibilidad de implementar modelos agroforestales, en donde en una misma extensión de terreno se incorporan tanto cultivos agrícolas como forestales. La inclusión de estos sistemas puede darse tanto a nivel de bloques independientes de árboles y cultivos agrícolas⁹, como también de forma intercalada¹⁰. Es importante analizar si el establecimiento potencial del sistema forestal, podría generar obstáculos para el manejo productivo del cultivo agrícola, considerando aspectos como generación de sombra excesiva o limitante, potenciales obstáculos para la fumigación aérea o terrestre, cosecha de fruta u otras.

En conclusión, aquellos sitios que no cuenten con limitaciones legales y su uso actual no corresponda a bosque podrían ser candidatos para el establecimiento de sistemas forestales. Asimismo, áreas de cultivo agrícola y linderos podrían ser visibilizados como potenciales para la inclusión de sistemas similares bajo modalidades tales como sistemas agroforestales y cercas vivas, de las cuales se hace referencia en el **paso 4**.



Paso 3: Recopilar y analizar las características climáticas, fisiográficas y de suelo de las áreas potenciales

Si bien existe una amplia variedad de especies forestales nativas que pueden ser utilizadas en sistemas productivos, cada una de ellas se adapta de forma diferente a las condiciones del entorno en donde se localizan.

Esto implica que un mismo parámetro podría ser limitante para el desarrollo de ciertas especies forestales, pero a su vez un elemento beneficioso para el crecimiento óptimo de otras especies. Por lo tanto, es necesario analizar las condiciones y características climáticas, fisiográficas y edáficas de las áreas en donde se establecerán los sistemas productivos, para seleccionar posteriormente las especies forestales apropiadas según las condiciones presentes. Algunos de los parámetros más relevantes que deberían ser evaluados se enlistan en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de selección del sistema productivo y especie forestal

Parámetro por analizar	Condiciones favorables para el crecimiento de la mayoría de las especies forestales
Topografía del terreno y pendiente	Planos o casi planos
Profundidad del suelo	No debe ser menor a 75 cm
Pedregosidad	Sin pedregosidad o poco pedregosos
Compactación	Sin compactación ni erosión
Vientos	Sitios poco ventosos
Drenaje	Sin problemas de drenaje o inundaciones
Condiciones del suelo	Suelos fértiles y poco arcillosos
Acidez en suelo	
Precipitación media anual	
Temperatura media anual	Variable según sea la especie
Cantidad de meses secos	
Altitud (msnm)	

Fuente: Elaboración propia, consulta de experto forestal¹¹



Paso 4: Seleccionar el tipo de sistema forestal a establecer

Con base en los sitios potenciales identificados en pasos previos se podrían establecer diferentes tipos de sistemas forestales, entre los que se encuentran las plantaciones forestales, cercas vivas y sistemas agroforestales.

a. Plantaciones forestales con especies nativas

Una plantación forestal se define como un rodal establecido mediante la siembra durante el proceso de forestación o reforestación. Pueden ser formados por una sola especie o por rodales de varias especies nativas.

En este tipo de sistemas las plantas se establecen a un espaciamiento definido, comúnmente a distancias que varían de 3 x 3 m (1.111 árboles por hectárea), 3,5 x 3,5 m (816 árboles por hectárea) o 4 x 4 m (625 árboles por hectárea). La distancia entre árboles influye directamente en su crecimiento, a menor cantidad de árboles el espacio para su crecimiento es mayor, por lo que el volumen de madera se concentra en pocos individuos, siendo estos más gruesos y de mayor valor comercial. En contraposición, el contar con una cantidad elevada de árboles desde la siembra aumenta las posibilidades de seleccionar aquellos de buena forma, sanos y gruesos, los cuales llegarán a la cosecha final y producirán madera de calidad (comúnmente 250 árboles por hectárea), permitiendo un mejor manejo durante el crecimiento¹².

⁶ Ver [ficha #18](#) "Recuperación de hábitats naturales degradados"

⁷ Ver [ficha #19](#) "Zonas de protección de recurso hídrico"

⁸ Se hace referencia a zonas en descanso comúnmente con no más de 2 años de abandono, en donde abundan plantas herbáceas, espinosas, arbustivas y mínima cantidad de árboles.

⁹ Áreas de monocultivos extensivos

¹⁰ Mayormente aplicable a fincas de pequeños productores de piña y banana, con un manejo familiar.

