

Diseño de modelos agroforestales cacaoteros basados en principios de agricultura regenerativa para el departamento del Meta en Colombia



Informe Fase 3. Componente 1:

Plan de acción para el proceso de plantación y descripción operativa de la implantación de los SAF cacao codiseñados con productores de Vista Hermosa, Meta

CORPORACIÓN
**Biocomercio
Sostenible**

Diciembre, 2024

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento es un plan con el paso a paso para el establecimiento de Sistemas Agroforestales (SAF) de cacao, plátano, cacay, caucho y especies maderables en el municipio de Vista Hermosa, Meta. Este plan ha sido desarrollado en el marco del Contrato 7209616 – Agroforestry Model For Cocoa, suscrito entre la Corporación Biocomercio Sostenible y la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Grupo Banco Mundial.

El objetivo principal de este contrato es definir un modelo agroforestal basado en los principios de la agricultura regenerativa, destinado a una red de pequeñas fincas de productores de cacao que trabajan con Okanta. Este modelo se enfoca en la adaptación al cambio climático y en la diversificación de las fuentes de ingresos de los productores.

Estructura del documento

Este plan está estructurado en capítulos que cubren todos los aspectos necesarios para la implementación de los sistemas agroforestales. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno:

1. **Selección de Terreno para los Sistemas Agroforestales:** Incluye una lista de chequeo de los requisitos del terreno para sembrar cacao y la toma de muestras de suelo.
2. **Preparación del Terreno en Sistemas Agroforestales de Cacao:** Detalla las actividades necesarias para preparar el terreno, incluyendo la limpieza, nivelación y acondicionamiento del suelo.
3. **Modelos de Diseño del Sistema:** Se presentan tres modelos de diseño del sistema agroforestal:
 - o Modelo 1: Cacao, plátano, especies forestales (Medio Comino, Flor Morado, Cedro Amargo y Pavito) y cacay perimetral.
 - o Modelo 2: Cacao, plátano, cacay y especies forestales (Medio Comino, Flor Morado, Cedro Amargo y Pavito).
 - o Modelo 3: Cacao, plátano y caucho.
4. **Siembra del Sistema Agroforestal:** Instrucciones sobre el ahoyado, aplicación de fertilizantes, plantación y resiembras de cacao.
5. **Sostenimiento de los Sistemas Agroforestales de Cacao:** Estrategias para el manejo de la sombra, ciclos de sombra, enmiendas y fertilización.
6. **Consideraciones Ambientales:** Importancia de la materia orgánica, procesos de descomposición y fuentes de materia orgánica.
7. **Agricultura Regenerativa:** Explicaciones sobre prácticas como té de compost, bokashi, vermicompost, biofertilizantes microbianos, abono verde y biochar.
8. **Control de Plagas y Enfermedades en el Sistema Agroforestal:** Estrategias específicas de manejo integrado de plagas y enfermedades para cada cultivo en el sistema agroforestal.
9. **Cosecha y Postcosecha en el Sistema Agroforestal:** Métodos y técnicas para una cosecha y postcosecha efectivas.
10. **Registro y Monitoreo en el Sistema Agroforestal:** Procedimientos para llevar registros y monitorear el desempeño del sistema.

Objetivos del plan

Este plan tiene como finalidad proporcionar a los productores de Vista Hermosa las herramientas y conocimientos necesarios para establecer y mantener sistemas agroforestales productivos y sostenibles. Al seguir los pasos detallados en este documento, los productores podrán:

- Aumentar la resiliencia de sus cultivos frente al cambio climático.
- Diversificar sus fuentes de ingresos mediante la integración de múltiples especies agrícolas y forestales.
- Mejorar la salud del suelo y la biodiversidad de sus fincas.
- Implementar prácticas de agricultura regenerativa que promuevan la sostenibilidad a largo plazo.

Público objetivo

Este plan está dirigido a pequeños productores de cacao en Vista Hermosa, Meta, así como a técnicos y profesionales agrícolas que trabajan en el desarrollo y apoyo de estos sistemas agroforestales. El contenido está diseñado para ser accesible y práctico, permitiendo su aplicación directa en el campo.

