RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA REHABILITAR Y RENOVAR SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO

Preprint
No copiar

EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO

Sistemas territoriales de innovación

Agricultura

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Recomendaciones técnicas para rehabilitar y renovar sistemas agroforestales con cacao en la región del Pacífico. / Andrés Felipe Ardila Fernández [y otros cinco] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2025.

72 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-894-2

1. Theobroma cacao2. Sistema agroforestal 3. Rehabilitación forestal 4. Luz del día 5. Manejo del cultivo 6. Medidas fitosanitarias 7. Propiedad del suelo 8. Aplicación de abono.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Colección: Prácticas Agropecuarias

Tipología: Cartilla

Primera edición: diciembre de 2025

AUTORES

Andrés Felipe Ardila Fernández

David Vásquez Cardona

Karen Andrea Alarcón Beltrán

Juan David Quiñones Chillambo

Beto Alonso Moreno Caicedo

Alexandra Abadía Bermúdez

PREPARACIÓN EDITORIAL

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Felipe Solano Fitzgerald

Adecuación pedagógica: Ivvone Alexandra Duque Serna

Diseño y diagramación: La central de diseño SAS

Citación sugerida:

Ardila-Fernández, A. F., Vásquez-Cardona, D., Alarcón-Beltrán, K. A., Quiñones-Chillambo, J. D., Moreno-Caicedo, B. A., Abadía-Bermúdez, A. (2025). *Recomendaciones técnicas para rehabilitar y renovar sistemas agroforestales con cacao en la región del Pacífico.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7408942

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente:

018000-121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Preprint

No copiar

RECOMENDACIONES TÉCNICAS

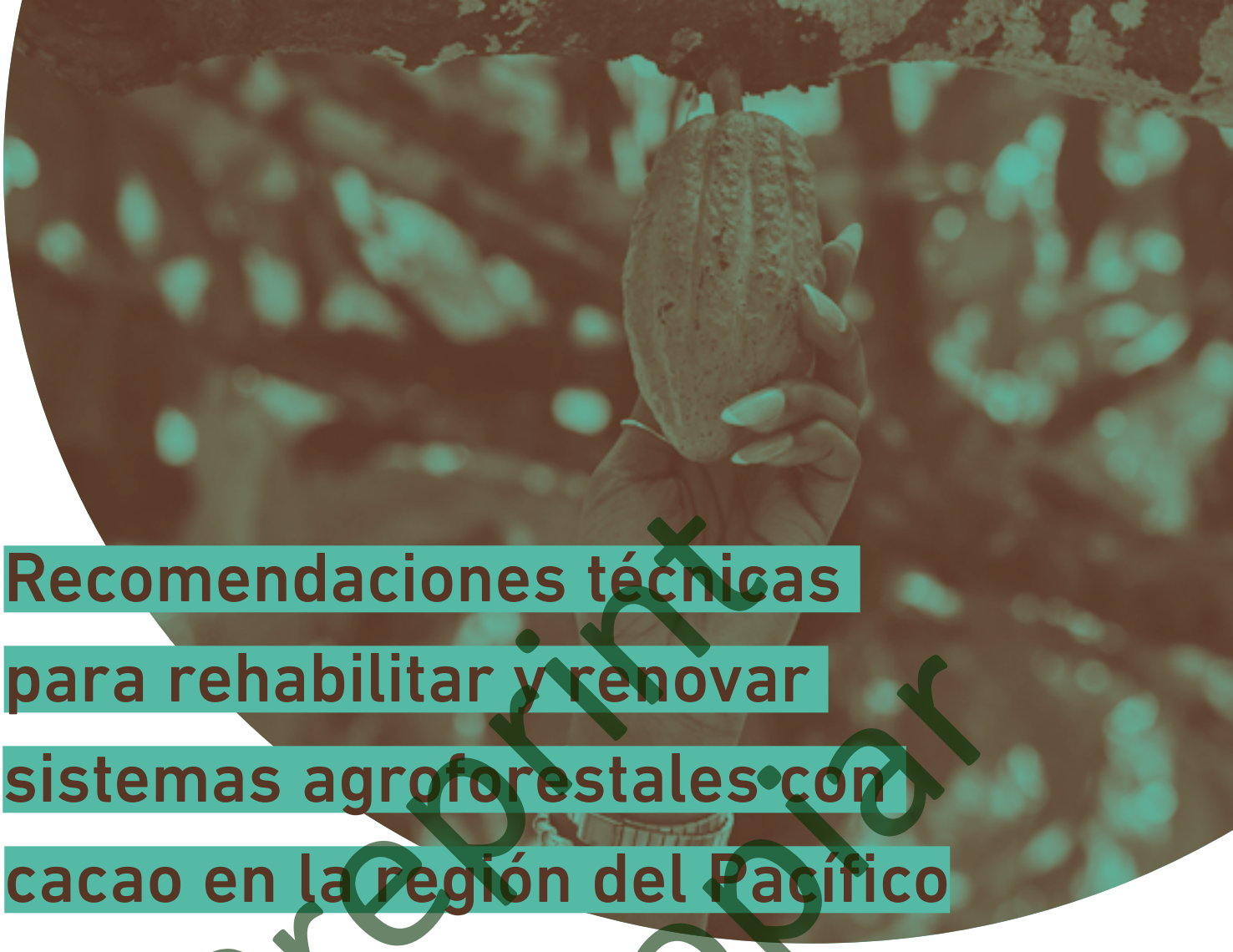
PARA REHABILITAR Y RENOVAR SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO

Preprint
No copiar

EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO

Agricultura

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Recomendaciones técnicas para rehabilitar y renovar sistemas agroforestales con cacao en la región del Pacífico

Preprint
No copiar

Resumen: Esta publicación describe las prácticas validadas en fincas de agricultores del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera en Tumaco, Nariño, para consolidar el Sistema Territorial de Innovación para el Pacífico nariñense, desarrollado por La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia, el cual fue financiado con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Esta publicación se fundamenta en los aprendizajes desarrollados en el Centro de Investigación El Mira de Agrosavia y que fueron validados de manera conjunta con el Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera y otras comunidades de la región, a partir del diálogo de saberes y de las experiencias generadas en campo en la intervención de las fincas que funcionan como faros agrícolas, dado que son modelos de los desarrollos tecnológicos que pueden ser incorporados por las comunidades rurales.

Palabras clave: cacao; rehabilitación; sistemas agroforestales; Tumaco.

AUTORES: Andrés Felipe Ardila Fernández, David Vásquez Cardona, Karen Andrea Alarcón Beltrán, Juan David Quiñones Chillambo, Beto Alonso Moreno Caicedo y Alexandra Abadía Bermúdez.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por el invaluable soporte brindado para el desarrollo del proyecto “Sistemas Territoriales de Innovación – STI Tumaco”, que sentó las bases para consolidar la presente cartilla de *Recomendaciones técnicas para la rehabilitación y renovación de sistemas agroforestales con cacao en la región del Pacífico*. De igual manera, extendemos nuestra gratitud a la junta directiva del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera, a los gestores del territorio y, de manera especial, a los productores del Consejo Comunitario por sus aportes fundamentales, conocimientos empíricos y colaboración activa, los cuales fueron cruciales para formular y validar las recomendaciones técnicas plasmadas en esta publicación. Finalmente, queremos expresar nuestro profundo reconocimiento al equipo de colaboradores del Centro de Investigación El Mira, a la Red de Cacao y a la Red de Cultivos permanentes de Agrosavia, cuya experticia técnica y dedicación contribuyeron significativamente a la rigurosidad y aplicabilidad de los contenidos presentados.

Preprint
No copiar

CONTE-NIDO

Preprint
No copiar

CAPÍTULO I.
Defina el diseño del sistema agroforestal ▪ 14

1.1 Conozca las especies acompañantes y su potencial 15

1.1.1. Características de las especies acompañantes 15

1.2. Apuéstele al modelo propuesto por Agrosavia 18

1.2.1 Densidad de siembra de la plantación de cacao 18

1.2.2. Árboles permanentes 20

1.2.3 Especies transitorias 21

1.2.3.1 ¿Cómo elegir las especies transitorias? 22

CAPÍTULO II.
Rehabilite y renueve los árboles de cacao ▪ 23

2.1. Diagnostique el estado de su cultivo 24

2.1.1. Prepare el lote antes de intervenir el cultivo 24

2.1.2 Identifique la productividad de los árboles de cacao 25

2.1.3. Defina las acciones que va a realizar y marque los árboles para intervenir el cultivo 25

2.2 Pode los árboles de cacao seleccionados 29

2.2.1. Pode los árboles productivos e improductivos 29

2.2.1.1. ¿Qué estructura debe tener el árbol? 29

2.2.2. Proteja los tejidos expuestos aplicando un cicatrizante 31

2.2.2.1. Prepare y aplique 32

2.2.3. Haga labores culturales de mantenimiento 33

2.3. Injerte los cambios de copa 34

2.3.1. Seleccione el material de cacao adecuado 34

2.3.2. Siga este procedimiento para hacer la injertación 36

2.3.2.1. Orientación 36

2.3.2.2. Altura 36

2.3.2.3. Cambio de copa por injerto en chupón basal 36

2.3.2.4. Cambio de copa por injerto en leño grueso 37

2.4. Renueve los árboles de cacao improductivos 40

CAPÍTULO III.
Adecúe el dosel del sistema agroforestal ▪ 41

3.1 Diagnostique el dosel del sistema agroforestal 42

3.1.1. Identifique las especies forestales y su papel en el SAF 42

3.1.2. Evalúe el rango de sombra actual del cultivo 43

3.2. Seleccione el rango de sombra adecuado según la etapa del cultivo 45

3.3. Planifique las prácticas que va a implementar 46

3.3.1.1. Raleos 46

3.3.1.2. Anillado 47

3.3.1.3. Poda en altura 47

3.4. Marque los árboles de acuerdo con el diseño del dosel 47

CAPÍTULO IV.
Haga manejo sanitario de la plantación 48

4,1 Identifique y maneje las principales enfermedades del cacao en el Pacífico nariñense 50

4.1.1. *Moniliophthora roreri* **50**

4.1.2. *Moniliophthora perniciosa* **51**

4.1.3. *Phytophthora* sp 51

4.1.4. *Ceratocystis* sp. 51

4.2. Haga manejo integrado de plagas y enfermedades 52

CAPÍTULO V.
Mejore la fertilidad del suelo ▪ 55

5.1 Conozca las propiedades del suelo 55

5.2 Elabore abonos para mejorar las propiedades del suelo 56

5.2.1. Abonos verdes 56

5.2.2. Compost de cama estática 57

5.2.2.1. Materiales e instrumentos 57

5.2.2.2. Creación de las camas 58

5.2.2.3. Control de humedad y temperatura 59

5.2.2.4. Control de calidad del producto terminado 60

5.2.2.5. Condiciones de almacenamiento 61

5.2.2.6. Recomendación y cuidados al momento de usarlo 61

5.2.3. Bioles 62

5.2.3.1. Materiales 62

5.2.3.2. Elaboración 63

5.2.3.3. Control de la calidad en el proceso de elaboración 64

5.2.3.4. Condiciones de almacenamiento 64

5.2.3.5. Recomendación y cuidados al momento de usarlo 64

Conclusiones 65

Referencias 66

Autoría 69

Preprint
No copiar

Introducción

Un sistema agroforestal (SAF) es un cultivo productivo conformado por diferentes especies donde se suman una serie de interacciones con enfoque agroecológico, de tal manera que promueve la biodiversidad, mitiga el cambio climático y aportar materia orgánica al suelo. Además, se integran los beneficios económicos, ambientales, productivos y sociales, lo cual permite una mayor sostenibilidad del sistema productivo. Para que un sistema productivo se considere SAF debe cumplir las siguientes condiciones:

1. Al menos dos cultivos deben interactuar biológicamente.
2. Uno de estos cultivos debe ser una especie forestal o perenne.
3. Al menos dos de los componentes interactúan para satisfacer las necesidades económicas del agricultor.

Además, estos componentes deben ser planificados en el espacio y el tiempo de acuerdo con las características ecológicas de las especies y las condiciones de la región. Con base en estos criterios, en el diseño del SAF se determinan los siguientes aspectos:

- Función de las especies forestales.
- Densidad de siembra del cultivo productivo.
- Época de siembra y cosecha de cada especie, las cuales deben ajustarse a las condiciones propias de la región.

En cuanto a la función de las especies forestales, además de su aporte económico y de biomasa al suelo, en el cultivo de cacao con SAF en el Pacífico nariñense tiene especial importancia el dosel, es decir, las copas de las especies que sobrepasan la altura de la plantación de cacao. Específicamente, el dosel influye en la interacción entre las plantas y el ambiente, ya que variables como la forma, el tamaño, la porosidad de la copa, el tamaño de las hojas, el diseño de siembra, entre otras, inciden en factores como la cantidad de luz, el paso de lluvia, la humedad del suelo, la temperatura, la evaporación y el viento en el SAF (figuras 1 y 2).