¹¹ Ingeniero Forestal. Manuel Chavarría Vargas

¹² Guía del productor para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales. [Oficina Nacional Forestal, 2009](#)



Promoción de especies forestales nativas en espacios degradados
Fuente: SERFOR, 2016

En fincas agrícolas, el desarrollo de este tipo de proyectos podría orientarse a bloques no productivos (*para el cultivo principal*) en donde se promueva la siembra de plantaciones forestales mixtas, que combinen más de una especie nativa dentro del sistema. Este escenario acelera la sucesión natural, potencia las propiedades benéficas de la interacción de especies, protegen del ataque de plagas tanto a la plantación forestal en sí como al cultivo agrícola en cuestión, compensa el crecimiento entre especies y conservan la biodiversidad de sistemas degradados¹³.

b. Cercas vivas

Este modelo consiste en plantar árboles, arbustos o palmas en línea como soportes para la delimitación de la propiedad y separación de bloques o núcleos productivos dentro de la misma finca. El establecimiento de cercas vivas en otras áreas, tales como caminos e infraestructura podría no ser funcional, debido a requerimientos de altura y densidad de árboles, así como a requisitos de normas técnicas comúnmente aplicadas en la producción agrícola¹⁴.

En términos económicos, el uso de cercas vivas representa un menor costo de establecimiento y mantenimiento que las cercas tradicionales (postes con alambre), representando un ahorro para la persona productora debido a su larga vida útil.

El espaciamiento sugerido para los árboles dentro de este modelo va de 1,5 a 2m entre individuos, pudiéndose extender hasta 6m de distancia cuando se mezclan cercas vivas con postes o materiales distintos, utilizados para evitar ingreso de animales o personas al área de cultivo, disminuyendo posibilidad de robos o como medida sanitaria ante amenazas de traslado de algunas plagas o enfermedades (por ejemplo, el caso de [Fusarium Raza 4](#) para el cultivo de banano).

Se sugiere el uso de cercas vivas multiestratos¹⁵ con especies nativas en la delimitación de la propiedad y entre bloques productivos de la finca, con lo cual se puede llegar a generar servicios ecosistémicos tales como la fijación de carbono en la biomasa y la prevención de plagas y enfermedades del cultivo al funcionar como barrera física.



Ejemplo ilustrativo de cercas vivas para la división de propiedades.
Fuente: Fundación Produce Sinaloa A.C, 2011.

Para su inclusión se recomienda un distanciamiento de 10 metros entre la cerca viva y el cultivo agrícola (o mayor en caso de existir requerimientos normativos específicos), permitiendo condiciones de espacio para el mantenimiento de la cerca, el manejo del cultivo y evitando afectaciones en la producción agrícola debido a presencia excesiva de sombra.

c. Sistemas agroforestales (SAF)

En este sistema se presenta una combinación de especies forestales, en tiempo y espacio, con especies agrícolas. Al establecerse se deben aplicar técnicas de manejo de uso del suelo, combinando árboles de uso múltiple y maderable con cultivos agrícolas perennes, lo cual se logra usando una secuencia temporal del cultivo, según las prioridades de la persona productora.

Para ejecutar este modelo es posible asociar cultivos agrícolas en forma de callejones, entre las hileras de los árboles o estableciéndolos en la colindancia de los bloques de producción de árboles maderables. Para este esquema se recomienda emplear especies forestales de copa pequeña o poco densa para minimizar la competencia por luz con los cultivos asociados. De la misma forma al cosechar los árboles en su turno final, el trabajo será menos costoso y con menor riesgo de dañar los cultivos existentes. El espaciamiento sugerido para este sistema ronda entre 10 x 10m, 12 x 12m o 10 x 25 m en la mayoría de los casos.

Si bien las plantaciones de piña y banano han sido tradicionalmente establecidas como monocultivos dentro de nuestra región, existen diferentes estudios en donde se han incorporado sistemas agroforestales con resultados satisfactorios¹⁶.



Ejemplo ilustrativo de sistema agroforestal

En el [Manual de Agroforestería publicado por GTZ \(2007\)](#) se recomienda realizar la plantación del banano en asociación con árboles forestales para evitar daños por exceso de calor y como protección contra insectos y enfermedades, usando espaciamientos de 10 x 5m bajo podas periódicas. De la misma forma, también en el cultivo de piña se pueden evitar daños por exceso de calor a través del uso de árboles sugiriendo espaciamientos de 8 x 8m o 10 x 6m.

¹³ Plantaciones forestales mixtas: una alternativa productiva y generadora de servicios ambientales. CONICET, 2019

¹⁴ Ver [ficha #11](#) "Barreras naturales áreas actividad humana"

¹⁵ Se refiere a aquellas cercas en donde se incluyen más de dos especies leñosas de diferentes alturas y usos incluyendo maderables, medicinales u ornamentales.

¹⁶ Experiencias: [piña bajo sombra en el occidente de México](#) y [cultivo de plátano en el Meta en Colombia](#).

Considerando que en áreas agrícolas extensivas el manejo del cultivo podría ser complejo en caso de incorporarse árboles dentro del sitio (debido principalmente a limitaciones asociadas a actividades como cosecha y fumigación), se sugiere el establecimiento de SAF para esquemas de producción de pequeña escala, por ejemplo, en bloques de manejo orgánico. Esto permite reforzar beneficios ecosistémicos de este tipo de modelos y variar la producción agrícola con la forestal.