Con la implementación de este modelo agroforestal, se espera no solo mejorar la productividad y sostenibilidad de las fincas de cacao, sino también contribuir al bienestar económico y ambiental de la región.

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	2
ESTABLECIMIENTO Y SOSTENIMIENTO DE SAF CACAO, CAUCHO, PLÁTANO, MADERABLES	6
SELECCIÓN DE TERRENO PARA LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	6
LISTA DE CHEQUEO DE LOS REQUISITOS DEL TERRENO PARA SEMBRAR CACAO	6
TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	7
PREPARACIÓN DEL TERRENO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO	10
MODELOS DE DISEÑO DEL SISTEMA	11
MODELO 1: DISEÑO DEL SISTEMA: CACAO, PLÁTANO, FORESTAL (MEDIO COMINO, FLOR MORADO, CEDRO AMARGO Y PAVITO), CON PERIMETRAL DE CACAY.	11
MODELO 2: DISEÑO DEL SISTEMA: CACAO, PLÁTANO, CACAY Y FORESTAL (MEDIO COMINO, FLOR MORADO, CEDRO AMARGO Y PAVITO).	13
MODELO 3: DISEÑO DEL SISTEMA: CACAO, PLÁTANO, CAUCHO.	15
SIEMBRA DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO	17
AHOYADO	17
APLICACIÓN DE FERTILIZANTES, ENMIENDAS Y CORRECTIVOS	17
PLANTACIÓN	17
RESIEMBRAS DE CACAO	17
SOSTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO	18
MANEJO DEL PLÁTANO	18
MANEJO DE LA SOMBRA	19
PODA ESTRATÉGICA:	19
PODA DE SOMBRÍOS	19
PODA EN CACAO	20
PODA DE FORMACIÓN	20
PODA DE MANTENIMIENTO	20
ENMIENDAS Y FERTILIZACIÓN DE SAF CACAO	21
ENMIENDAS DEL SUELO	24
CONSIDERACIONES AMBIENTALES	25
IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA	25
FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA	25
AGRICULTURA REGENERATIVA	26
MANEJO DE ARVENSES BASADO EN AGRICULTURA REGENERATIVA	26
PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA REGENERATIVA EN EL MANEJO DE ARVENSES	26
PRÁCTICAS ESPECÍFICAS DE MANEJO	26
TABLA DE ABONOS ORGÁNICOS PARA SAF CACAO, PLÁTANO, CACAY, MADERABLES Y CAUCHO	27

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL SISTEMA AGROFORESTAL PROPUESTO (CACAO, CAUCHO, MADERABLES, PLÁTANO Y CACAY)	30
ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES PARA CADA CULTIVO EN EL SISTEMA AGROFORESTAL	30
PROCEDIMIENTO GENERALIZADO DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	32
FORMATOS DE MONITOREO DEL ICA	33
FORMATO DE INSPECCIÓN INICIAL	33
FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES	33
FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL	33
FORMATO DE SEGUIMIENTO Y REVISIÓN	33
COSECHA Y POSTCOSECHA EN EL SISTEMA AGROFORESTAL	34
REGISTRO Y MONITOREO EN EL SISTEMA AGROFORESTAL	35
ELEMENTOS PARA REGISTRAR	35
BIBLIOGRAFÍA	39

Establecimiento y sostenimiento de SAF cacao, caucho, plátano, maderables

Selección de terreno para los Sistemas Agroforestales

La correcta selección del terreno es un paso fundamental para asegurar el éxito de un sistema agroforestal. Este proceso implica una evaluación detallada del suelo, el clima y la topografía para garantizar que las condiciones sean óptimas para el cultivo de cacao, cacay, caucho, plátano y especies maderables como comino, flor morado, pavito y cedro amargo.

Para el cultivo de cacao, específicamente, es recomendable elegir terrenos con pendiente moderada, buen drenaje y suelo rico en materia orgánica. Según Fedecacao, los terrenos adecuados incluyen rastrojo, rastrojos jóvenes, potreros, cultivos de ciclo corto, cultivos permanentes y semipermanentes, así como áreas de café por debajo de los 1000 msnm y renovación de cacaotales. Estas características aseguran que el cacao tenga las condiciones necesarias para crecer de manera saludable y productiva, contribuyendo al éxito general del sistema agroforestal.