Preprint
No copiar

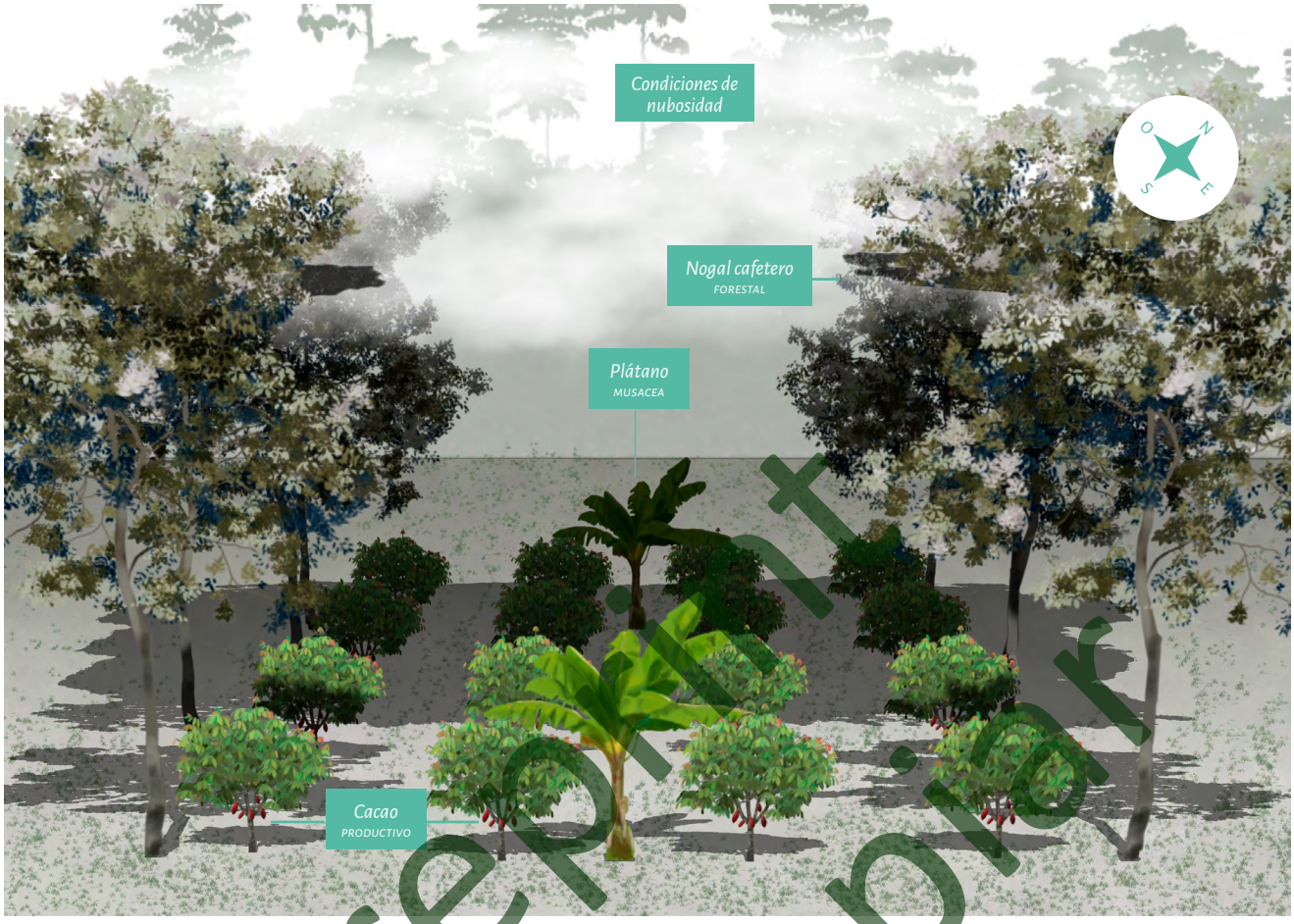


Figura 1. Características de los sistemas agroforestales.
Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Dosel de un SAF de árboles de abarco con cacao en el Centro de Investigación El Mira, Tumaco.
Foto: Andrés Felipe Ardila Fernández.

Reprint no copiar

Específicamente, en el Pacífico colombiano, una región de gran diversidad biológica y cultural, el cultivo de cacao en SAF no solo representa una oportunidad estratégica para integrar la conservación ecológica con la productividad agrícola de las comunidades, sino que el cacao también es una clara alternativa para la sustitución a los cultivos de uso ilícito en la región.

Actualmente existen varios modelos agroforestales implementados en la región que pueden integrar diversos cultivos: cacao, árboles frutales, palmáceas de interés económico (chontaduro, naidí, coco, palma de aceite, entre otras), musáceas (plátano, banano, otras), árboles maderables y otros cultivos transitorios durante el desarrollo de las plantas de cacao (figura 3).

Sin embargo, muchos de estos sistemas presentan niveles bajos de producción debido a la baja tecnificación con enfoque territorial aplicada en los SAF. Esto genera varias interacciones negativas entre los componentes biológicos del SAF, las cuales no favorecen los ingresos del productor. Como consecuencia, generalmente se presenta:

- Abandono y envejecimiento de las plantaciones de cacao.
- Interacciones inadecuadas entre el cacao y la sombra generada por el dosel de las especies acompañantes.
- Materiales de cacao establecidos en fincas de agricultores con alta vulnerabilidad a enfermedades.
- Baja fertilidad del suelo.

Preprint
No copiar



Ⓐ Ⓑ Ⓒ

Figura 3. SAF en el Centro de Investigación El Mira, Tumaco. Ⓐ SAF de naidí, árboles maderables de laurel y cacao; Ⓑ SAF de árboles maderables de abarco con cacao; Ⓒ SAF de chontaduro con cacao.

Fotos: Ⓐ Beto A. Moreno C.; Ⓑ Andrés F. Ardila F.; Ⓒ Karen A. Alarcón B.

Para transformar los sistemas agroforestales con cacao envejecido e improductivo hacia modelos sostenibles, se recomienda realizar las siguientes prácticas, que son el resultado de investigaciones y experiencias recogidas con productores en el Centro de Investigación El Mira de Agrosavia en Tumaco:

1. Diagnosticar el estado en el que se encuentran las plantas de cacao y determinar si la sombra que provee el dosel es adecuada para la etapa del cultivo.
2. Con base en este diagnóstico, definir el diseño del SAF de acuerdo con los objetivos del productor, las condiciones biofísicas del Pacífico nariñense y las dinámicas socioeconómicas de la región, de tal manera que el sistema no solo ofrezca fuentes diversificadas de ingresos, sino que también permita proteger los suelos, regular el microclima y conservar la biodiversidad.
3. A partir del diagnóstico y el diseño del SAF que se haya decidido, definir un plan de intervención, que puede incluir estas acciones:

    a. Manejo de la plantación de cacao:
        i. Poda de mantenimiento.
        ii. Rehabilitación: poda drástica e injertos de copa.
        iii. Renovación: eliminación y reemplazo de plantas improductivas.

    b. Manejo de las especies forestales:
        i. Poda en altura.
        ii. Raleo.
        iii. Anillado.

4. Prácticas culturales de mantenimiento que se deben realizar de forma permanente en la plantación:

    a. Manejo integrado de plagas.

    b. Fertilización del suelo:
        i. Abonos verdes.
        ii. Compostaje en cama fija.
        iii. Bioles.

En este contexto, la cartilla propone un modelo de SAF para el Pacífico nariñense y prácticas agrícolas que consideran las condiciones climáticas y de suelo, así como el contexto agroforestal y socioeconómico de la finca para aumentar la productividad y recuperar las funciones de las especies que interactúan en el sistema agroforestal. Además de las recomendaciones que se describen, es importante que tenga en cuenta el calendario de actividades que ha propuesto Agrosavia y otras entidades de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo (tabla 1).

Preprint
No copiar

Tabla 1. Calendario cacaotero de Nariño



Preprint
No copiar

Fuente: Fedecacao et al. (2023).

Este modelo con recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del SAF fue ajustado participativamente entre la comunidad y Agrosavia. En ese sentido, el modelo cumple con los criterios de adoptabilidad de innovación:

1. **Compatibilidad:** disponibilidad de recursos para implementar las innovaciones en cada sistema productivo, teniendo en cuenta las interacciones de los componentes y la oferta agroambiental del territorio.
2. **Simplicidad:** se consideran las capacidades técnicas del productor y su familia, la disponibilidad de recursos para la implementación, el contexto socioeconómico del territorio para acceder a recursos necesarios y la autonomía para la sostenibilidad de la innovación que se va a implementar.
3. **Superioridad:** se refiere a una fuerte ventaja comparativa de la recomendación agroforestal sobre la situación inicial del sistema productivo.
4. **Observabilidad:** se tiene en cuenta el tiempo de implementación y de la obtención de resultados de las innovaciones técnicas recomendadas.
5. **Factibilidad:** se consideran los recursos disponibles y la escala espacial y temporal para el desarrollo de la innovación, también se deben considerar los riegos inherentes.

Finalmente, cabe señalar que este enfoque forma parte de las metodologías que se han implementado en la consolidación del Sistema Territorial de Innovación (STI) para el Pacífico nariñense. La cartilla, además, es un producto del fortalecimiento de las capacidades locales, la generación de información técnica de base y el fomento de la participación de productores y gestores territoriales a partir del diálogo de saberes, de acuerdo con los lineamientos del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), promovido por la Ley 1876 de 2017.

Preprint
No copiar

Capítulo I.

Defina el diseño del sistema agroforestal

Preprint
No copiar

En este apartado se describen las principales características recomendadas para establecer el SAF con cacao teniendo en cuenta las condiciones de Tumaco. Con esta información se espera que pueda definir el sistema SAF más adecuado para su finca y, en consecuencia, planificar las acciones para establecerlo, como se indica en las secciones posteriores.

Primero encontrará la información relacionada con las especies acompañantes (permanentes o transitorias) que forman el dosel y luego la densidad de siembra de la plantación de cacao, con indicaciones sobre las características genéticas que se recomiendan para establecer el cultivo.

Preprint
No copiar

1.1 Conozca las especies acompañantes y su potencial

1.1.1. Características de las especies acompañantes

Las especies acompañantes del cacao que mantenga o incluya para conformar el dosel del SAF deben tener copas porosas que permitan el paso de la luz. Además, para seleccionar las especies con potencial maderable se recomienda elegir árboles que tengan las siguientes características:

- Adaptados a las condiciones bioclimáticas de la zona.
- De rápido crecimiento.
- Con estructura homogénea entre los árboles de la misma especie.
- Troncos definidos y rectos.
- Tolerantes a plagas y enfermedades.
- Con conformación de copa angosta y porosa.
- Hojas pequeñas y delgadas.
- Que no sean quebradizos.
- Con raíces profundas.

A partir de estas características, Agrosavia ha identificado y validado especies forestales que cuentan con los atributos adecuados para establecer el SAF con cacao y las ha clasificado de acuerdo con su potencial para asociarse con este cultivo:

› **Potencial alto:** la estructura natural de su tronco y copa hace que los árboles requieran poco manejo:

i. Laurel (*Cordia alliodora*) (figura 4a y 4b).
ii. Vainillo (*Jacaranda copaia*) (figuras 4c y 4d).
iii. Laguna (*Vochysia guatemalensis*).

Figura 4. Árboles de laurel en SAF con cacao (A y B) y de vainillo (C y D) en plantación en el CI El Mira, Tumaco.

Fotos: Andrés Felipe Ardila Fernández.



Preprint
No circular

› **Potencial medio:** requieren prácticas de manejo como poda de formación para la copa:

i. Chalviande (*Virola dixonii*) (figura 5).
ii. Cuángare (*Otoba gracilipes*).
iii. Abarco (*Cariniana pyriformis*).



Figura 5. Árbol de chalviande en el ci El Mira, Tumaco.
Foto: Andrés Felipe Ardila Fernández.

Preprint
No copiar

› **Potencial bajo:** su estructura natural requiere que tengan una mayor cantidad de prácticas de manejo, como el control de plagas en el caso del tangare, así como podas y raleos más frecuentes. Sin embargo, gracias a sus características estructurales (son árboles bifurcados, con copas amplias y hojas gruesas), estas últimas especies aportan beneficios adicionales, entre ellos, una mayor producción de biomasa y captura de carbono en el SAF:

i. Tangare (*Carapa guianensis*) (figura 6).
ii. Peinemono (*Apeiba aspera*).
iii. María (*Calophyllum brasiliensis*).



Figura 6. Árboles de tangare en SAF con cacao en el CI El Mira, Tumaco.
Foto: Andrés Felipe Ardila Fernández.

1.2. Apuéstele al modelo propuesto por Agrosavia

El modelo ajustado por Agrosavia recoge las experiencias y los resultados de la evaluación de SAF en el CI El Mira y en finca de agricultores de Tumaco. Las recomendaciones fueron implantadas en las actividades desarrolladas para la consolidación de un Sistema Territorial de Innovación con el Consejo Comunitario Bajo Mira y Frontera, las cuales incluyeron la validación de las innovaciones propuestas para los SAF de la región.

Los ajustes incluyen material de cacao altamente productivo validado en la región (TCS 19), especies forestales nativas con potencial agroforestal, palmáceas de interés económico, plátano y otras especies transitorias de bajo porte y uso de leguminosa como cobertura del suelo, componentes que interactúan en un modelo dinámico que promueve el manejo sostenible del uso de suelo. Entre los ajustes también se han considerado las condiciones agroambientales del ecosistema de bosque húmedo tropical para orientar espacialmente los diseños de SAF, definir las densidades, seleccionar las especies acompañantes y proponer prácticas que mejoren la productividad del sistema.

1.2.1 Densidad de siembra de la plantación de cacao

Debido a las condiciones de Tumaco, la densidad de siembra del cacao es menor que otras regiones cacaoteras del país, es decir, se debe tener menos árboles por hectárea. Específicamente, se debe garantizar entre 650 y 800 árboles de cacao por hectárea, pero esta decisión dependerá de la capacidad que tenga para manejar el número de árboles plantados.

Preprint
No copiar

Específicamente, en esta cartilla se recomienda uno de los modelos ajustados por Agrosavia para Tumaco, que tiene una densidad de 714 árboles de cacao por hectárea, sembrados en forma rectangular a una distancia de 4 metros (orientación E-O) por 3,5 metros (orientación N-S) (4 m x 3,5 m) (figura 7). Este diseño de siembra facilita:

- Ordenar y manejar el cacao y las especies acompañantes (transitorias y permanentes).
- Adecuar y manejar los drenajes.
- Mecanizar las labores en el SAF.
- Planificar la siembra de especies transitorias.
- Direccionar el futuro aprovechamiento con bajo impacto de los productos maderables y no maderables.

Figura 7. Modelo de siembra de cacao ajustado por Agrosavia para las condiciones de Tumaco.
Fuente: elaboración propia.



Preprint
No copiar


Jacarandacopaia


Cobertura maquenque

CACAO: 690 árboles ha^{-1}
VAINILLO: 125 árboles ha^{-1}
PLÁTANO: 690 plantas ha^{-1}
COCO: 20 palmas ha^{-1}


Auyama pastelito


Trampas para picudos

1.2.2. Árboles permanentes

En uno de los modelos que Agrosavia ha probado en Tumaco, se recomienda usar el vainillo como árbol permanente en el SAF, con una distancia de siembra de cuatro por veinte metros (4 m x 20 m) con orientación norte-sur y con una densidad inicial de 125 árboles por hectárea. Sin embargo, debe tener en cuenta que el sistema es dinámico porque la sombra depende de la etapa productiva del cultivo, de manera que deberá reducir progresivamente la cantidad inicial de árboles maderables durante el desarrollo del cacao.