Paso 5: Seleccionar las especies forestales a utilizar

Tal y como se ha referenciado en apartados anteriores, se sugiere el uso de especies nativas¹⁷ para generar múltiples beneficios a nivel ecosistémico. A continuación, se presenta una lista no exhaustiva de especies forestales con potencial para su uso en sistemas productivos tales como plantaciones forestales, sistemas agroforestales y cercas vivas. Se incluye el nombre científico y común de la especie y el país dentro del cual la especie se distribuye naturalmente. Antes de su uso definitivo dentro del sistema productivo resulta indispensable analizar las condiciones en las que cada especie se desarrolla adecuadamente, los factores que limitan su desarrollo, las características de crecimiento de la especie incluyendo aquellas que pudieran incidir o afectar el cultivo agrícola (por ejemplo, desarrollo de copa del árbol y sistema de raíces).

Tabla 2. Especies nativas con potencial para uso en sistemas forestales y su distribución en los cuatro países analizados.

Especie	Distribución natural			
Cordia alliodora (laurel, nogal, capá prieto)	✓	✓	✓	✓
Cedrela odorata (cedro, cedro amargo)	✓	✓	✓	✓
Handroanthus chrysanthus (guayacán, cortez amarillo)	✓	✓	✓	
Ochroma pyramidale (balsa, balso, lana cimarrona)	✓	✓	✓	✓
Triplaris cumingiana (fernán sánchez)	✓		✓	
Cedrelinga cateniformis (chuncho, cedro achapo)	✓		✓	
Parkia multijuga (cutanga, guarango)	✓		✓	
Jacaranda copaia (jacarandá, jacaranda, pavito)	✓	✓	✓	
Terminalia amazonia (amarillón, roble coral, macano, yumbinge)	✓	✓	✓	
Vochysia guatemalensis (chancho, cozolmecha)	✓	✓	✓	
Dipteryx panamensis (almendro de montaña, choibá)	✓	✓	✓	
Hyeronima alchorneoides (pilón, motilón)	✓	✓	✓	
Bombacopsis quinata (ceiba tolua, pochote)	✓	✓		
Tabebuia rosea (ocobo, roble, roble sabana)	✓	✓	✓	
Licaria trianda (cigua prieta)	✓	✓	✓	✓
Prunus occidentalis (almendro)				✓
Pinus occidentalis (pino criollo)				✓

Fuente: [CONABIO](#), [OTS](#), [ITTO](#), [CEDAF](#), [SINCHI](#), [Royal Botanic Garden](#).



Paso 6. Establecimiento del sistema forestal

Una vez que se ha seleccionado el modelo productivo, así como las especies forestales a utilizar, se debe proceder con el establecimiento del sistema forestal.

Para esto se deben aplicar las siguientes prácticas:

a. Seleccionar material vegetativo de alta calidad

Para el establecimiento de las plántulas en etapa de viveros es importante asegurar que las semillas se encuentren sanas, provenientes de árboles de fuste recto y robusto. El material germinado podría ser trasladado a campo una vez que la altura del tallo sea de al menos dos veces el tamaño de la raíz (tallo de aproximadamente de 25 a 30cm). Se debe asegurar que las raíces se encuentren bien formadas (no enredadas), y que las hojas se encuentren vigorosas (con un color vivo) y libres de plagas.

b. Limpieza de los puntos de siembra

Se deben eliminar las piedras, troncos, vegetación degradada y capa vegetal viva de los puntos en donde se establecerá el sistema forestal, para asegurar el crecimiento de los árboles y disminuir la competencia en etapas iniciales. Esto puede realizarse de forma manual o mecanizada. Los residuos generados de esta labor pueden ser reincorporados en el sitio a través de su mezcla con el suelo. Antes de ejecutar esta tarea es necesario tener presente las regulaciones de corta, así como la importancia ecológica de las especies vegetales existentes.

c. Marcación de los puntos de siembra

Usando como base el espaciamiento definido entre árboles se procede a la marcación de los puntos de siembra (trazado). Para esto se puede utilizar una varilla o un mecate, señalizando el distanciamiento escogido y manteniendo la distancia entre las líneas a lo largo de la pendiente (en caso de presentarse). El espaciamiento puede variar dependiendo del objetivo del sistema productivo y la especie.

d. Rodajea

En caso de que la limpieza del terreno se realice de forma manual se deben entonces aplicar rodajeas en los puntos de siembra. Esto consiste en eliminar la vegetación y pastos a nivel del suelo, en al menos 50 centímetros alrededor del lugar donde será plantado el árbol. Esta actividad se efectúa periódicamente hasta que la altura del árbol sea suficiente para librar la competencia por luz.

e. Siembra

Es preferible plantar al inicio de la época lluviosa, con el objetivo de que los árboles puedan desarrollar sus raíces al llegar a la época seca. Durante la siembra es posible adicionar abono químico u orgánico en el fondo del agujero en donde será plantado cada árbol, para luego cubrirlo con una leve capa de tierra para que las raíces no sean dañadas por el agroquímico aplicado. Cuando el sitio cuenta con un grado de pendiente importante se recomienda aplicar siembras en contorno, lo cual consiste en orientar las hileras del cultivo siguiendo las curvas de nivel. Esta práctica contribuye a disminuir la escorrentía del agua y el arrastre del suelo.