Lista de chequeo de los requisitos del terreno para sembrar cacao

Ítem	Descripción	Parámetros que hay que cumplir	Cumple (Sí/No)	Observaciones
1	Temperatura	Temperatura: 21°C a 32°C		
2	Precipitación	Precipitación: 1,500 a 2,500 mm anuales		
3	Humedad Relativa	Humedad Relativa: 70% a 90%		
4	Profundidad	Profundidad: Mínimo 1.5 metros		
5	Drenaje	Drenaje: Bien drenado		
6	pH	pH: 5.5 a 7.0		
7	Materia Orgánica	Materia Orgánica: $\geq 3\%$		
8	Topografía	Pendiente del Terreno: $\leq 10\%$		
9	Altitud	Elevación: 0 a 1,000 msnm		
10	Acceso al Agua	Disponibilidad de Riego: Fuentes de agua accesibles		

Toma de muestras de suelo



imagen propia.

La toma de muestras de suelo es crucial para analizar su calidad y características, y debe realizarse de manera minuciosa y sistemática. Esto implica planificar el muestreo, usar herramientas adecuadas, seguir un protocolo establecido, recolectar y mezclar submuestras representativas, etiquetar y registrar las muestras detalladamente, y almacenarlas y transportarlas correctamente para evitar contaminación o alteración antes del análisis en el laboratorio. Estos pasos aseguran datos precisos y fiables para una gestión adecuada del suelo. Utilizar herramientas adecuadas como barrenas de suelo o palines para obtener muestras limpias y no contaminadas de las profundidades especificadas. Desinfecte las herramientas sumergiéndose en una solución de lejía diluida al 10% durante 10 minutos, luego enjuáguese y séquese.

Según guía de Agrosavia para toma de muestra de suelo

1. Seleccione un área homogénea dentro del SAFc de la finca teniendo en cuenta: relieve, cultivo, aplicación de enmiendas o fertilizantes, color y textura del suelo.



2. Escoja un recorrido en el campo que cubra todo el terreno; los recorridos comúnmente utilizados son diagonales, tipo zeta o zig zag, y tome varias muestras durante el recorrido. Se

recomienda tomar entre 20 a 30 submuestras de suelo. En terreno:



3. En los sitios donde tomé las submuestras, limpié la capa vegetal para evitar contaminación de las muestras de suelo.



4. Realice hoyos con pala a una profundidad de 20 a 30 cm para cultivos anuales, y de 40 a 60, para frutales, arbóreos y otros cultivos de raíz profunda.



5. Tome la muestra de la pared del hoyo.



6. Coloque la muestra dentro de un balde limpio.



7. Después de tomar todas las submuestras en el área homogénea, mezcle con guantes hasta homogeneizar todo el suelo.



8. En la bolsa que reclamó en Servientrega, coloque aproximadamente 1 kg de suelo y cierre muy bien la bolsa, tal como se indica en esta.



9. Diligencie la información que aparece en la bolsa, no olvide firmar.



Preparación del terreno en Sistemas Agroforestales de Cacao

En la preparación del suelo para el establecimiento de los sistemas agroforestales de Cacao en Vista Hermosa, Meta, debido a sus características particulares de terreno y clima. Esta región se caracteriza por zonas de vega, lomeríos y pendiente, lo cual requiere una atención especial en la planificación y preparación del terreno. Es crucial considerar las pendientes, el drenaje y la disposición del terreno para asegurar un establecimiento adecuado de los cultivos. En áreas planas y susceptibles a inundaciones, es fundamental implementar un manejo adecuado del drenaje para evitar encharcamientos que puedan afectar el desarrollo de las plantas.