El modelo también recomienda el uso de palmáceas de interés económico como naidí, coco o chontaduro, pues las palmas tienen copas porosas y permiten integrarlas en medio de la plantación cuando conviene reemplazar un árbol de cacao. En este caso, la distancia de siembra es de veinte por veintiún metros (20 m x 21 m), lo cual deriva en una densidad de 24 palmas por hectárea. También las palmas pueden orientarse como líneas en reemplazo de especies forestales, como se presenta el naidí en la figura 8 (4 m x 21 m). Estas palmáceas generalmente representan un aporte a la seguridad alimentaria de las familias, pues son activos financieros que permiten la diversificación de ingresos en meses donde el cacao no está en pico de cosecha (estacionalidad del sistema). Finalmente, en el caso del chontaduro, se recomienda sembrarlo en el perímetro del cultivo de cacao para disminuir los riesgos al productor que pueden generar las espinas del tronco y las hojas del chontaduro.

Preprint
No copiar



Figura 8. Árboles permanentes recomendados para establecer el sistema agroforestal con cacao. Ⓐ SAF de cacao con naidí en el CI El Mira, Tumaco; Ⓑ Fruto del naidí en el CI El Mira, Tumaco.

Fotos: Andrés Felipe Ardila Fernández.

1.2.3 Especies transitorias

Sembrar especies transitorias es una estrategia clave que ofrece múltiples beneficios en el SAF de cacao, pues generan ingresos económicos adicionales a corto plazo, mientras las nuevas plantas de cacao y demás especies permanentes se establecen y alcanzan su desarrollo.

Específicamente, las especies transitorias son cruciales para brindar un adecuado porcentaje de sombra que protegerá al cacao durante los primeros años del cultivo, de manera que es vital para el establecimiento exitoso de las plantas en rehabilitación y renovación. Como se trata de especies de ciclo corto en el SAF, lo ideal es que las retire gradualmente a medida que el cacao crece y su demanda de luz aumenta, lo cual asegura una transición fluida hacia el sistema maduro. Entre las variedades transitorias más comunes se destacan:

- *Diferentes especies de musáceas, como el plátano y el banano* (figura 9a). Son las más empleadas debido a su rápido crecimiento y la amplia cobertura de sus hojas, ideales para proteger las plantas de cacao en las primeras etapas de crecimiento. Asimismo, al ser un producto muy demandado en la región, estas especies permiten generar ingresos por la venta del fruto y aportan a la seguridad alimentaria de la familia del cacaotero, además de que los residuos de su cosecha (tallos y hojas) enriquecen el suelo con materia orgánica.
- *Otras especies transitorias de ciclo corto entre las calles de cacao* (figura 9b). Esta práctica genera beneficios como el control de crecimiento de yerbas indeseables en el lote, aporta a la seguridad y soberanía alimentaria de la familia del cacaotero y mantiene un suelo saludable, con lo cual se evita el uso de guadañas y herbicidas. Los beneficios de esta práctica se complementan con lo que se describe más adelante en el apartado “Mejore la fertilidad del suelo”.

Preprint
No copiar



Figura 9. Establecimiento de especies transitorias entre calles de cacao en sistema agroforestal en el Consejo Comunitario de Bajo Mira y Frontera. Ⓐ Plátano y maíz Agrosavia V114; Ⓑ Plátano, ahuyama Agrosavia La Plata.

Fotos: Andrés Felipe Ardila Fernández.

1.2.3.1 ¿Cómo elegir las especies transitorias?

Para seleccionar las especies transitorias debe tener en cuenta que algunas plantas generan sustancias químicas que afectan negativamente el desarrollo del cacao ("alelopatía"). En este sentido, es importante que defina qué aporte quiere obtener de las diferentes especies transitorias: por ejemplo, la siembra de algunas leguminosas puede ayudar a fijar el nitrógeno de la atmósfera en el suelo y aportar a la seguridad alimentaria (tal como: fríjol o siembra de matarratón para incorporar la biomasa de las podas en el suelo). Igualmente, es posible incluir especies hortícolas que tienen buen desarrollo y están dentro de la dieta de la familia (por ejemplo: yuca, maíz, ahuyama pastelito, piña, plantas aromáticas, condimentarias y medicinales), mantenidas generalmente en los bordes o espacios libres del SAF, de tal manera que el sistema se convierte en un sistema de desepensa activa para la familia productora.

Adicionalmente, tenga en cuenta los siguientes aspectos cuando vaya a incorporar especies transitorias:

- **Elección de especies:** seleccione las especies transitorias de acuerdo con el tipo de suelo, las necesidades específicas del cacao y su preferencia como productor.
- **Densidad de siembra:** para cada especie transitoria debe determinar la densidad de siembra adecuada, valorando la posible competencia con el cacao y la necesidad de espacio.
- **Manejo:** las especies transitorias requieren un trabajo adecuado (incluyendo un constante control de plagas y enfermedades), y una planificación clara para eliminar las plantas de manera gradual a medida que el cacao crece y el sombrío permanente se establece.
- Si siembra leguminosas que hacen un aporte como abono verde, por ejemplo el *Desmodium hetercocarpon*, debe hacer desyerba periódica aproximadamente entre 50 a 60 días en los lotes para evitar que se genere flor y semilla, lo cual permite que el nitrógeno se quede fijado a los suelos.

El uso de estas coberturas nobles reduce drásticamente la erosión de los suelos presentes en el municipio de Tumaco, los cuales están sujetos a altas precipitaciones, y disminuye el costo de mano de obra, pues reduce la frecuencia en el control de arvenses (manual o mecánico) y la aplicación de herbicidas.

Preprint
No copiar

Capítulo II.

Rehabilite y renueve los árboles de cacao

Preprint
No copiar

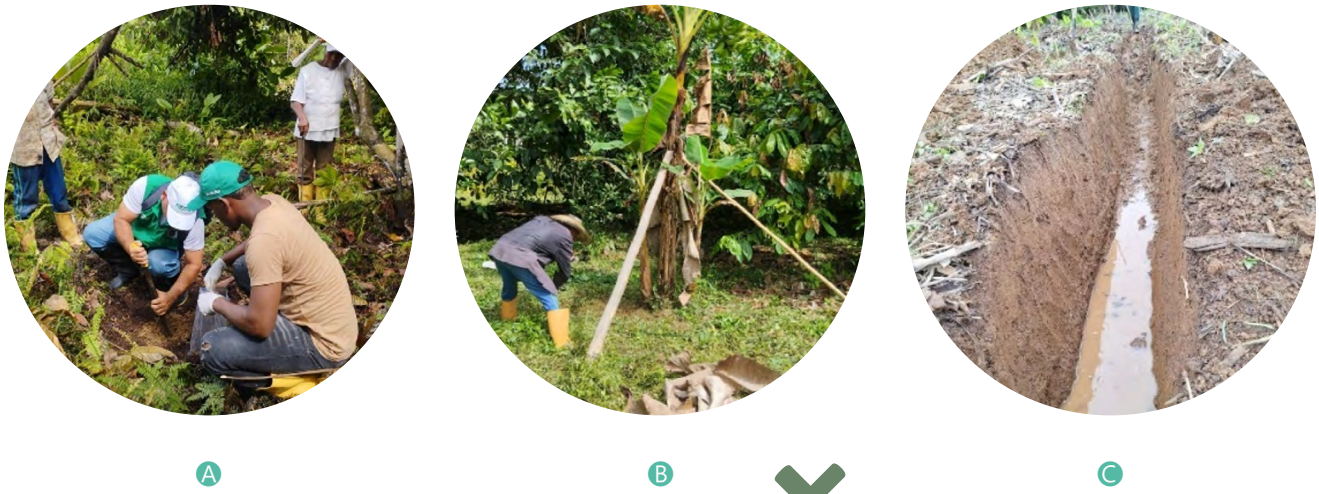
2.1. Diagnostique el estado de su cultivo

2.1.1. Prepare el lote antes de intervenir el cultivo

Antes de iniciar un proceso de rehabilitación o renovación es fundamental que realice estas actividades para acondicionar el terreno y los árboles.

1. *Analice la fertilidad del suelo en el lote.* Para ello es necesario que obtenga una muestra de calidad y libre de impurezas, pues esto garantiza una lectura y análisis confiable. En ese sentido, se recomienda realizar un trazado en zigzag en el lote, definir los puntos para la toma de submuestras, limpiar la cobertura vegetal en cada sitio de muestreo, abrir un hueco con una profundidad entre 20 cm a 30 cm, y luego mezclar las submuestras obtenidas para empacar 1 kg de muestra fresca (figura 10a).
2. *Limpie el terreno.* Elimine las arvenses y especies arbustivas que compiten por recursos con el cultivo de cacao. Lo preferible es que realice esta labor de forma manual o mecánica y evite usar herbicidas, con el fin de ayudar a conservar la biodiversidad del suelo y proteger las fuentes de agua cercanas. También debe limpiar el lote de árboles caídos o quebrados, así como de ramas y objetos que representen un riesgo o constituyan un obstáculo para acceder hasta cada árbol del SAF.
3. *Realice el plateo alrededor de cada árbol que va a rehabilitar en un diámetro aproximado de un metro.* Esto contribuye a disminuir la humedad y reducir el ataque de hongos, lo cual mejora el desarrollo de las raíces, facilita la fertilización y reduce la competencia por nutrientes. El plato puede ser cubierto con cobertura muerta para evitar el prendimiento de las arvenses competitivas, aportar materia orgánica, apoyar la agregación de suelos y el desarrollo radicular de la planta (figura 10b).
4. *Fertilice los árboles* que va a injertar 30 días antes de la poda previa a la injerción, teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelo que hizo previamente del lote y las recomendaciones del técnico. La fertilización previa a la intervención de cacao permite preparar los árboles para que tengan mayores reservas energéticas, lo cual contribuye a una mejor respuesta en los procesos de poda y cicatrización, así como mayor éxito en el prendimiento del injerto. Para mayor información, puede consultar la sección sobre fertilización, abonos verdes y elaboración de compost de cama fija y bioles.
5. *Evalúe la necesidad de construir, ampliar o hacer mantenimiento a los drenajes* existentes, así evitará el estrés de las plantas debido a largos períodos de encharcamiento (figura 10c).

Preprint No copiar



Ⓐ Ⓑ Ⓒ

Figura 10. Preparación del lote antes de comenzar las acciones de rehabilitación o renovación de las plantas de cacao en fincas del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera en Tumaco. Ⓐ Toma de muestra para el análisis de suelo; Ⓑ Limpieza del lote y plateo de árboles de cacao; Ⓒ Limpieza y adecuación de drenajes.
Fotos: Alexandra Abadía Bermúdez.

Preprint
No copiar

2.1.2 Identifique la productividad de los árboles de cacao

Los árboles de cacao se pueden clasificar según la productividad que haya identificado en el seguimiento a la producción del lote y teniendo en cuenta estos criterios:

1. *Árboles improductivos*: producen menos de 20 mazorcas al año.
2. *Árboles productivos*: producen entre 21 y 40 mazorcas al año.
3. *Árboles altamente productivos:* producen más de 40 mazorcas al año.

2.1.3. Defina las acciones que va a realizar y marque los árboles para intervenir el cultivo

Dependiendo de su productividad, deberá decidir qué acción va a realizar según el modelo de rehabilitación o renovación. Para que pueda identificarlos posteriormente, debe marcar cada árbol con una cinta de un color según la intervención que requiera, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de la acción que se debe realizar según la productividad del árbol y color de marcación

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Improductivo
Menos de 20 mazorcas al año</th><th colspan="2">Productivo
Entre 21 y 40 mazorcas al año</th><th>Altamente productivo
Más de 40 mazorcas al año</th></tr>
<tr><td>Estado del árbol de cacao</td><td colspan="2">· Envejecidos.
· Con mal anclaje.
· Tronco con deformaciones y/o grosor menor a 15 cm de diámetro
· Con copas de materiales de cacao no adaptados a la región..</td><td>· Con buena salud</td><td>Falta de manejo para mantener una buena estructura.</td><td>.Con buena salud y estructura.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Práctica recomendada</td><td colspan="5">Plateo*</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Eliminar y renovar (figuras 11a y 11b)</td><td colspan="3">Poda drástica (50 %)</td><td>Poda de mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fertilización</td></tr>
<tr><td>Injerto en leño grueso</td><td>Injerto en chupón basal</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Injertar con nuevo material productivo de cacao para formar nueva copa (figura 11d)</td><td>Injertar con su misma copa (figura 11d)**.</td></tr>
<tr><td>Color de la cinta de marcado</td><td colspan="2">Azul</td><td>Rojo</td><td>Amarillo</td><td>Blanco</td></tr>
</table>

* El plateo es una práctica que se hace para todos los árboles, independientemente de que sean productivos o no. Además, luego del plateo, se recomienda incorporar mulch o abono verde sobre la base del **árbol.**

** Lo importante es injertar los árboles con copas productivas, pueden ser del mismo lote o clones nuevos, pero validados en la región. No todos los árboles se injertan, algunos sólo necesitan que se les realice podas de mantenimiento o **formación.**

Fuente: elaboración propia.

Preprint
No copiar



Figura 11. Árboles de cacao diagnosticados en fincas del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera en Tumaco. A y B Improductivos y envejecidos para erradicar; C Improductivo para cambio de copa; D Productivo para renovar con su misma copa.

Fotos: Alexandra Abadía Bermúdez.

Preprint
No copiar

Tenga en cuenta que la *poda de mantenimiento* tiene el objetivo de mantener la forma del árbol, mejorar la ventilación, permitir la entrada de luz y facilitar la cosecha. En contraste, la *poda drástica* (rehabilitación o recepa) es un corte severo y profundo para revitalizar plantaciones viejas o improductivas, eliminando gran parte del fuste o ramas viejas y enfermas, a menudo en fases graduales, para renovar el árbol y extender su vida productiva. En síntesis, la poda de mantenimiento y la poda drástica se diferencian por su intensidad y objetivo final: mantenimiento versus rejuvenecimiento total de la planta.