¹⁷ El rango de distribución puede consultarse en la página del [Royal Botanic Garden](#).



Paso 7. Mantenimiento y manejo

Durante los primeros años el mantenimiento de los sistemas forestales es vital. En este punto la competencia por luz y nutrientes provoca un crecimiento acelerado de especies pioneras, las cuales pueden comprometer la permanencia de los árboles plantados dentro del sistema. El mantenimiento en estas primeras etapas incluye la eliminación de la maleza, limpieza de la rodajea, aplicación de prácticas para la prevención de incendios forestales y fertilización del suelo. La frecuencia en la ejecución de estas actividades dependerá de la calidad del sitio, las condiciones climáticas, las especies utilizadas, la cantidad y calidad de los árboles y el crecimiento de la vegetación rastrera.

Con respecto al manejo, se deben aplicar técnicas y prácticas silviculturales tales como la poda y el raleo para favorecer un mejor crecimiento de los árboles y una mejor calidad de la madera. Esto lleva a una serie de beneficios entre los que se encuentra contar con árboles de mayor vigor, calidad y grosor, productos finales de buena calidad, plantaciones sanas, libres de plagas y enfermedades, menor riesgo de ocurrencia y daños causados por incendios, facilidad de acceso de personas o maquinaria al sistema forestal establecido y mayor ingreso de luz natural al sistema.

a. Poda

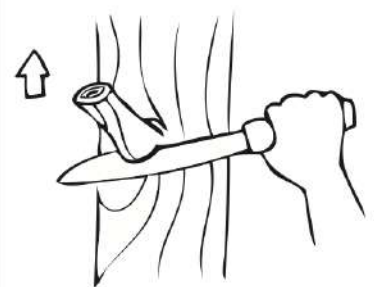
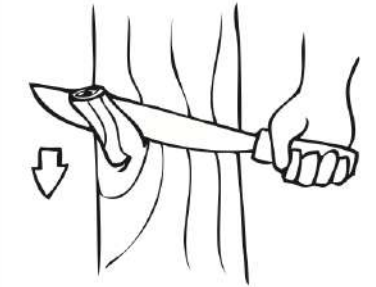
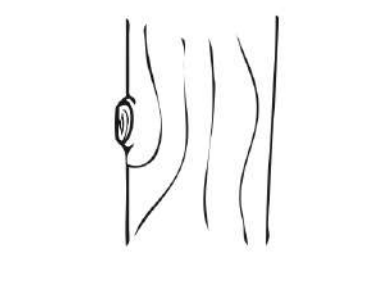
Consiste en la corta de ramas para producir madera libre de nudos, siendo estos uno de los principales defectos que disminuyen su calidad y valor económico. La poda debe ser ejecutada en época seca para facilitar la pérdida de humedad del área de corte, disminuyendo el peligro de desgarrar la corteza del árbol. Esto también reduce el riesgo de ataque por plagas y enfermedades. Es importante aplicar la poda antes de que los árboles formen ramas muy gruesas, pues bajo este escenario los cortes tardan más tiempo en cicatrizar.

La primera poda se aplica cuando los árboles han alcanzado una altura de tres metros, podando en este caso hasta una tercera parte de la copa. El corte de las ramas debe hacerse al ras del tronco, sin desgarrar la corteza, tal y como se observa en la figura. La segunda poda se debería realizar posterior al primer raleo (ver en sección siguiente), podando hasta una altura de 3,5m de la base del árbol. Para ello se pueden utilizar herramientas tales como serrucho de mango largo, cuchillo y escalera o podadora de extensión.

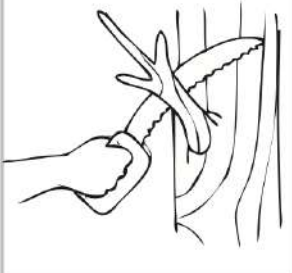

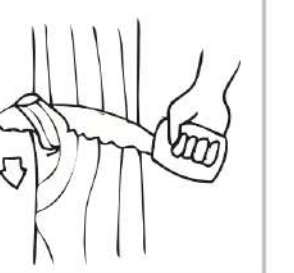
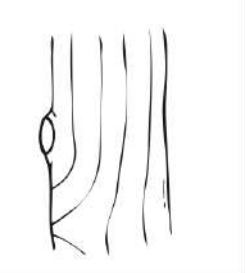
Una vez ejecutada esta tarea es importante efectuar un buen manejo del material de residuo, para impedir acumulaciones que podrían poner en riesgo la finca, tales como incendios o generación de plagas y enfermedades.