En la preparación del suelo, se recomienda evitar la alteración excesiva del terreno y respetar los niveles naturales, particularmente en áreas con ligera pendiente. La orientación de siembra debe ser en sentido Norte-Sur para maximizar la exposición solar y mejorar la ventilación, reduciendo así la incidencia de enfermedades. En terrenos con pendiente, seguir las curvas a nivel al trazar y estacar, lo cual ayuda a reducir la erosión y mejora la infiltración del agua. Estas prácticas aseguran condiciones óptimas para el crecimiento de los cultivos en los sistemas agroforestales, promoviendo la salud del suelo y un rendimiento agrícola sostenible a largo plazo en Vista Hermosa, Meta.

Para la limpieza de áreas de potrero y barbechos, se emplean diversas técnicas adaptadas a las necesidades del suelo y la vegetación. El uso de maquinaria como el subsolado y cindeles vibratorios mejora la estructura del suelo en potreros, evitando la compactación y conservando las capas del suelo para mantener su fertilidad. En áreas más pequeñas, se recomienda la limpieza manual con machetes o desbrozadoras para un control preciso de la vegetación no deseada.

En barbechos, la mecanización busca incorporar la materia orgánica del mismo al suelo con el fin de mejorar su estructura y con ello su fertilidad. Por otro lado, las labores manuales, permiten la incorporación de residuos vegetales picados al suelo. Estos residuos, al descomponerse, liberan nutrientes y mejoran la estructura del suelo, aumentando así su capacidad de retención de agua y nutrientes esenciales para el crecimiento de los cultivos. Estas prácticas son esenciales para promover la salud del suelo y optimizar el rendimiento agrícola a largo plazo en sistemas agroforestales.

Aislamiento del Terreno

El aislamiento del terreno (SAF), que tiene como objetivo proteger el área de siembra de factores externos como la entrada de animales y personas no autorizadas al área de cultivo.

Trazado y Estacado

Una vez aislado el terreno, se procede al trazado y estacado. Este paso asegura la distribución equitativa y organizada de las plantas. Utilizando cintas métricas y estacas, se deben medir y marcar las distancias entre los puntos de siembra según las especificaciones de los diseños agroforestales propuestos. Para la zona de Vista Hermosa, Meta, se recomienda realizar el trazado y estacado en sentido Norte-Sur (según Fedecacao, 2015), ya que esta orientación maximiza la exposición solar durante el día, optimizando la fotosíntesis de los cultivos como cacao, plátano, cacay y maderables. Además, esta disposición reduce la sombra excesiva entre surcos, favoreciendo un microclima equilibrado y minimizando la humedad que propicia enfermedades fúngicas.