Ahora bien, para comprobar si un árbol se puede injertar o debe ser cambiado, es necesario cortar la corteza o cáscara del árbol a la altura de un metro (1 m) y analizarla según los siguientes aspectos:

- **Injerte** los árboles seleccionados para cambiar su copa que en el corte presenten tonalidades claras entre rosado, café y amarillo. También debe tocar la parte interior del corte para verificar si está húmeda, lo cual garantiza que hay suficiente savia para lograr el prendimiento del injerto (figura 12).
- **Elimine y reemplace** los árboles improductivos que tengan estas características:

  a. Cuando la corteza, al desprenderse, presente tonalidades rojizas en la parte más superficial y amarillas intensas en la parte más profunda (figura 13).

  b. Cuando la corteza no se desprenda de manera total y sencilla.

Preprint
No copiar



Figura 12. Aspecto bajo la corteza que caracteriza un árbol que puede ser injertado.

Foto: Andrés Felipe Ardila Fernández.



Figura 13. Aspecto de la corteza que caracteriza al árbol improductivo que wdebe ser eliminado y reemplazado.

Foto: Andrés Felipe Ardila Fernández.

2.2 Pode los árboles de cacao seleccionados

Como se señaló, la primera labor para rehabilitar los árboles de cacao que seleccionó en el diagnóstico consiste en realizar una poda estructural para que restauren sus funciones y productividad, así como para mantener una altura deseada (control vegetativo) y prepararlos para la injertación. Cuando se logra una organización adecuada de las ramas se obtienen los siguientes beneficios:

1. Reduce la humedad.
2. Aumenta el ingreso y la captación de la luz.
3. Disminuye la incidencia de enfermedades relacionadas con la humedad y el exceso de sombra.
4. Optimiza el balance entre el crecimiento vegetativo (raíces, ramas y hojas) y la producción de frutos, de así que prolonga la vida útil y el vigor del cultivo.
5. Facilita las labores culturales, como recolección, mantenimiento, fertilización, etc. (véase el calendario cacaotero en la tabla 1).

Antes de iniciar la rehabilitación y renovación del SAF es necesario que defina el área que va a intervenir. Dependiendo del tiempo y los recursos que tenga, planifique la rehabilitación del lote de forma gradual, es decir, inicie con la rehabilitación de algunas áreas del lote hasta que finalmente intervenga todo el SAF para no afectar sus ingresos económicos.

A continuación se presentan los pasos que debe seguir para rehabilitar su cultivo.

2.2.1. Pode los árboles que haya identificado en el diagnóstico

De acuerdo con la planificación que haya definido, el siguiente paso es podar los árboles de cacao según el criterio que estableció:

- *Poda de mantenimiento:* árboles muy productivos y productivos que no requieren intervención.
- *Poda drástica:* árboles productivos que requieren injerto de copa propia o árboles improductivos aptos para el injerto de copa nueva. En este caso, se poda el 50 % de las ramas.

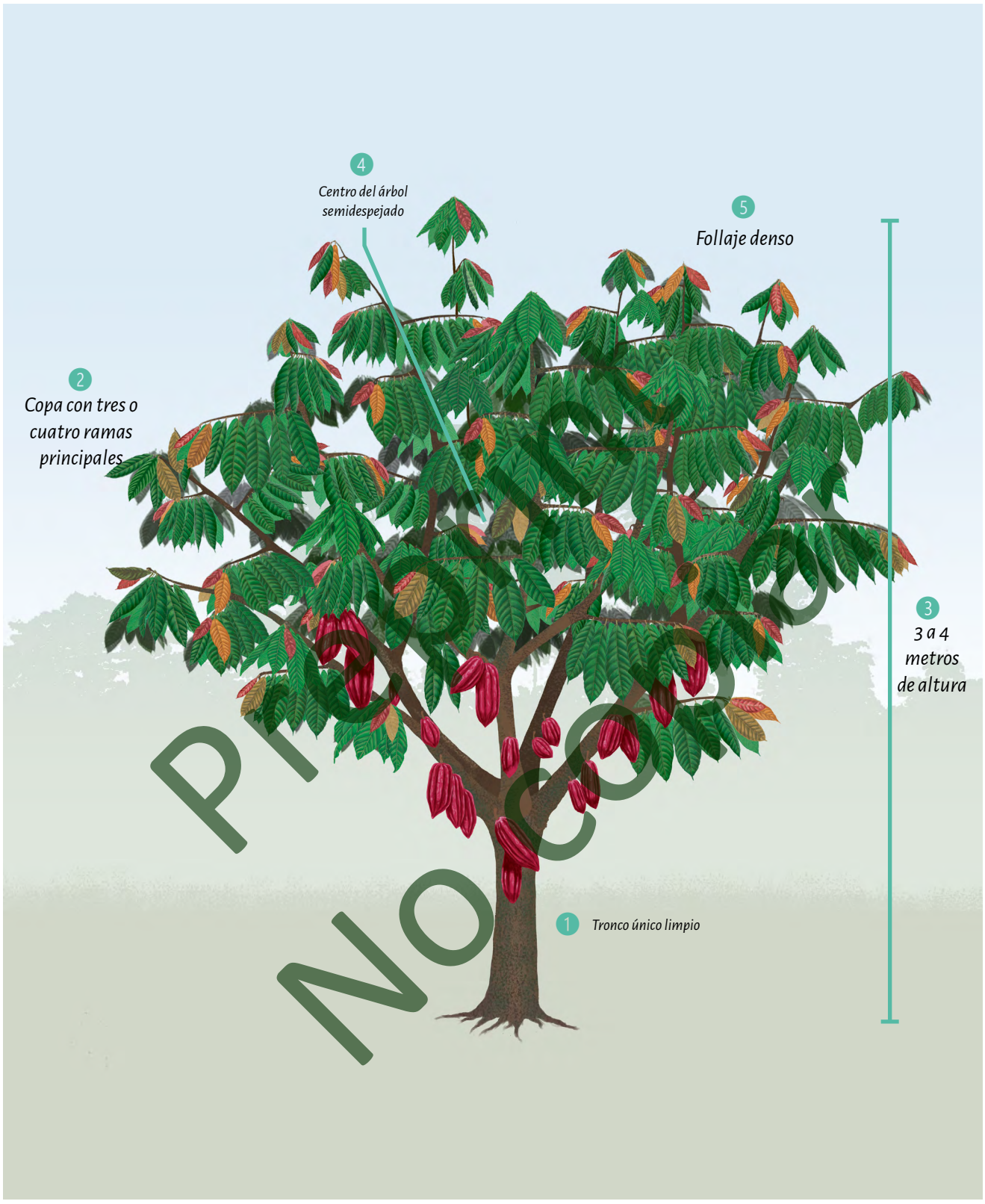
Se recomienda apilar la madera de las podas y talas fuera de las calles de tránsito o su uso para compostaje/biomasa, pero no dejarla pegada a los árboles sanos, ya que los troncos viejos de cacao son hospederos de insectos barrenadores.

2.2.1.1. ¿Qué estructura debe tener el árbol?

La estructura o arquitectura recomendada de los árboles de cacao es la siguiente (figura 14):

1. *Tronco único limpio:* sin chupones basales, con la horqueta formada de 50 cm a 100 cm de altura y sin ramas adicionales del mismo nivel.
2. *Copa con tres o cuatro ramas principales bien distribuidas:* distancia uniforme entre las ramas para la óptima entrada de luz y aireación.
3. *Control de altura:* debe estar entre tres a cuatro metros. Pode los brotes verticales o ramas superiores para facilitar el manejo y la recolección de frutos (manejo de mesa).
4. *Centro del árbol semidespejado:* debe tener forma de una copa de champaña. Elimine las ramas del interior y bajeras (primeros 60 cm) para evitar el exceso de humedad y el aumento de las enfermedades.
5. *Follaje:* debe conservar densa la capa externa del follaje para maximizar la fotosíntesis en la parte superior, mientras que la menor densidad en el interior facilita una mayor entrada de luz.

Preprint No copiar



Prohibido No comercializar

Figura 14. Estructura adecuada de un árbol de cacao.

Fuente: elaboración propia.

Se sugiere que use herramientas como la motosierra y las tijeras mecánicas, pues facilitan el trabajo de campo e incrementan el rendimiento de la labor (figura 15). Además, para que haya una cicatrización adecuada, debe realizar cortes limpios en bisel, lo cual permite un cierre natural y reduce la incidencia de enfermedades.



1 **Árbol seleccionado para rehabilitación cuando ha sido afectado por sequias, vientos, inundaciones, abandono, malas podas o mal manejo sanitario.**

2 **Árbol después de la poda con motosierra y tijera eléctrica.**

3 **Árbol de cacao con buena estructura en el ci El Mira, Tumaco.**

Figura 15. Proceso de poda de un árbol de cacao seleccionado para rehabilitación.
Fotos: 1 y 2 Andrés Felipe Ardila Fernández; 3 Beto A. Moreno C.

2.2.2. Proteja los tejidos expuestos aplicando un cicatrizante

En zonas cacaoteras de alta humedad como el Pacífico colombiano, los cortes de la poda representan puntos vulnerables para el ingreso de hongos patógenos. Por esta razón, es fundamental que complemente las buenas prácticas de poda usando una pasta cicatrizante que proteja eficazmente los tejidos expuestos, preferiblemente al mismo tiempo que la poda o máximo dos horas después.

Una de las alternativas más prácticas y accesibles es que prepare una pasta a base de pintura y fungicidas de contacto o sistémicos, los cuales actúan como una barrera química y física que reduce el riesgo de infección. La tabla 3 detalla la fórmula recomendada para la aplicación de la pasta cicatrizante en campo.

Prepr.
No copiar

Tabla 3. Insumos para preparar una pasta cicatrizante

Insumos	Cantidad	Función
Pintura de vinilo blanca tipo 1, a base de agua.	1 litro	Base protectora, refleja luz y seca rápido.
Oxicloruro de cobre u otro fungicida con registro ICA.	10–20 gramos (o 10 mililitros si es líquido)	Acción preventiva antimicótica.
Agua (si es necesario).	La mezcla no debe quedar muy líquida para que no se lave el producto antes de que seque. La consistencia debe ser pastosa/cremosa.	Base protectora, refleja luz y seca rápido

Fuente: elaboración propia.

Preprint
No copiar

2.2.2.1. Prepare y aplique

RECOMENDACIONES

Use guantes y mascarilla si va a manipular fungicidas en polvo.

No emplee pinturas de aceite, esmaltes o con plomo (pueden sellar en exceso, lo que puede generar efectos negativos e incluso llegar a ser tóxicas).

Siga estos pasos para preparar la crema cicatrizante:

1. Vierta 1 litro de pintura látex blanca en un balde limpio.
2. Agregue 10-20 gramos del fungicida en polvo o 10 mililitros si es líquido.
3. Integre muy bien hasta lograr una mezcla homogénea. Si está muy espesa, puede agregar agua hasta alcanzar la consistencia deseada y facilitar su aplicación.

Aplique la pasta cicatrizante siguiendo estas indicaciones:

› Aplique con brocha directamente sobre los cortes realizados en los árboles de cacao (figura 16a).
› Aplique solo en las superficies del corte, sin manchar cojines y/o brotes cercanos (figura 16b).



Figura 16. Protección con cicatrizante de árboles de cacao recién podados. Ⓐ Árbol de cacao recién podado sin pasta cicatrizante; Ⓑ Árbol de cacao podado y cicatrizado.

Fotos: Beto Alonso Moreno Caicedo.

A los quince o veinte días después de aplicar el cicatrizante, es necesario que revise si el producto fue lavado por las lluvias intensas y, de ser así, aplíquelo nuevamente. Para optimizar la eficiencia y prolongar la durabilidad, se aconseja que incorpore pintura tipo 1 en la mezcla.

2.2.3. Haga labores culturales de mantenimiento

Luego de la poda, es necesario que haga estas actividades de mantenimiento periódico:

1. Garantice podas semestrales (después de las cosechas).
2. Haga cortes menores cada dos a tres meses para chupones, retoños y manejo de copa.
3. Realice control cultural continuo: elimine las ramas secas, enfermas o cruzadas para reducir incidencias de enfermedad.

Preprint
No copiar

2.3. Injerte los árboles de cacao elegidos para cambio de copa

El objetivo de hacer los injertos es generar una nueva copa productiva del árbol de cacao. Puede hacer el cambio de copa por un clon productivo existente en la finca o uno nuevo, pero en cualquiera de los casos es fundamental que procure conservar al menos el 40 % de la diversidad genética de la plantación actual clonando los árboles que haya considerado productivos en el diagnóstico. A continuación, se presentan las principales consideraciones y procedimientos para realizar los injertos.

2.3.1. Seleccione el material de cacao adecuado

Para producir los clones de su finca y asegurar la variabilidad genética de la plantación, seleccione los árboles que tengan las siguientes características:

- *Número de mazorcas por árbol/año cosechadas:* cosechas de más de 35 a 40 mazorcas por año en un árbol de cacao.
- *Índice de grano:* el peso promedio de grano en seco debe ser mayor a 1,2 gramos.
- *Número de almendras por mazorca:* cada material cuenta con una distribución y número de almendras distinto (figura 17), lo ideal es que sea mayor a 35.

Preprint
No copiar



Figura 17. Distribución de almendras de cacao en diferentes materiales de cacao.
Foto: Karen Andrea Alarcón Beltrán.

- *Índice de mazorca:* la cantidad de mazorcas para sacar 1 kilogramo de cacao seco debe estar entre 10 a 15 mazorcas.
- *Auto e intercompatible:* la planta debe tener la capacidad de polinizarse a sí misma y a otros arboles de cacao con el fin de garantizar la producción de frutos.
- *Tolerancia a plagas y enfermedades*: el material de cacao seleccionado debe estar respaldado por una ficha técnica, demostrar tolerancia a enfermedades y haber sido probado en la zona de siembra.

Por otra parte, los materiales nuevos de cacao que incluirá en el saf por medio de la injertación deben ser clones que hayan sido validados en la zona. Con este propósito puede emplear el material de cacao tcs 19 (figura 18) de Agrosavia, recomendado para Tumaco por su potencial productivo (1,48 kg/planta/año), su tolerancia a enfermedades y su alta autocompatibilidad, atributos que simplifican el diseño del saf. Además, se destaca por que conserva las características de un cacao fino de sabor y aroma.

Figura 18. Árbol de cacao Agrosavia tcs 19 con registro ica para Tumaco (A y B).
Fotos: A Andrés Felipe Ardila Fernández; B Karen Andrea Alarcón Beltrán.