Asimismo, constituye una buena práctica la limpieza permanente de las herramientas utilizadas, pues en caso de presencia de enfermedades en los árboles podados, el uso de herramientas sin la toma de medidas podría transmitir rápidamente el agente.

Poda con cuchillo en ramas menores a 5 cm de grosor

Corte 1	Corte 2	Corte correcto
		
El primer corte se hace de abajo hacia arriba, para evitar que se desgarre la corteza.	El segundo corte se hace de arriba hacia abajo.	El resultado es un corte a ras del tronco, sin daños en la corteza.

Poda con cuchillo en ramas mayores a 5 cm de grosor

Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte correcto
			
El primer corte elimina el peso de las ramas. Se efectúa al menos a 20 cm del tronco, de arriba hacia abajo.	El segundo corte se realiza de abajo hacia arriba.	El tercer corte se hace de arriba hacia abajo.	El resultado es un corte a ras del tronco, sin daños en la corteza.

Pasos para la aplicación de la poda en sistemas forestales.

Fuente: ONF, 2009.

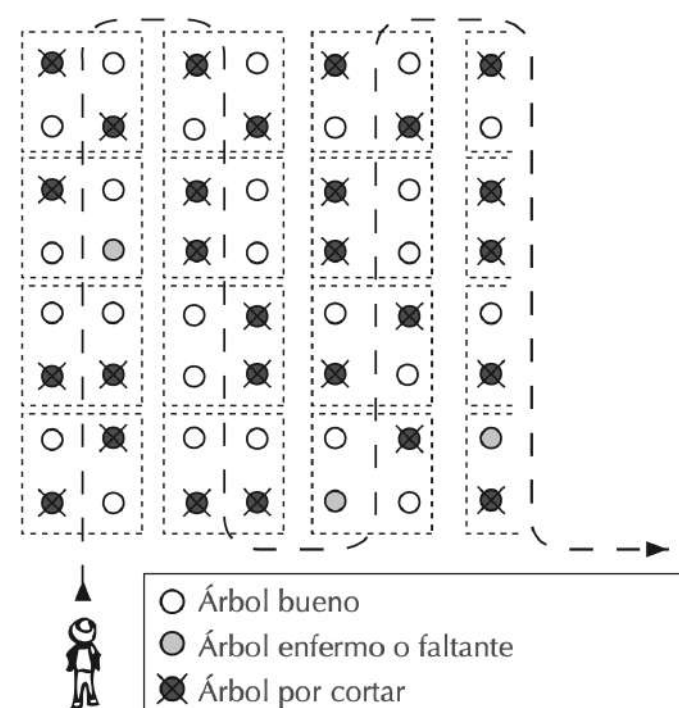
b. Raleo

Esta práctica consiste en la eliminación de un porcentaje de árboles con el fin de favorecer el crecimiento los remanentes que cuenten con mejores condiciones. A través de esta práctica se aumenta el espacio para el crecimiento de los árboles restantes, disminuyendo la competencia y poniendo a disposición mayor cantidad de luz, agua y nutrientes. Esta actividad a la vez asegura una generación de ingresos económicos a partir de la venta de madera saliente en los raleos, se desarrollan plantaciones más sanas y con mayor aireación e ingreso de luz, evitando la generación de plagas y enfermedades, entre otros beneficios. La cantidad de raleos a realizar depende de la calidad genética de los árboles, así como de la especie, rondando entre 2 a 4 raleos durante todo el ciclo productivo.

En el primer raleo se deben eliminar tanto árboles que generan competencia como aquellos que se encuentran enfermos, bifurcados con dos o más ejes, suprimidos (aquellos que cuenten menor crecimiento en grosor y altura que el resto), mala forma (torcidos) o muertos en pie.

Comúnmente la intensidad de raleo varía entre 30 a 50% de los árboles plantados inicialmente, y se ejecuta una vez que los árboles cuentan con alturas de 5 a 7 metros, o en el momento en que las copas de los árboles se estén entrelazando.

Para el caso de raleos posteriores se repite la misma práctica, procurando que a la corta final lleguen cerca de 250 árboles por hectárea en el caso de plantaciones forestales. En el caso de SAF y cercas vivas podría ser necesaria la aplicación de solamente un raleo, con la posibilidad de resiembra para reposición de los árboles cortados, considerando que el espaciamiento entre árboles ya favorece un crecimiento adecuado de los individuos.



Método de aplicación de raleos en plantaciones forestales

Fuente: ONF, 2009.



Paso 8. Aprovechamiento del recurso y restablecimiento a largo plazo

El aprovechamiento forestal se refiere a la cosecha (corta y extracción) de madera en árboles que han llegado a su pico máximo de rendimiento. Esta actividad representa una de las de mayor impacto sobre el suelo y agua, razón por la cual debe planificarse y ejecutarse siguiendo las mejores prácticas disponibles para disminuir el impacto asociado.