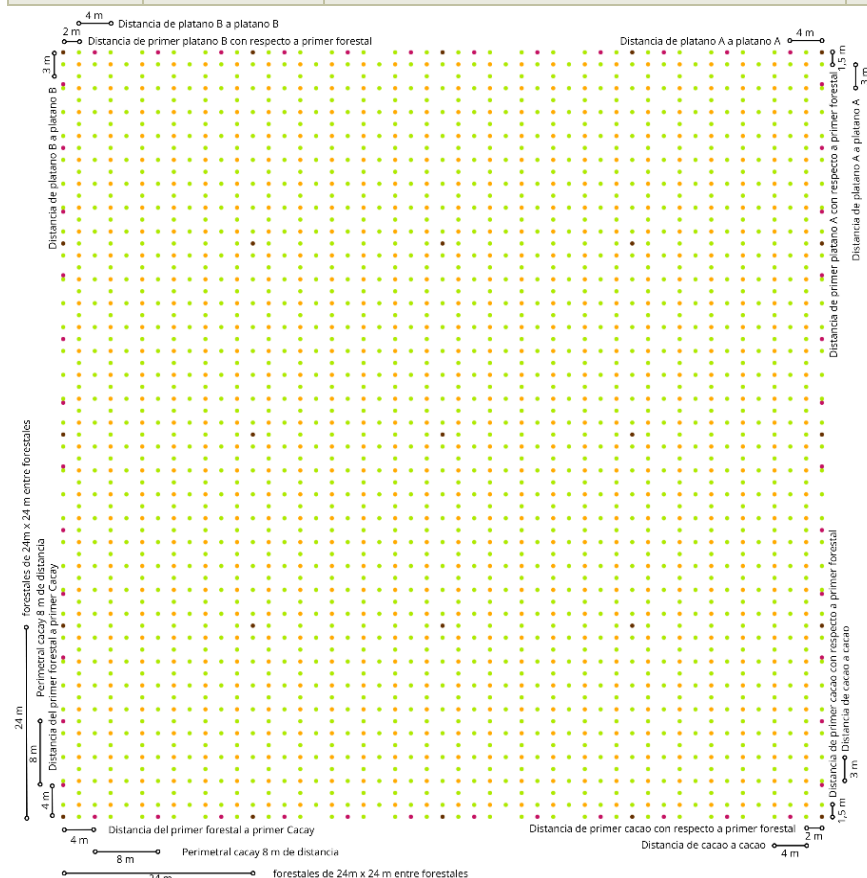
Modelos de diseño del sistema

Modelo 1: Diseño del Sistema: Cacao, plátano, forestal (Medio Comino, Flor Morado, Cedro Amargo y Pavito), con perimetral de Cacay.

Diseñado de la siguiente manera de forestales de 24m x 24 m entre forestales, con Cacay perimetral como barrera rompe vientos con distancias de 8m entre Cacay iniciando a 4 metros del primer forestal, el cacao con distancias 4m x 3m, iniciando a 2m x 1,5m con respecto al primer forestal, y el plátano A (aprovechamiento hasta el primer año y corte) sembrado 4m x 3 m, iniciando a 0m x 1,5m con respecto al primer forestal, y el plátano B (aprovechamiento hasta segundo año y corte) sembrado 4m x 3 m, iniciando a 2m x 0m con respecto al primer forestal.

Tabla de Disposición de Plantas

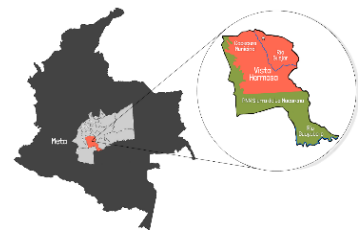
Planta	Distancia	Ubicación	Observaciones
Forestales	24 m x 24 m	Entre árboles forestales	-
Cacay	8 m	Perimetral como barrera rompe vientos, iniciando a 4 m del primer forestal	Se debe tener como regla establecer el 10% de árboles machos para mejorar los procesos de polinización
Cacao	4 m x 3 m	Iniciando a 2 m x 1,5 m del primer forestal	-
Plátano A	4 m x 3 m	Iniciando a 0 m x 1,5 m del primer forestal	Aprovechamiento hasta el primer año y corte
Plátano B	4 m x 3 m	Iniciando a 2 m x 0 m del primer forestal	Aprovechamiento hasta el segundo año y corte



Modelo 1

SAF CACAO - PLATANO - MADERABLE
PERIMETRAL - CACAY

- 1708 ● Plátano
- 52 ● Cacay
- 825 ● Cacao
- 25 ● Maderable
 - Medio Comino
 - Pavito
 - Flor Morado
 - Cedro Amargo



CORPORACIÓN
Biocomercio
Sostenible

Diseñado por: Ing. Agroecólogo
Especialista en gerencia de empresas agropecuarias y rurales
Jose Andrés Morales Barreto