Preprint
No copiar

2.3.2. Siga este procedimiento para hacer la injertación

2.3.2.1. Orientación

Un aspecto importante sobre la injertación es que debe realizarla en un solo sentido (norte-sur), pues de esta manera se orienta el desarrollo de la copa y se obtiene una mejor arquitectura de la plantación, lo cual facilita las labores de manejo y cosecha.

2.3.2.2. Altura

Para definir la altura desde la base del árbol en la cual hará el injerto en leño grueso o chupón basal, debe evaluar si su lote presenta tendencia a inundarse o encharcarse durante períodos prolongados. Si ese es su caso, debe injertar a una altura superior a los 80 centímetros, aproximadamente, de lo contrario puede hacerlo a partir de los 50 centímetros de la base del árbol. De cualquier manera, el mantenimiento de los drenajes es clave para evitar la pérdida de futuras mazorcas.

2.3.2.3. Cambio de copa por injerto en chupón basal

Esta técnica de rehabilitación consiste en reemplazar la parte aérea improductiva de un árbol de cacao viejo por una nueva variedad productiva. Se selecciona un chupón vigoroso que brota de la base, el cual debe presentar un buen crecimiento vertical, con un diámetro mayor a 3 cm, sin problemas sanitarios y con un buen anclaje al suelo. Luego de realizar el injerto y garantizar su prendimiento, se debe eliminar el tronco viejo, permitiendo que el injerto se convierta en el nuevo eje productivo.

En los árboles con muchos chupones se injertarán entre dos a tres chupones, para luego eliminar los que tengan mal prendimiento o menor desarrollo (figura 19). Dependiendo de la disponibilidad de material vegetal para la injertación (varetas), los árboles que han formado su copa por debajo de 50 cm o que requieren subir su copa para evitar las pérdidas de frutos por el riesgo de inundación, se injertarán varias ramas y posteriormente se seleccionará la de mejor desarrollo.



Figura 19. Injertación en chupón basal de árbol de cacao.
Foto: Beto Alonso Moreno Caicedo.

Preprint No copiar

2.3.2.4. Cambio de copa por injerto en leño grueso

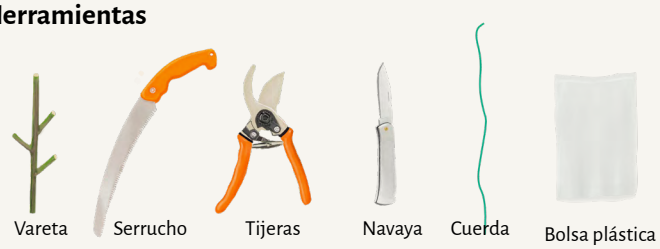
Esta práctica se realiza cuando hay un buen sistema radicular y el árbol tiene buena estructura, pero presenta baja producción y alta incidencia tanto de plagas como de enfermedades. En este procedimiento se injerta el nuevo material en el tronco principal del árbol improductivo, lo cual permite restaurar la producción entre 12 a 18 meses (figuras 20 y 21).



Figura 20. Injertación en leño grueso.
Foto: Beto Alonso Moreno Caicedo.

Preprint No copiar

Herramientas



Vareta | Serrucho | Tijeras | Navaja | Cuerda | Bolsa plástica transparente

Preprint
No copiar



Preprint
No copiar

Figura 21. Descripción de la injertación en chupón basal y leño grueso.

Fuente: elaboración propia

2.4. Renueve los árboles de cacao improductivos

Como se indicó en la explicación sobre el diagnóstico, se deben eliminar y renovar los árboles improductivos de cacao que no se pueden rehabilitar, es decir, la parte de la plantación que está deteriorada, envejecida, improductiva y tiene problemas sanitaros.

Además de la renovación y de acuerdo con la planificación del cultivo que haya realizado, si hay poca cantidad de plantas por hectárea en su finca también puede sembrar nuevos árboles productivos con el diseño de SAF que haya decidido, lo cual le permite establecer materiales altamente productivos adaptados a la región, como se presentó en la sección sobre el material adecuado para injertar.

Dependiendo de los resultados del diagnóstico, puede hacer dos tipos de renovación:

- *Renovación parcial:* en esta práctica se plantan nuevos árboles de cacao para reemplazar los árboles improductivos que se hayan eliminado del lote y se incluyen los que hagan falta para alcanzar la cantidad de cacao definida para establecer por hectárea (densidad de siembra).
- *Renovación total:* consiste en eliminar la totalidad de la plantación, lo cual incluye los árboles de cacao y el sombrío (consulte la sección sobre el manejo de las especies forestales), con el propósito de establecer un nuevo sistema agroforestal que permita mejorar la producción.

Preprint
No copiar



Capítulo III.

Adecúe el dosel del sistema agroforestal

Preprint
No copiar

Como se indicó en la introducción de la cartilla, se debe tener en cuenta que uno de los factores ambientales limitantes para la producción de cacao en Tumaco es la alta nubosidad de la región, lo cual bloquea directamente los rayos solares necesarios para la nutrición de la plantación de cacao. Además del ingreso de luz, el manejo adecuado del dosel también facilita la circulación del viento, con lo cual se evita que incremente la humedad en el cultivo y se disminuye la incidencia de enfermedades en el cacao.

En estas condiciones, es fundamental diagnosticar la sombra que proveen las especies que acompañan el cacao en función de la etapa en la que se encuentre, de tal manera que pueda determinar si requerirá podar severamente o mantener bajas cantidad de árboles para reducir la competencia por luz, como se explica en los siguientes apartados.

3.1 Diagnostique el dosel del sistema agroforestal

Antes de cualquier intervención, es fundamental que haga un diagnóstico del SAF para conocer cuáles y en qué condiciones se encuentran las especies acompañantes de los árboles de cacao. Asimismo, debe considerar las interacciones positivas y negativas que puede haber entre el dosel y el cultivo de cacao:

- *Interacciones positivas:* aporte de biomasa y nutrientes en el suelo del SAF, sombra óptima para el cacao, entre otras.
- *Interacciones negativas:* sombra excesiva, competencia por nutrientes, ramas quebradizas, entre otras.

3.1.1. Identifique las especies forestales y su papel en el SAF

Antes de intervenir el dosel de un SAF multiestrato es indispensable identificar las especies forestales, saber la cantidad existente y plantearse tres preguntas:

1. ¿Qué espera que aporten los árboles forestales al SAF teniendo en cuenta las especies?

   a. *Bienes:* madera, leña, frutas, frutos de palmas, fibras, entre otros.

   b. *Servicios:* sombra para el cacao, regulación hídrica, conservación de fauna, captura de carbono, etc.

2. ¿Cuál es el máximo porcentaje de sombra que debe tener el cultivo de cacao para el óptimo desarrollo de la planta según la etapa en la que se encuentra?
3. ¿Cuáles especies y en qué cantidad deben introducirse en el dosel, con qué arreglos de plantación y manejos para cumplir los objetivos de producción en el SAF?

Preprint
No copiar

A continuación se detalla el procedimiento para evaluar el rango de sombra en el SAF y las acciones recomendadas para adecuarlo a la etapa en la que se encuentre el cultivo.

3.1.2. Evalúe el rango de sombra actual del cultivo

Un recurso valioso para comprender mejor la distribución y el estado actual de las especies que conforman el dosel en el SAF de su finca es usar imágenes tomadas con drones, junto con herramientas de análisis espacial. De esta manera, también es posible clasificar los rangos de sombra del SAF en una plantación de cacao adulta o que está en una etapa donde ya ha estabilizado su desarrollo y producción:

- Exceso de sombra: > 65 %.
- Sombra moderada: 40-50 %.
- Sombra óptima: 30-40%.
- Exceso de luz: < 10 %.

Como muestra la figura 22, con estas imágenes y la elaboración de mapas digitales puede ajustar, planificar y proyectar el nuevo diseño de SAF.

Por otra parte, el programa Gap Light Analyzer (GLA) (empleado desde el computador) le permite calcular el porcentaje de luz que pasa a través del dosel a partir de fotografías hemisféricas (180°) tomadas en campo con un lente cóncavo (ojo de pez) (figura 23). Existen diferentes metodologías que no requieren de herramientas digitales: algunas determinan el porcentaje de sombra mediante estimaciones cuantitativas y cualitativas usando herramientas básicas o percepción visual. En todo caso, debe tener en cuenta que para estimar la sombra del estrato alto es necesario que primero haya intervenido los árboles de cacao en el SAF.



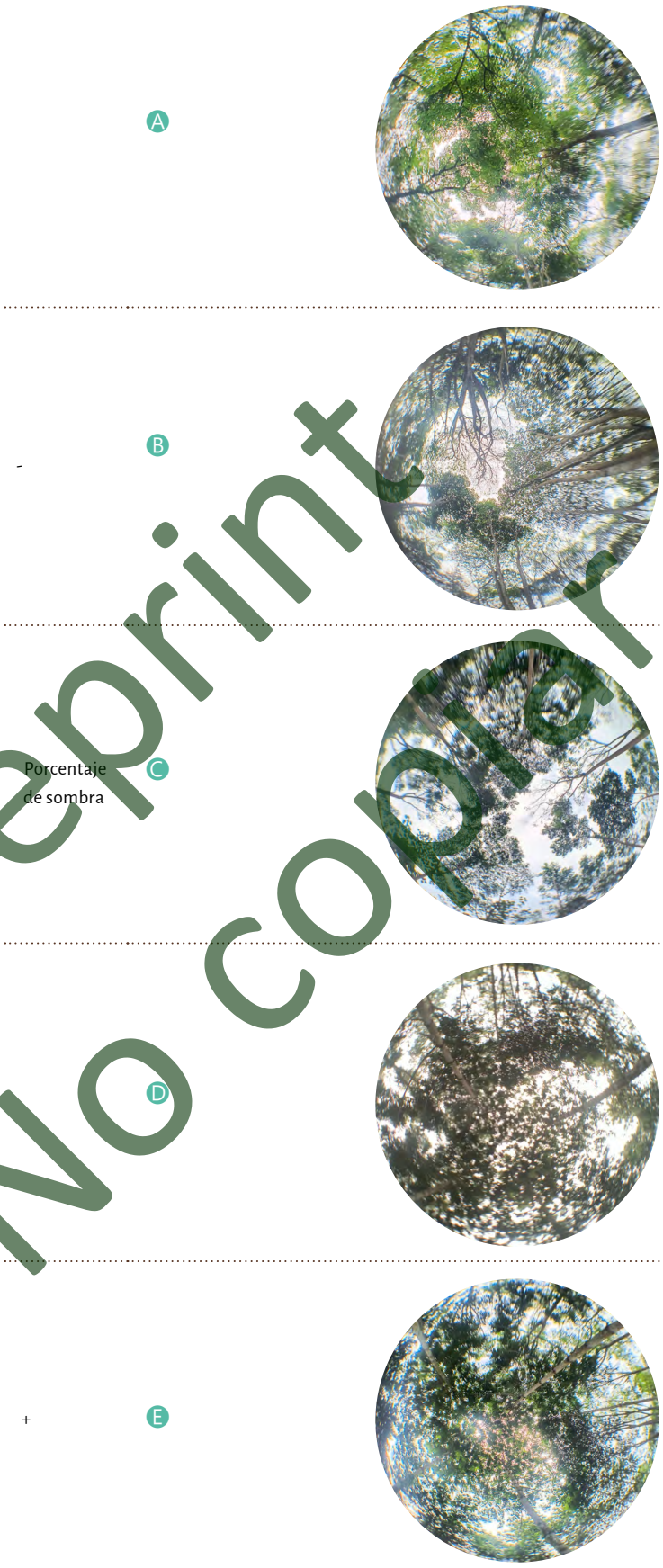
Figura 22. Clasificación visual de sombra en SAF con fotografía aérea de dron en finca del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera en Tumaco. .

Fotos: Andrés Felipe Ardila Fernández.

Preprint
No copiar

Figura 23. Fotos hemisféricas 180° que evidencian los grados de sombra en un cultivo de cacao en Tumaco.

Fotos: Andrés Felipe Ardila Fernández

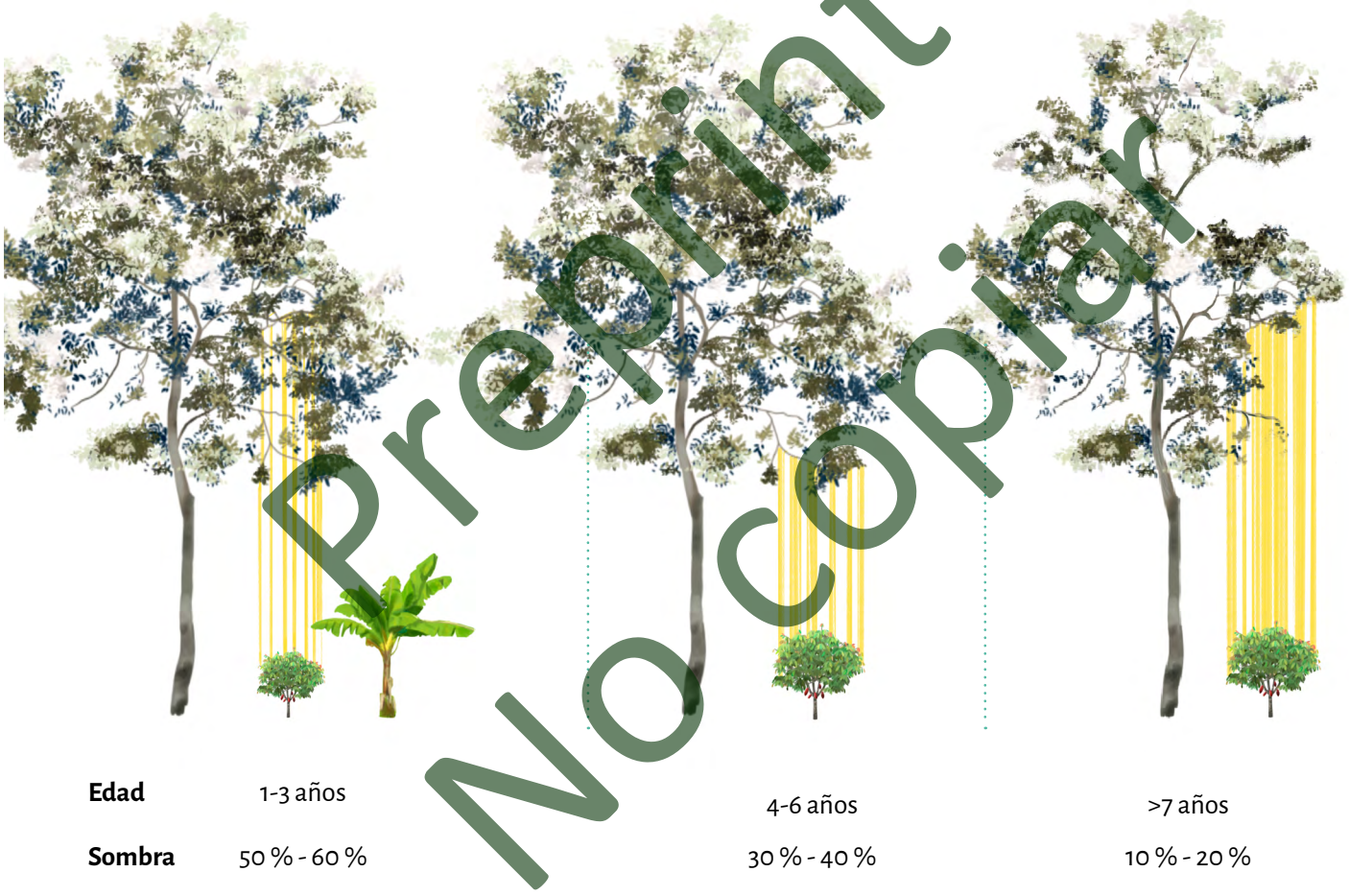


Preprint
No copiar

3.2. Seleccione el rango de sombra adecuado según la etapa del cultivo

En cuanto a la adecuación de la sombra del dosel del SAF, hay que considerar que el cacao es una especie que requiere diferentes porcentajes de sombra en distintas etapas de su desarrollo. En este sentido, el manejo del dosel se planifica a corto, mediano y largo plazo. Para ello, puede tener como referencia la figura 24.