Esto incluye:

a. Planificar la tala y las líneas de arrastre

Se deben diseñar y planificar las rutas de extracción de la madera y su conexión con caminos en la finca o sitios para la acumulación de la madera extraída (patios de acopio). Es recomendable que la distancia entre el árbol más lejano a extraer y el punto de acopio temporal de la madera extraída no supere los 500m lineales. Esto reduce los tiempos de desplazamiento del personal encargado de la corta, así como la maquinaria utilizada durante el arrastre (en caso de emplear maquinaria).

b. Evitar la tala rasa del sistema

Uno de los beneficios de contar con sistemas forestales mixtos con especies nativas es que los individuos podrían tener diferentes turnos de corta. Esto implica que la corta final se daría de forma progresiva a lo largo del tiempo, manteniendo siempre árboles dentro del sitio, favoreciendo la conservación de beneficios ecosistémicos. Si a esto se suma la reposición de los árboles luego de su cosecha, el sistema se mantendrá generando beneficios de forma constante, por ejemplo: captura de carbono a través del crecimiento de los nuevos árboles de reposición.

c. Volteo

La dirección del volteo debe realizarse evitando las zonas de protección y conservación. Se sugiere que los trabajadores que intervengan en la cosecha mantengan una distancia de seguridad de los árboles a cortar. Se deben disponer de medidas y vías de escape para minimizar accidentes en caso de caídas no controladas de árboles. Una vez que el árbol es cortado se debe desramar en el lugar de tala, distribuyendo los residuos en la zona de corta. Esto genera un aumento en el contenido de materia orgánica en el suelo cerca de los cultivos principales, así como captura de carbono.

d. Realizar el arrastre de madera

La escogencia de la tecnología a utilizar depende de factores tales como la distancia de arrastre, la cantidad de madera a extraer, la topografía de la finca, el clima, entre otros. Se pueden llegar a utilizar sistemas de arrastre combinados, utilizando la fuerza de animales de carga o tractores agrícolas dadas las dimensiones comúnmente extraídas en sistemas productivos forestales. Esto minimiza el impacto sobre el suelo con respecto a otros métodos de extracción con maquinaria pesada.



Paso 9. Búsqueda de incentivos y recursos financieros adicionales.

Si bien la venta potencial de madera proveniente de raleos y corta final del sistema forestal constituye el principal medio de generación de ingresos económicos dentro del ciclo productivo,

durante este proceso es posible acceder a otras fuentes de recursos. Modelos tales como la venta de carbono en mercados locales e internacionales y la participación en programas de Pago por de Servicios Ambientales podrían generar ingresos económicos adicionales para la persona productora.



Indicadores de desempeño

- Hectáreas de terreno bajo sistema forestal productivo.
- Cantidad de árboles plantados por hectárea.
- Cantidad de especies forestales nativas incluidas en finca.
- Ingresos anuales en \$ por venta de madera del proyecto.
- Ingresos anuales en \$ por incentivos forestales.

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- Interno: personal encargado de establecer y dar mantenimiento a los árboles.
- Externo: persona técnica forestal encargada de dar seguimiento al sistema productivo y aplicar prácticas de manejo.

Costos económicos¹⁸:

- Establecimiento: plantación forestal de 1.000 a 1.200\$/ha, Cercas vivas de 1.200 a 1.500\$/km
- Mantenimiento en primeros años: 100 a 250\$/ha.
- Poda: 50 a 100\$/ha • Raleo: 75 a 150\$/ha.

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

El establecimiento de sistemas forestales con especies nativas favorece el desarrollo sostenible en las fincas, pasando de ser unidades de producción meramente agrícola a fincas de producción diversificadas. Modelos tales como las plantaciones forestales mixtas, sistemas agroforestales con integración del cultivo agrícola y el componente arbóreo, así como cercas vivas pueden ser desarrollados plenamente en las fincas de producción, conllevando a la generación de beneficios económicos y ambientales, tales como la provisión de material maderable, fijación de carbono, protección de la biodiversidad y suelo.

¹⁸ Consulta experto: Ingeniero Forestal. Manuel Chavarría Vargas

Casos de éxito



Producción de banano orgánico bajo la modalidad agroforestal¹⁹. [Universidad Earth](#), en su campus Guácimo, Limón, Costa Rica, mantiene desde el año 2008 un proyecto de producción de banano orgánico bajo la modalidad agroforestal²⁰.

Se han establecido cuatro sistemas de producción agroforestal²¹, incluyendo:

1. Banano – especies forestales (con árboles de pilón *Hyeronima alchorneoides*). Orientado a productores de mediana escala, cuyo principal interés comercial es el de la producción de banano. Los maderables (pilón) tienen por objetivo ser cosechados al momento de hacer la resiembra de banano, de manera que con la venta de esta madera se pueda financiar el establecimiento del siguiente ciclo del banano.