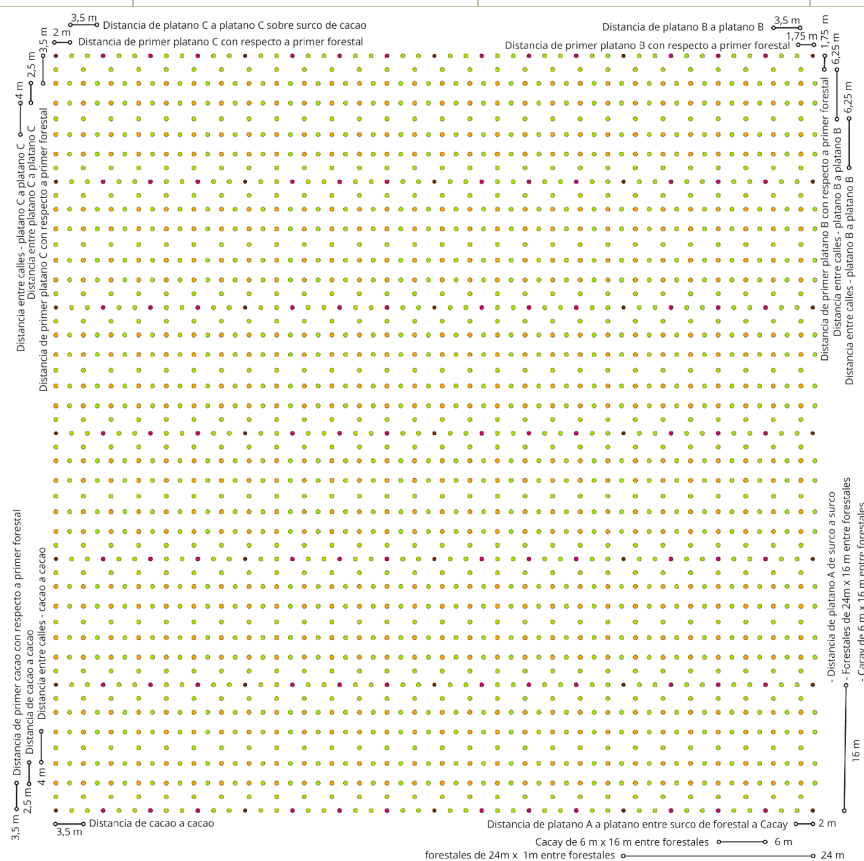
Planta	CANTIDAD DE PLANTULAS		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3 O MAS
Forestales	25	25	25
Cacay	52	52	52
Cacao	825	825	825
Plátano	1708	850	0

Modelo 2: Diseño del Sistema: Cacao, plátano, Cacay y forestal (Medio Comino, Flor Morado, Cedro Amargo y Pavito).

Diseñado de la siguiente manera, los forestales con distancias de 24m x 16 m entre forestales, Cacay de 6m x 16 m entre los forestales, el cacao con surcos dobles de 3,5 m x 2,5 m, con calles de 4 m, a 3,5 m del surco del forestal y Cacay, y el plátano A (aprovechamiento hasta el primer año y corte) sembrado entre el surco de forestal y Cacay a 2 m x 16 m, el plátano B (aprovechamiento hasta el primer año y corte) sembrado entre surco de cacao y cacao a 1,75 m y a entre calle de cacao a 2 m, el plátano C (aprovechamiento hasta segundo año y corte) sembrado entre cacao a cacao a 1,75 m.

Tabla de Disposición de Plantas

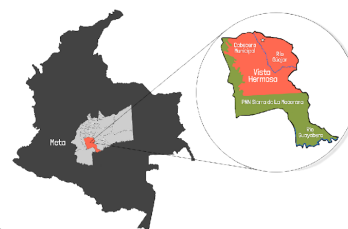
Planta	Distancia	Ubicación	Observaciones
Forestales	24 m x 16 m	Entre árboles forestales	-
Cacay	6 m x 16 m	Entre árboles forestales	Se debe tener como regla establecer el 10% de árboles machos para mejorar los procesos de polinización
Cacao	Surcos dobles: 3,5 m x 2,5 m	Con calles de 4 m, a 3,5 m del surco del forestal y Cacay	-
Plátano A	2 m x 16 m	Entre surco de forestal y Cacay	Aprovechamiento hasta el primer año y corte
Plátano B	1,75 m (entre cacao) y 2 m (entre calles de cacao)	Entre surco de cacao y cacao, y entre calles de cacao	Aprovechamiento hasta el primer año y corte
Plátano C	1,75 m	Entre plantas de cacao	Aprovechamiento hasta el segundo año y corte



Modelo 2

SAF CACAO - PLATANO - FORESTAL - CACAY

- 1514 ● Plátano
- 84 ● Cacay
- 725 ● Cacao
- 35 ● Forestal
 - Medio Comino
 - Pavito
 - Flor Morado
 - Cedro Amargo