Figura 24. Rangos de sombra adecuados en el SAF según la edad de la plantación de cacao.
Fuente: elaboración propia.



Preprint
No copiar

3.3. Planifique las prácticas que va a implementar

Después de identificar en el SAF las áreas con sombra excesiva, moderada, óptima y con exceso de luz para el cacao de acuerdo con la etapa del cultivo, el siguiente paso es definir un plan de acción para establecer qué intervención debe realizar y en qué áreas de la finca.

A continuación, la tabla 4 enlista las prácticas recomendadas de acuerdo con el porcentaje de sombra que diagnosticó en el dosel.

Tabla 4. Prácticas para manejar el dosel según el porcentaje de sombra en el cultivo de cacao

Porcentaje de sombra		Prácticas recomendadas
Exceso de sombra	**(> 65 %)**	• Haga raleo selectivo de árboles que generan mucha sombra. • Pode las copas que conforman el dosel.
Moderada	**(40-50 %)**	• Pode las copas que conforman el dosel.
Óptima	**(30-40 %)**	• Mantenga la sombra del dosel con podas de ser necesario. • Si al mismo tiempo el lote tiene áreas de resiembra de cacao, incluya especies transitorias que aporten sombra al cacao y compitan con el crecimiento de malezas entre calles.
Exceso de luz	**(< 10 %)**	• Incorpore especies que aporten sombra moderada de manera transitoria y permanente en el SAF. • Promueva la regeneración natural de especies de interés para el productor. • Plante árboles transitorios de cobertura rápida para ser podados. Por ejemplo, el matarratón, que además aporta biomasa y nutrientes al suelo.

Fuente: elaboración propia.

Luego de revisar estas prácticas, a continuación se describe cada una de manera que pueda realizarlas.

3.3.1.1. Raleos

Consiste en eliminar los árboles de cacao o forestales con crecimiento rezagado, enfermos, torcidos o con características no deseables para la producción con el objetivo de disminuir la cantidad de árboles en las fincas. Con esta práctica se busca garantizar un buen crecimiento, permitir el ingreso de luz, la circulación de aire y evitar la competencia por nutrientes con árboles de la misma especie o con el sistema agroforestal.

Preprint
No copiar

3.3.1.2. Anillado

Técnica usada para eliminar árboles por medio del corte y eliminación de la corteza alrededor del tronco en forma de anillo con ayuda de la motosierra. Su propósito principal es impedir el flujo de nutrientes desde la raíz hacia el árbol y provocar su muerte en pie. Se recomienda monitorear el árbol anillado para evitar que se convierta en un foco de plagas o que la caída natural de ramas secas afecte la seguridad del trabajador.

3.3.1.3. Poda en altura

Es una práctica que se puede usar para manejar las copas de los árboles que están conformando el dosel del cultivo y que afectan las condiciones de la plantación de cacao, para lo cual es necesario contar con expertos en trabajo en alturas.

Este tipo de podas ayudan a formar y modificar la estructura de la copa, lo cual permite ajustar el ingreso de luz y la circulación de aire en el SAF, a la vez que reduce el riesgo por desprendimiento de ramas o frutos sobre el productor.

3.4. Marque los árboles de acuerdo con el diseño del dosel

De acuerdo con el análisis anterior y el diseño del dosel que definió, marque los árboles que ha decidido eliminar teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Mal ubicados según el nuevo diseño del SAF.
2. No son de alto interés comercial o ambiental.
3. Enfermos, defectuosos o que considere que pueden causar riesgo en el lote.

Es importante que remueva del lote estos árboles empleando técnicas que reduzcan al mínimo el impacto para otros árboles y cultivos cercanos.

Preprint
No copiar



Capítulo IV.

Haga manejo sanitario de la plantación

Preprint
No copiar

Una enfermedad se desarrolla cuando existen las siguientes condiciones, conocidas como el triángulo de la enfermedad (figura 25): un hospedero susceptible a la enfermedad, un patógeno presente en la finca (sea hongo, bacteria o virus), un clima favorable para el desarrollo de la enfermedad y un factor de tiempo durante el cual esta se desarrolla.

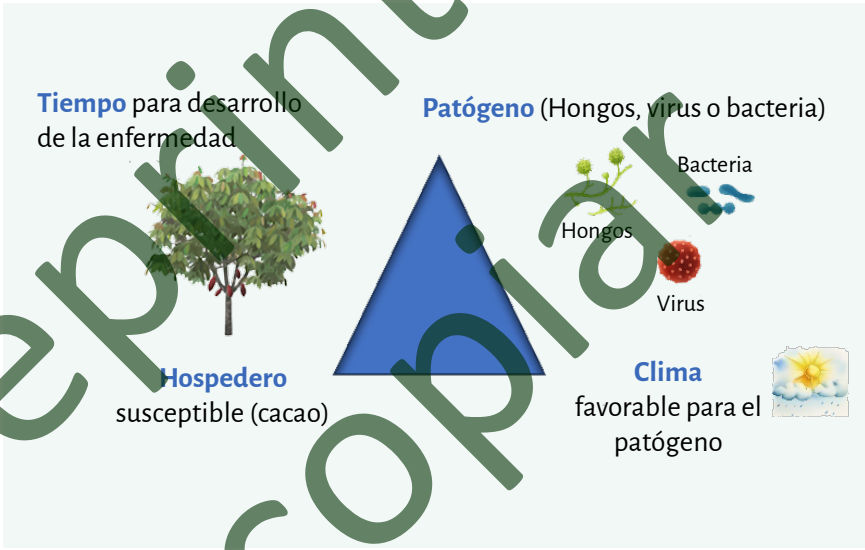


Figura 25. Factores que intervienen en el desarrollo de la enfermedad.

Fuente: elaboración propia.

Preprint No copiar

Considerando los factores que integran el triángulo de la enfermedad, para tener un buen manejo de la plantación de cacao debe realizar las siguientes acciones:

1. Identifique las principales enfermedades que se presentan en el cultivo y qué debe hacer para evitar que se propaguen.
2. Haga un control sanitario periódico cada ocho días para evitar que las enfermedades que estén presentes en el cultivo avancen hasta formar estructuras reproductivas (esporas) que puedan afectar toda la plantación.
3. Retire del cultivo todas las mazorcas enfermas y destínelas al compostaje. Esto permite reducir la carga de inóculo en la parcela y, al mismo tiempo, aprovechar el material para la producción de abonos orgánicos.

4. Aplique un cicatrizante para proteger el tejido expuesto y prevenir contaminaciones.
5. Desinfecte las herramientas antes de realizar cualquier labor en el cultivo y durante la cicatrización de las heridas para evitar la propagación de enfermedades que pueden causar la muerte del árbol, como el mal del machete (*Ceratocystis* sp).

4.1 Identifique y maneje las principales enfermedades del cacao en el Pacífico nariñense

En esta sección se presentan las principales enfermedades que afectan el cultivo de cacao en el Pacífico nariñense con el objetivo de que las pueda identificar y manejar si se presentan en su finca.

4.1.1. *Moniliophthora roreri*

Nombre común: Monilia.
Descripción y efecto: causa pérdidas del 25 % al 100 % de la producción. Se desarrolla en el interior del fruto, lo cual le genera malformaciones o gibas, zonas con marcas dispersas o con maduración irregular (figura 26) que afectan la semilla de la mazorca.
Manejo: corte la mazorca y retírela antes de que aparezca la esporulación (polvo de color blanquecino a grisáceo) (figura 27). Si la esporulación ya está presente, retírela con mucha precaución para no esparcir la enfermedad.



Figura 26. Diferentes síntomas de la enfermedad de monilia.
Fotos: Cristian C. Ortíz D.



Figura 27. Esporulación de Monilia.
Foto: Cristian C. Ortíz D.

Preprint
No copiar



Figura 28. Síntomas de la enfermedad escoba de bruja en el árbol de cacao.
Foto: Cristian C. Ortíz D.

4.1.2. *Moniliophthora perniciosa*

Nombre común: Escoba de bruja.
Descripción y efecto: causa deformaciones y aumento de brotes que generan una apariencia similar a una escoba, de manera que afecta las yemas terminales y laterales, así como los cojines florales y los frutos del cacao (figura 28). Causa pérdidas que pueden oscilar entre el 30 % y el 100 % de la producción.
Manejo: elimine los tejidos afectados para evitar que se reproduzca el hongo.

4.1.3. *Phytophthora* sp



Figura 29. Síntomas de la enfermedad de mazorca negra en frutos de cacao (a y b).
Fotos: Cristian C. Ortíz D.

Nombre común: negra.
Descripción y efecto: se caracteriza por la aparición de manchas en las mazorcas con bordes definidos, a veces redondeados, que llega a cubrir completamente el fruto (figura 29). Aunque no causa daño directo a las semillas, sí afecta la calidad organoléptica del cacao.
Manejo: elimine las mazorcas afectadas, pero no las arroje a drenajes o fuentes hídricas, ya que es la forma como se dispersan las estructuras reproductivas de la enfermedad.

4.1.4. *Ceratocystis* sp.



Figura 30. Síntomas de la enfermedad mal de machete en árbol de cacao.
Foto: Cristian C. Ortíz D.

Nombre común: Mal de machete.
Descripción y efecto: provoca la marchitez y muerte del árbol de cacao. Sucede cuando se producen heridas con herramientas infectadas con el hongo y que no fueron desinfectadas durante la poda, el plateo, el deschuponado o la cosecha (figura 30).
Manejo: desinfecte las herramientas con yodo. Cuando el árbol presente síntomas de la enfermedad, debe erradicarlo y tatar el sitio con cal y materia orgánica. Además, se recomienda que no vuelva a sembrar cacao en esa área afectada.

Preprint
No copiar

4.2. Haga manejo integrado de plagas y enfermedades

La figura 31 presenta los principales aspectos del manejo integrado de plagas y enfermedades.

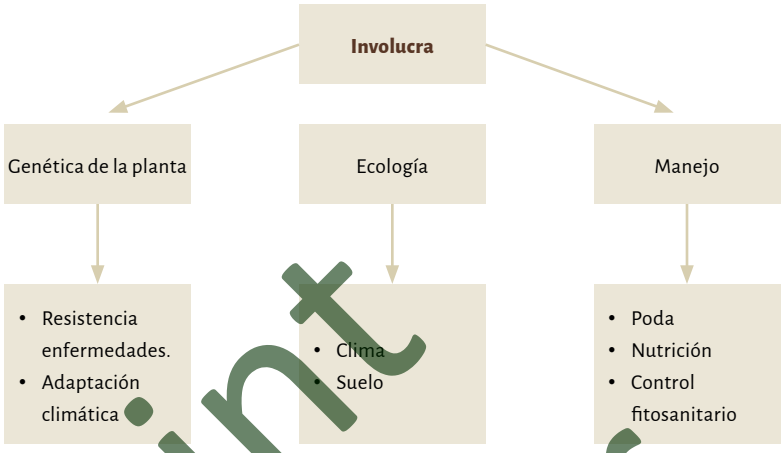


Figura 31. Esquema del manejo integrado de plagas y enfermedades en el cacao.
Fuente: elaboración propia.

Respecto a la genética de la planta, es importante que emplee materiales que hayan sido previamente evaluados en la región y que reúnan los criterios de selección que garanticen resistencia o alta tolerancia a enfermedades y que, a su vez, tengan características de productividad. Como se detalló en apartados anteriores, para asegurar que la planta conserve estas características genéticas, utilice la técnica de clonación, la cual consiste en tomar una yema del árbol madre e injertarla en una planta que ya tenga en la finca y que vaya a rehabilitar, o bien, en una planta nueva para renovar la plantación. También es importante considerar que, para garantizar la expresión de estas características del árbol en la finca, se deben cumplir los parámetros de la figura 32.

¿Qué garantiza el buen desarrollo de un árbol?

Elegir materiales que cumplan con los criterios de selección que garanticen su calidad

Asegurar los parámetros de:

Adaptación del cacao a las condiciones agroclimáticas de la zona.	Manejo agronómico del árbol de cacao.	Diseños de siembra (sistemas agroforestales)

Figura 32. Parámetros requeridos para garantizar el buen desarrollo de una plantación de cacao.
Fuente: elaboración propia.