2. Banano-laurel-cacao (con árboles de *Cordia alliodora* y *Theobroma cacao*), orientado a pequeños productores.

3. Banano-frutales (con especies como toronja rosada *Citrus paradi* y rambután *Nephelium lappaceium*), también pensando en una pequeña persona productora, ya que se cultivan árboles cuyos frutos el agricultor puede comercializar o utilizar para autoconsumo familiar.

4. Banano-leguminosas (procurando el aporte de sombra, nitrógeno y materia orgánica al suelo). está pensado en el mediano o gran productor que quiere enfocarse en la producción de banano, pero a diferencia de un monocultivo tradicional, se incorporan leguminosas que brindan sombra, nitrógeno y materia orgánica al suelo.



En los SAF se establecen prácticas culturales que potencializan el cultivo y disminuyen los impactos negativos, como son la confección de domos y la red de canales que favorecen el control adecuado del nivel freático y el manejo de los excesos de agua superficial. Todos los sistemas utilizan *Erythrina berteroana* como tutor, para apuntalar las plantas de banano y como banco de nutrientes, ya que las podas de estas barreras se depositan como mulch al pie del cultivo.

El control de enfermedades como la sigatoka se realiza mediante el monitoreo constante para realizar podas de material enfermo y por la aplicación de productos orgánicos como aceites vegetales, extractos naturales, microorganismos benéficos, bioles, entre otros

Los estudios realizados demuestran que los sistemas agroforestales son resilientes a los cambios climáticos, debido a su alto nivel de diversidad de especies y pueden contribuir a la economía local y a la adaptación al cambio climático. Por lo tanto, cultivar banano orgánico de forma agroforestal potencia estas ventajas en favor de los productores rurales.



¹⁹ Sistemas agroforestales. Adaptación y mitigación en la producción de banano y cacao. [IICA, 2017](#)

²⁰ Fotografías tomadas del IICA

²¹ Se puede obtener más información de este proyecto en el [vídeo disponible](#)

Casos de éxito



[Hacienda Río Negro](#), es una finca de producción de café de 355 hectareas, perteneciente a La Minita Corp., ubicada en la zona sur de Costa Rica, en el pueblo de San Luís, de Sabalito en la región de Coto Brus, muy cerca de la frontera con Panamá. Desde el año 2001, se convirtió en la primera finca de café en Costa Rica en obtener la certificación Rainforest Alliance.

Actualmente, la Hacienda conserva 335 hectareas de ecosistemas naturales de alta relevancia, no sólo por la biodiversidad que sostienen, sino también por su cercanía con el [Parque Internacional La Amistad](#).

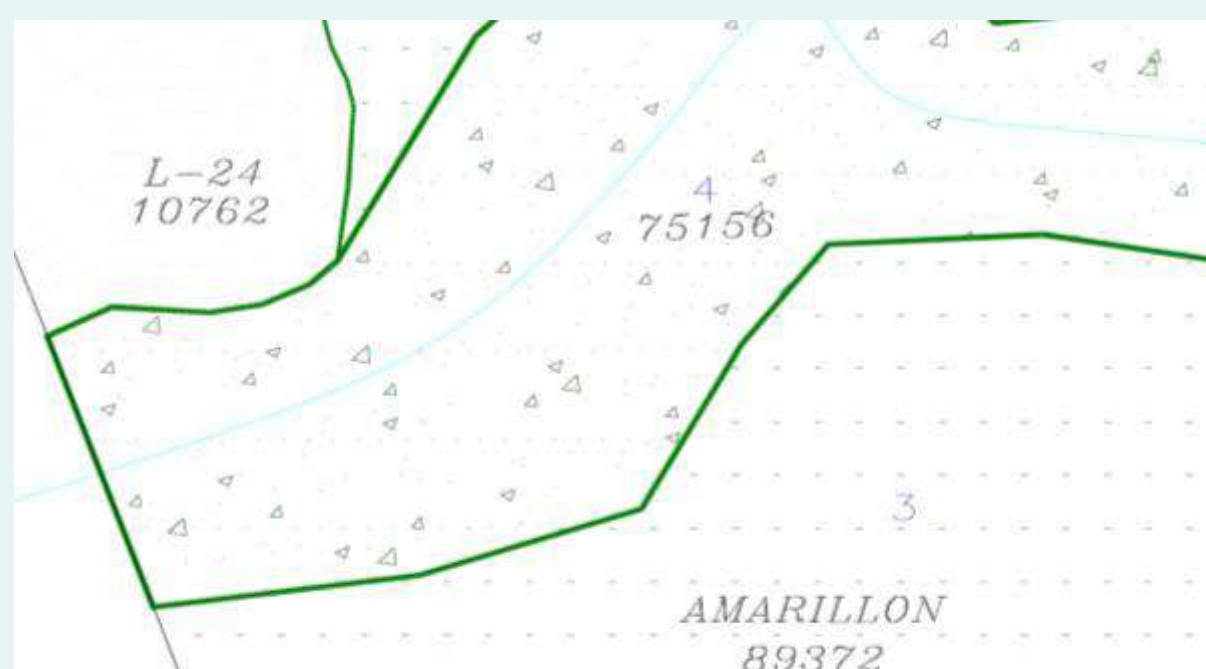
La finca se constituye en un cultivo agroforestal, en donde predominan árboles nativos en asocio con diferentes variedades de café como Caturra, Catuai y Obata. Desde el 2009, se estableció un proyecto de siembra de Amarillón (*Terminalia amazonia*), el cual abarcó una área de 82,91 hectáreas, dirigido a brindar sombra al café, conservar el recurso suelo y suministrar madera y leña para uso interno, especialmente como recurso para construcción y energía en el proceso de beneficiado.