Preprint
No copiar

Finalmente, tenga en cuenta que una planta bien nutrida es más resistente a enfermedades. Por ello, luego de realizar un análisis de suelos y conocer las necesidades del cultivo, es fundamental que consulte con un técnico el plan adecuado de fertilización, el cual debe garantizar mayor producción y fortalecer el cultivo frente a posibles ataques de plagas y enfermedades.

Preprint
No copiar



Capítulo V.

Mejore la fertilidad del suelo

Preprint
No copiar

Para desarrollar un plan de fertilidad que mejore la capacidad productiva, primero debe identificar los tipos de suelos que existen en la finca para determinar cuáles son las prácticas adecuadas.

5.1 Conozca las propiedades del suelo

Aunque el ecosistema de Tumaco es rico en la producción de biomasa, materia orgánica y minerales de carga positiva, muchos suelos requieren aportes de nitrógeno, fósforo, boro y manganeso. Específicamente, en la tabla 5 se presentan los resultados del análisis de suelos que realizó Agrosavia en lotes del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera, así como en el C.I. El Mira. Asimismo, se describen los valores ideales de los nutrientes para el cultivo de cacao.

Preprint No copiar

Tabla 5. Tabla de suelos del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera y del C.I. El Mira

Zona	pH	Conduc. eléctrica	Catiónico Efect (CICE)	Materia orgánica	Nitrógeno total (NT)	Fósforo	Azufre (S)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)	Manganeso (Mn)	Cobre (Cu)	Zinc (Zn)	Boro (B)
Unidades		**dS/m**	**cmol(+)/kg**	**g/100g suelo**		**ppm**			**cmol/kg**			**ppm**		
INGUAPI EL BAUDUAL	5,9	0,16	6,96	2,52	0,126	5,6	2,8	5,26	1,43	0,12	11,71	1,67	1,43	0,03
BOCAS DE JAPÍ	6,35	0,18	13,27	1,81	0,0905	8,41	5,76	8,26	4,32	0,15	4,62	5,19	1,57	0,1
C.I. EL MIRA	5,62	0,23	16,23	1,9	0,095	5,07	4,31	10,31	5,46	0,15	5,95	2,78	1,12	0,03
BAJO SAN ISIDRO	6,16	0,15	8,64	1,26	0,063	23,07	6,63	5,91	2,46	0,1	4,15	3,41	< 1	0,05
GUACAL BRISA	5,65	0,19	8,95	3,22	0,161	4,04	4,92	6,22	2,4	0,19	5,21	2	1,54	0,12
CARLOS SAMA	6,41	0,19	12,33	1,93	0,0965	18,82	3,93	8,46	3,57	0,12	3,1	5,62	< 1	0,05
Valores ideales	**5**	**4**	**6**	**3**	**0,15**	**12**		**4**	**1**	**0,2**	**15**	**2**	**3**	**0,6**

Fuente: elaboración propia.

5.2 Elabore abonos para mejorar las propiedades del suelo

De acuerdo con los resultados del análisis de suelos, debe identificar las alternativas que tiene disponibles en la finca para aportar los nutrientes que requiere el cultivo de cacao, considerando las limitantes encontradas en los suelos del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera. De manera puntual, en este apartado se describe de forma general cómo puede elaborar en la finca una serie de abonos para mejorar la producción de la plantación.

5.2.1. Abonos verdes

Los abonos verdes son plantas que tienen la capacidad de fijar o movilizar minerales y materia orgánica dentro de los cultivos, pues ayudan a la agregación del suelo, aumentan la capacidad de retención de agua, favorecen la porosidad de los suelos y, con ello, la aireación y la movilidad del agua y nutrientes. Las leguminosas (por ejemplo: tréboles, fríjoles, matarratón y *Desmodium*) son un tipo de abono verde que posee una relación benéfica con bacterias llamadas *Rhizobium* sp., las cuales proveen nitrógeno a la planta y al suelo. Igualmente, existen otras plantas que movilizan nutrientes, como las crucíferas o las plantas compuestas, que también pueden ser usadas como abonos verdes.

De acuerdo con estudios realizados por Agrosavia sobre el aporte de algunos de estos abonos verdes, el *Desmodium heterocarpon* tiene el potencial de fijar desde 61 kg hasta 110 kg de nitrógeno por hectárea. En Tumaco, esta planta se adapta muy bien a la asociación dentro de los SAF gracias a su tolerancia a la sombra, de manera que limita el crecimiento de yerbas indeseables y cubre la parte de la demanda nutricional del cultivo de cacao.

En particular, el *Desmodium* se siembra por las calles por medio de esquejes (figura 33), lo cual facilita su reproducción porque no es necesario esperar hasta semilla para sembrarlo. Durante la época de manejo de arvenses debe hacer desyerba periódica (entre 50 a 60 días) en los lotes para evitar que se genere flor y semilla, lo cual permite que el nitrógeno se quede fijado a los suelos.

Preprint
No copiar



Figura 33. SAF de Cacao en fase productiva con abonos verdes *Desmodium heterocarpon*.
Foto: Andrés Felipe Ardila Fernández.

5.2.2. Compost de cama estática

El compost es un abono que mejora la fertilidad del suelo y las plantas. Específicamente, se deriva del proceso de transformación de residuos orgánicos a partir de la acción de microorganismos, los cuales requieren oxígeno, humedad, minerales, fuentes de carbono y nitrógeno. En términos generales, también es importante señalar que el compostaje es un proceso mediante el cual se sanitiza la materia gracias al aumento de temperatura que sucede en una de sus fases, lo cual permite controlar la presencia de patógenos, semillas de yerbas y plantas competitivas. A continuación se describen los materiales y el procedimiento para elaborarlos.

5.2.2.1. Materiales e instrumentos

- **Materiales ricos en nitrógeno (verdes):** incluyen estiércol (puede ser gallinaza-pollinaza, bovinaza, camuraza, equinaza, entre otras, pero evite usar el estiércol de animales caseros), restos de cocina, recortes de césped, residuos de cosecha, cacota de cacao y frutos enfermos —lo cual no implica riesgos, pues el compost es un proceso de biorremediación que elimina los patógenos y enfermedades—, vástagos de plátano o banano, podas y material verde resultado de la guadaña de yerbas, así como otros materiales frescos y húmedos. Estos materiales aceleran el proceso de descomposición y proporcionan proteínas para los microorganismos.
- **Materiales ricos en carbono (marrones):** incluyen hojas secas (hojarasca), paja, ramas, chipeado de madera, entre otros materiales

Preprint No copiar

secos y fibrosos. Estos materiales proporcionan la energía necesaria para los microorganismos y ayudan a mantener una estructura adecuada para la aireación del compost.

› Máquina de chipeado, picadora de pasto o guadaña palas, bieldo y machete.
› Zona con cubierta.
› Agua.

5.2.2.2. Creación de las camas

A continuación, se presenta el paso a paso para elaborar las camas de compostaje (figura 34).

Figura 34. Proceso de elaboración de compost en cama estática.
Fuente: elaboración propia.



1

Acondicione un área con techo para evitar el exceso de humedad por lluvias.



2

Pique el material orgánico vegetal con que cuente en la finca en pequeñas partículas para favorecer la acción de los microrganismos, ya sea con machete, guadaña o, en lo posible, chipeadora.



3

Homogenice el material orgánico entre estiércol y residuos vegetales. La proporción de estiércol con el material vegetal comúnmente recomendada es de 1 parte de estiércol por 3 a 4 partes de material vegetal. Esta proporción ayuda a mantener un equilibrio adecuado entre los materiales ricos en nitrógeno y carbono, lo cual previene problemas como olores desagradables por exceso de nitrógeno o una descomposición lenta por exceso de carbono.



4

Agregue esta mezcla a los compartimentos de madera o camas en capas de 30 cm de altura, separándolas con tallos largos de plantas para garantizar el ingreso del aire. En la parte inicial de la cama, ponga troncos con el mismo propósito, la altura debe ser de 1,2 m a 1,5 m para garantizar que haya una adecuada colonización de microorganismos y que se alcance la temperatura necesaria del proceso.



5

Ponga una capa superficial de paja de 30 cm de grosor para que el vapor de agua quede atrapado, regular la humedad, minimizar la pérdida de nutrientes por la volatilización, controlar los malos olores y favorecer una descomposición homogénea del material.



6

Garantice una humedad cercana al 70 %. Para garantizar la calidad del compost, es indispensable que haga seguimiento y estandarice las humedad y la temperatura, como se describe en los siguientes apartados.

Preprint No copiar

5.2.2.3. Control de humedad y temperatura

La humedad debe iniciar en 60 %–70 % y disminuir progresivamente hasta 30 %, así se garantiza la colonización de las bacterias que suben la temperatura y que ayudan a eliminar microorganismos patógenos. No es deseable que haya humedades superiores a las recomendadas porque esto limita la difusión del oxígeno, lo cual crea condiciones anaerobias (sin oxígeno) que produce olores fétidos.

Para conocer las condiciones de humedad de la cama puede realizar la prueba de puño, la cual consiste en tomar un puñado de tierra, apretarlo y observar si la masa presenta alguna de estas características:

a. Si al hacer la prueba la masa queda apretada sin gotear ni cuartearse, el compost tiene la humedad adecuada.
b. Si al hacer la prueba la masa escurre agua, significa que hay exceso de humedad, de manera que debe realizar volteos del material para evaporar el exceso de humedad.
c. Si al hacer la prueba la masa se cuartea, significa que tiene poca humedad. En este caso, riegue las camas hasta lograr la humedad adecuada según la etapa en la que se encuentra el proceso.

También debe vigilar que la pila presente olores dulces y a tierra de bosque. De acuerdo con al olor, puede evaluar el proceso y tomar la decisión de airear o no, y si se requiere o no aportar humedad.

Por otra parte, la temperatura es un indicador determinante en el proceso de evolución del compost, por lo cual debe evaluarla de forma periódica (figura 35). Al segundo día de que haya hecho la pila, la temperatura aumenta a 50° C y puede llegar hasta 70° C. Durante el proceso evalúe este parámetro con un termómetro para compost y lleve un registro de la evolución de las camas. Si no se cuenta con el termómetro, también puede hacer la evaluación con la mano:

› Si la pila está a temperatura ambiente, el compost se encuentra en fase de maduración y pasados unos días se podrá usar. Tenga en cuenta que un compost de cama estática a una altura sobre el nivel del mar se deja madurar hasta los 60 días desde el inicio del proceso.
› Si la temperatura supera los 70°C, debe controlarla por volteo o adicionando agua, dependiendo de la humedad que tenga la cama.

Preprint
No copiar

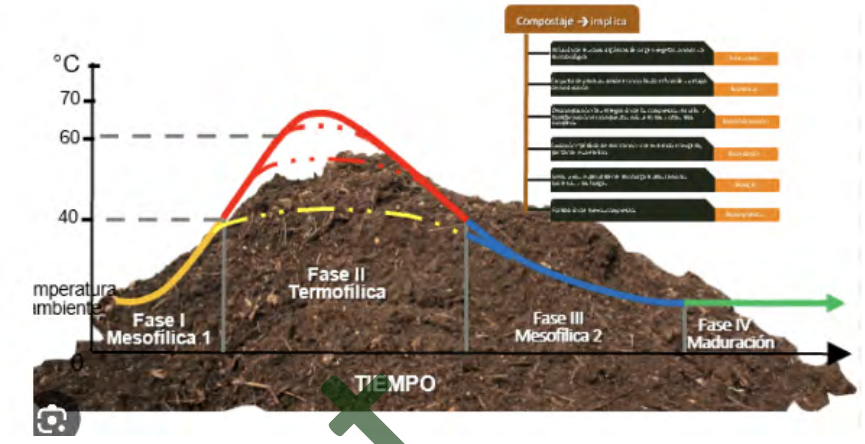


Figura 35. Etapas y características de formación del compost en cama fija.
Fuente: elaboración propia.

5.2.2.4. Control de calidad del producto terminado

Para determinar si el compost ya logró la madurez, compruebe que tenga estas características:

- Oler a tierra de bosque.
- Estar a temperatura ambiente.
- Tener entre 30 % y 40 % de humedad.
- Al tomar el material y frotarlo, debe dejar las manos con color a tierra (figura 36).



Figura 36. Fotografía de compost de cama estática en fase de maduración.
Foto: David Vásquez Cardona.

Preprint
No copiar

5.2.2.5. Condiciones de almacenamiento

El compost es un producto que contiene minerales, materia orgánica y microorganismos que se sostienen gracias a la humedad y a la bioestructura del material, pero estas condiciones se van perdiendo a medida que el compost se seca. Por lo tanto, debe procurar que conserve estas condiciones dejándolo en la cama sin mover y evitando que pierda humedad por volteo, movimiento o exposición al sol. Se recomienda aplicarlo dentro de los siguientes quince días luego de que culminó el tiempo de maduración, antes de que pierda humedad y riqueza microbiológica.

5.2.2.6. Recomendación y cuidados al momento de usarlo

De acuerdo con los resultados de los análisis realizados en fincas cacaoteras del Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera en Tumaco, se recomienda aplicar entre 2 kg a 3 kg por árbol de cacao tres veces al año (figura 37). Al momento de poner el compost, debe cubrirlo con material vegetal, como hojarasca, para garantizar que se preserve la vida de los microorganismos y su acción. Para esto también puede poner el compost en los lotes y luego guadañar para que la yerba lo proteja de los rayos del sol.

Preprint
No copiar



Figura 37. Aplicación de compost de cama estática en cultivos transitorios.
Foto: David Vásquez Cardona.

Preprint
No copiar

5.2.3. Bioles

Los biofertilizantes son abonos líquidos que entregan energía y minerales a la planta. Se preparan a base de estiércol de vaca fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se ha puesto a fermentar durante varios días en tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales, como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre, etc.

Para la región del Pacífico, se recomienda usar roca fosfórica o fosfito, que es fosfato de calcio obtenido de cocción lenta de huesos molidos de animales, proceso que requiere acompañamiento técnico para su elaboración. Otra opción es aplicar restos de pescado, adicionalmente se debe poner bórax para corregir las deficiencias de boro.

5.2.3.1. Materiales

A continuación, se describen los materiales necesarios para elaborar bioles:

- Un tanque o caneca plástica de 180 litros, con cincho.
- 50 kilogramos de estiércol (mierda) de vaca o contenido estomacal (rumen).
- 5 litros de melaza o jugo de caña.
- 4 litros de leche cruda o 10 litros de suero.
- 1,3 kilos de ceniza.
- Manguera de nivel de ⅜” a ½” de diámetro por 1 metro de longitud.
- 1 niple roscado de bronce (racor macho/macho y racor hembra/hembra) de ¼”.
- 1 botella desechable.
- 1 colador o tul para colar la mezcla.
- 6 kilogramos de roca fosfatada o fosfito.
- 1 kilogramo de bórax.

5.2.3.2. Elaboración

Siga atentamente este procedimiento para elaborar biosoles en su finca (figura 38):

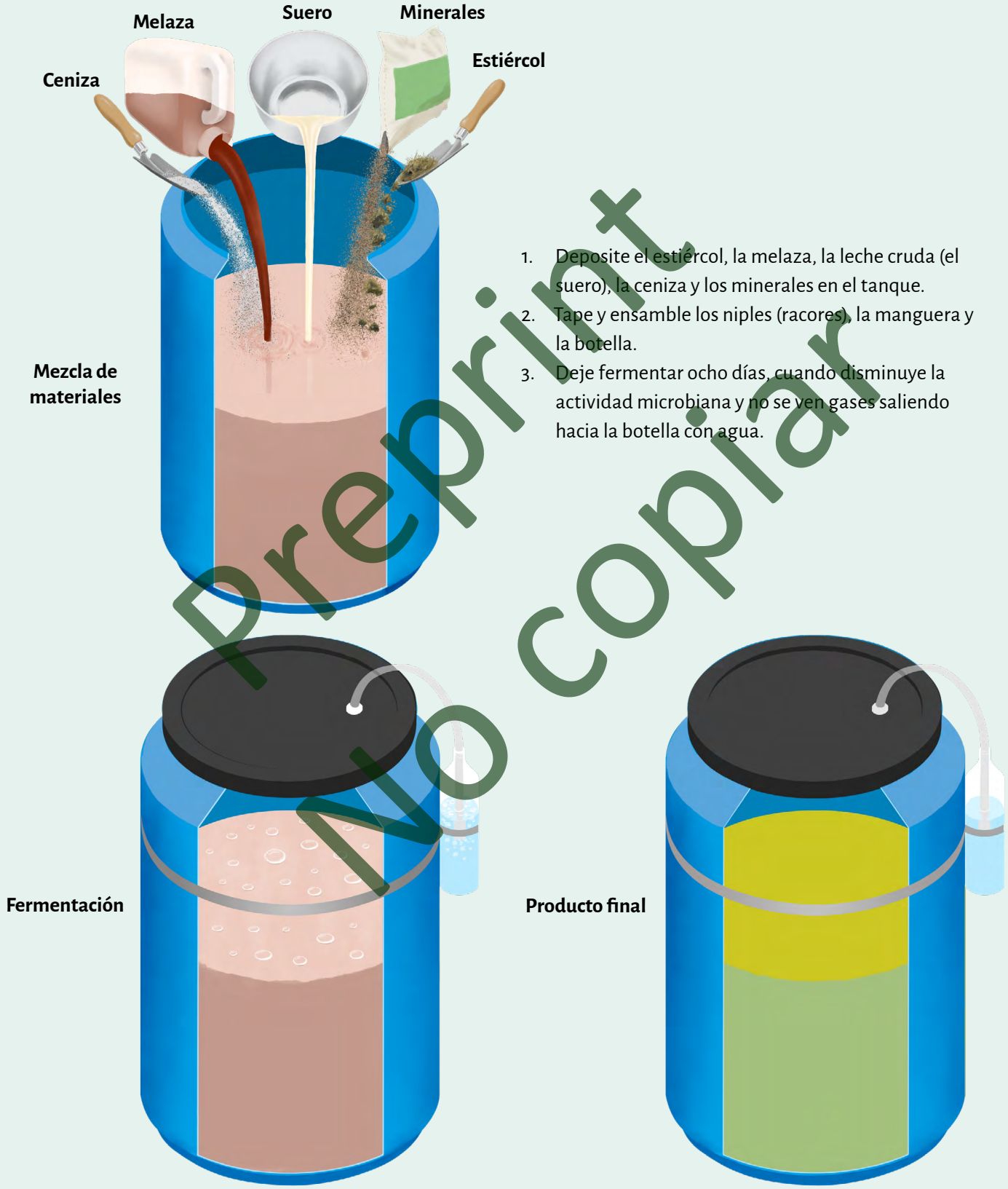


Figura 38. Pasos y materiales para la elaboración de biofertilizantes.
Fuente: elaboración propia con base en Restrepo (2007, p. 93).

1. Deposite el estiércol, la melaza, la leche cruda (el suero), la ceniza y los minerales en el tanque.
2. Tape y ensamble los niples (racores), la manguera y la botella.
3. Deje fermentar ocho días, cuando disminuye la actividad microbiana y no se ven gases saliendo hacia la botella con agua.

Preprint
No copiar

5.2.3.3. Control de la calidad en el proceso de elaboración

Para determinar la calidad del biol debe prestar atención al olor y al color del compuesto:

- **Olor:** deben ser fermentos dulces porque la presencia de melaza genera una fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno) en vía hacia el alcohol a partir de la acción de los microorganismos que colonizan el medio y transforman los azucares en alcoholes. Si se tienen olores a podrido, quiere decir que el proceso se contaminó y no siguió las rutas de fermentación deseadas para la transformación del estiércol y la unión de los minerales por parte de los microorganismos en el proceso de fermentación.
- **Color:** al final del proceso, los bioles deben tener un color verde ámbar y brillante. Si aparecen colores verde azulado y oscuro, acompañados de olores a putrefacto, significa que el material se ha contaminado y no se debe usar.

5.2.3.4. Condiciones de almacenamiento

Cuando se observa que aparecen burbujas en la trampa de gases significa que la actividad de los microorganismos ha disminuido y, por lo tanto, que es el momento de utilizar el biol. Es importante tener en cuenta que aunque la actividad biológica asociada a la fermentación cambia con el tiempo y luego de quince días es mínima, el biol conservará ácidos orgánicos, enzimas y sustancias nutritivas que puede usar durante un mes si el material no se contamina. Por esta razón, debe conservar el biol a la sombra, a bajas temperaturas y adecuadamente tapado con el cincho.

5.2.3.5. Recomendación y cuidados al momento de usarlo

Cuando el biofertilizante esté listo, aplíquelo directamente en el suelo según las condiciones y las necesidades que identificó en los análisis de suelo.

En el caso de los suelos de Tumaco, evaluados en el Sistema Territorial de Innovación (sti), aplique la mezcla preparada entre fósforo y bórax: 1 litro por bomba, es decir, en una concentración del 5 %, realizando de tres a cuatro aplicaciones durante el ciclo productivo de los cultivos. Tenga en cuenta que la mezcla que desea aplicar se prepara a partir de las necesidades que debe cubrir.

Preprint
No copiar

Conclusiones

Para iniciar con la rehabilitación o renovación del sistema agroforestal es fundamental evaluar el estado productivo de cada uno de los árboles de cacao, el diseño agroforestal y las densidades de siembra. Esta evaluación garantiza el éxito de la práctica permitiendo una mayor productividad y sostenibilidad del sistema.

El éxito del SAF con cacao depende de una buena selección, distribución y manejo de los materiales junto a las especies acompañantes como maderables, palmáceas y transitorios. Para que el sistema funcione bien, es necesario aplicar prácticas de manejo de sombra, como podas, raleos y controles sanitarios. Estas labores ayudan a reducir la aparición de enfermedades que pueden afectar la producción del cacao.

Los modelos agroforestales, junto con el uso de tecnologías y prácticas ajustadas al contexto socioeconómico y la oferta agroambiental de los territorios del Pacífico nariñense, permiten generar innovación y sostenibilidad en los SAF para recuperar la productividad en áreas con vocación agroforestal de la región.

Preprint
No copiar

Bibliografía

Agudelo Castañeda, G. A. (2019, 25 de septiembre). Variedades de cacao de Agrosavia y sistemas agroforestales SAF [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=0IMRN6E7PKY&t=352s

Alarcón Jiménez, A. (2007). *Estructura poblacional y efectos de tratamientos silviculturales en la tasa de crecimiento de especies comerciales en un bosque amazónico de Bolivia* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Simón]. Repositorio institucional. https://ibifbolivia.org.bo/wp-content/uploads/2022/09/2007-Alarcon-A.-Estructura-poblacional-y-efectos-de-tratamientos-silviculturales.pdf

Andrew, S. M., Mpelangwa, E. M., & Kimaro, A. A. (2025). Are traditional agroforestry systems nature-based carbon sinks? Empirical evidence from Tanzania. *Agroforestry Systems*, *99*(6), 145. https://doi.org/10.1007/s10457-025-01241-5

Calva, A., Pozo, C., & Ramírez, P. (2021). *El ABC para el cambio de copa en el cultivo de cacao: Una estrategia validada para renovar las plantaciones e incrementar la productividad*. Unión Europea; Comité Europeo para la Educación y Agricultura-CEFA; Cooperación Técnica Alemana-GIZ; Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG . https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2021/11/guia-cambio-de-copa-R.pdf

Cerda, R., Somarriba, E., Orozco, L., & Peguero, F. (2022). *Rehabilitación y Renovación Agroforestal de cacao.* Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://bpp.org.do/wp-content/uploads/2022/12/Guia-RRAF-Cacao.pdf

Compañía Nacional de Chocolates. (2021a). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao *L.): Fisiología y podas.* Compañía Nacional de Chocolates. https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2024/02/PDF_WEB_FOLLETO_FISIOLOGIA_Y_PODAS_CACAO.pdf

Preprint No copiar

Compañía Nacional de Chocolates. (2021b). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao *L.): Sistemas agroforestales sostenibles*. Compañía Nacional de Chocolates. https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2024/02/pdf_web_folleto_sistemas_agroforestales_1.pdf

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia]. (s. f.a). Modelo productivo de cacao. https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/modelos-productivos/modelo-productivo-cacao

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia]. (s. f.b). Recomendaciones, protocolos y metodologías. https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/cacao/recomendaciones-protocolos-y-metodolog%C3%ADas

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2013).¿Qué es agroforestería? https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/workingtrees/infosheets/WhatisAF_Spanish.pdf

Federación Nacional de Cacaoteros [Fedecacao]. (2015). *Guía técnica para el cultivo del cacao* (6.a ed.). Federación Nacional de Cacaoteros. https://canacacao.org/wp-content/uploads/fedecacao-guia-tecnica-2015-baja-1.pdf

Federación Nacional de Cacaoteros, [Fedecacao], Ayuda en Acción, & Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Agrosavia]. (2023). *Calendario cacaotero de Nariño: Herramienta pedagógica*. Ayuda en Acción; Cooperación Española Colombia. https://ayudaenaccion.org.co/uploads/2022/10/Calendario-Cacaotero-de-Narino-2022-2023-1.pdf

Jaimes, Y., Ribeyre, F., González, C., Rojas, J., Furtado, E. L., & Cilas, C. (2019). Factors affecting the dynamics of frosty pod rot in the main cocoa areas of Santander State, Colombia. *Plant disease*, *103*(7), 1665-1673. https://doi.org/10.1094/pdis-10-18-1761-re

Linkata canal. (2019, 17 de junio). Webinar: Estrategias para la renovación y la rehabilitación de plantaciones improductivas de cacao [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=PmBPiGO_r2I

Meza-Montoya, A., & Torres-Córdoba, G. (2006). El raleo: Una operación silvicultural fundamental. *Revista Forestal Mesoamerica Kurú*, *3*(8), 88–90. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/520

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). *Protocolos de biopreparados para biofábricas familiares y comunitarias*. Biocarbono Orinoquía; Paisajes sostenibles bajos en carbono.

Navas, G. E., & Bernal, J. H. (1999). *Caracterización de leguminosas como abono verde para los sistemas de producción del piedemonte llanero y la altillanura plana colombiana* [Boletín Técnico n.º 16]. Corporación Colombiana de

Preprint
No copiar

Investigación Agropecuaria Regional [Corpoica]. https://repository.agrosavia.co/items/d8498a1e-f08e-4603-a6f8-0cab4418d102

Restrepo Rivera, J. (2007). *Manual práctico ABC de la agricultura orgánica y harinas de rocas*. Sistema de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS). https://lacompostadora.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/el-abc-de-la-agricultura-organica-y-harina-de-rocas-jairo-restrepo.pdf .

Scholthof, K. B. G. (2007). The disease triangle: Pathogens, the environment and society. *Nature Reviews Microbiology*, *5*(2), 152–156. https://doi.org/10.1038/nrmicro1596

Sodré, G. A. (Ed.). (2017). *Cultivo do cacaueiro no Estado da Bahia*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Somarriba, E. (2012). Definición de agroforestería. En G. Detlefsen, & E. Somarriba, + (pp. 21-26). Ministry for Foreing Affairs of Finland; CATIE. https://www.researchgate.net/publication/324363425_Definicion_de_Agroforesteria

Preprint
No copiar



Autoría

Preprint
No copiar

Alexandra Abadía Bermúdez

Administradora de empresas, Universidad Autónoma de Manizales, Colombia. Se desempeñó como Profesional de Apoyo a la Investigación, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

Andrés Felipe Ardila Fernández

Ingeniero forestal, Universidad del Cauca, Colombia. Especialista en Sistemas de Información Geográfica, Universidad de Manizales, Colombia. Magíster en Agroforestería y Agricultura Sostenible, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). Profesional de Apoyo a la Investigación, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Pertenece a la Red de Cultivos Permanentes en el Centro de Investigación El Mira de Agrosvia.

Beto Alonso Moreno Caicedo

Ingeniero forestal, Universidad de Nariño, Colombia. Estudiante de maestría en Ciencias Agrarias. Líder de Seguimiento y Evaluación, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

David Vásquez Cardona

Investigador Ph. D., Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

Karen Andrea Alarcón Beltrán

Ingeniera agrónoma, Universidad de Cundinamarca. Tecnóloga en Administración de Empresas Agropecuarias, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Colombia. Profesional de Apoyo a la Investigación, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

Juan David Quiñones Chillambo

Profesional de Apoyo a la Investigación, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

Preprint
No copiar

Preprint
No copiar



Preprint
No copiar