Con el crecimiento de las plantaciones de Terminalia amazonia y las condiciones climáticas, se vio la necesidad de generar varios raleos hasta alcanzar una densidad que permitiera el crecimiento tanto del componente forestal (árboles de amarillón) como el componente agrícola (plantaciones de café), concentrando el desarrollo de la madera en los mejores individuos.

Los raleos se programaron hasta llegar a una densidad de 90 a 100 árboles por hectárea, en ningún caso se consideró la eliminación de más del 50% de los individuos existentes.

La actividad fue realizada con apoyo de un ingeniero forestal, profesional que tuvo a cargo las recomendaciones y demarcación para corta y aprovechamiento.

Los árboles de amarillón están distribuidos en los lotes 23, 24, 25, 26 y 29; siendo el lote 24 el primero en el cual se va a completar el ciclo de aprovechamiento, en concordancia con el ciclo de renovación del cultivo de café, donde se van a reemplazar con otras especies de árboles que permitirán mantener un dosel y diversidad con especies nativas.



Referencias

- [1] Teak Resources and Market Assessment 2010. <https://www.fao.org/3/an537e/an537e00.pdf>
- [2] Distribución de las Especies. [Distribución de las especies | Biodiversidad Mexicana](#)
- [3] Pago por Servicios Ambientales. <https://www.fonafifo.go.cr/es/servicios/pago-de-servicios-ambientales/>
- [12] Guía del productor para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales. [Guía productor ONFuz37186.pdf \(onfcr.org\)](#)
- [13] Plantaciones forestales mixtas: una alternativa productiva y generadora de servicios ambientales. [Plantaciones forestales mixtas: una alternativa productiva y generadora de servicios ambientales - Argentina Forestal](#)
- [19] Sistemas agroforestales. Adaptación y mitigación en la producción de banano y cacao. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3049/BVE17068963e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Otras consultas:

- Catálogo de modelos de producción forestal para pequeños productores. Paraguay. http://awsassets.panda.org/downloads/03_catalogo_de_modelos_de_produccion_forestal_para_pequenos_productores.pdf
- ¿Cuáles deberían ser las especies forestales nativas para plantaciones comerciales? Revista Ambientico #267. <https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/31476/33771/267.pdf>
- Establecimiento y manejo de cercas vivas. <https://docplayer.es/65632862-Establecimiento-y-manejo-de-cercas-vivas.html>
- Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales comerciales. San José, CR. Comunicaciones Milenio. https://onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/cyclope_old/adjuntos/Guia_productor_ONFuz37186.pdf
- Guía técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales con árboles forestales maderables. https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf
- Manual de Agroforestería. <http://www.mag.gov.py/bina/dato/Manual%20de%20agroforesteria.pdf>
- Manual de buenas prácticas de aprovechamiento forestal, Lima. http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/manual_de_buenas_practicas_de_aprovechamiento_forestal.pdf.pdf
- NASA. s.f. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/data/where-to-get-data/>
- Plantaciones forestales con especies nativas. Recursos Naturales y Ambiente. No 43. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6673/Plantaciones_forestales_con_especies_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Plantaciones forestales mixtas promueven restauración del bosque y corredor biológico en el entorno del embalse Planta Angostura. <https://multimedia.uned.ac.cr/ecen/sap-marena-2019/wp-content/uploads/sites/3/2019/10/SAP-MARENA-UNED-06set2019-Nu%C3%B1ez.pdf>
- Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. [Guía Técnica 2,013.pdf \(mag.gob.ec\)](#)
- Sistema agroforestal de banano orgánico como estrategia al cambio climático. <https://www.youtube.com/watch?v=iPTFAqd2xro>
- Sistemas agroforestales maderables en México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126296/Sistemas_agroforestales_maderables_en_Mexico.pdf
- Sistema de arrastre de madera para plantaciones forestales combinando búfalos de agua con tractor agrícola. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v16n39/2215-2504-kuru-16-39-53.pdf>
- Sistemas forestales integrales para la sierra del Ecuador. https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1426&context=abya_yala

Colaboración de Experto:

Ingeniero Forestal. Manuel Chavarría Vargas
Email: manuelchav_25@hotmail.com.