CORPORACIÓN
Biocomercio
Sostenible

Diseñado por: Ing. Agroecólogo
Especialista en gerencia de empresas agropecuarias y rurales
Jose Andres Morales Barreto

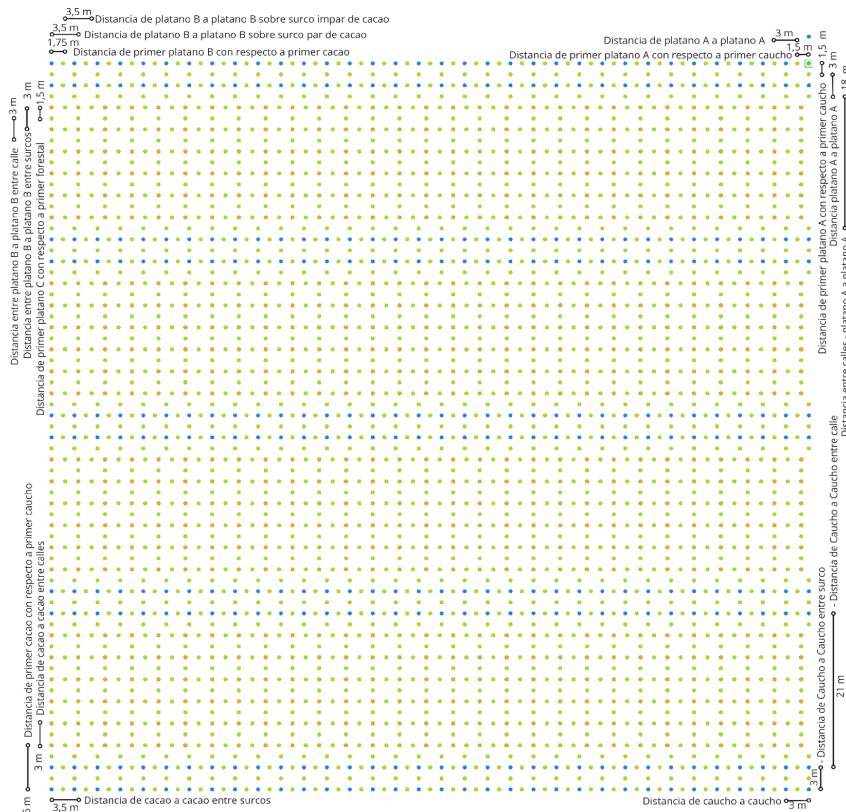
Planta	CANTIDAD DE PLANTULAS		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3 O MAS
Forestales	35	35	35
Cacay	84	84	84
Cacao	725	725	725
Plátano	1514	725	0

Modelo 3: Diseño del Sistema: Cacao, Plátano, Caucho.

Diseño de la siguiente manera, surco doble de caucho con distancias de 3 m x 3 m y con calles de 21 metros, seis surcos de cacao con distancias 3,5 m x 3 m entre las calles del caucho, iniciando a 0 m x 6 m con respecto al primer caucho, y el plátano A (aprovechamiento hasta el primer año y corte) sembrado a 1,5 m entre surco y calles de caucho a caucho y entre calles de caucho a cacao, y el plátano B (aprovechamiento hasta segundo año y corte) sembrado 1,75 m entre surco de cacao a cacao, y el plátano C (aprovechamiento hasta el primer año y corte) sembrado 1,75 m entre calle de cacao a cacao.

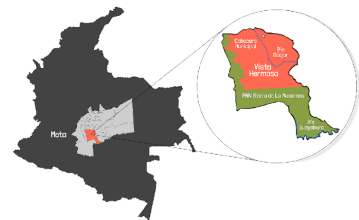
Tabla de Disposición de Plantas

Planta	Distancia	Ubicación	Observaciones
Caucho	3 m x 3 m entre plantas, calles de 21 m	Surcos dobles	-
Cacao	3,5 m x 3 m entre surcos de cacao	Iniciando a 0 m x 6 m del primer surco de cacao	-
Plátano A	1,5 m	Entre surcos y calles de caucho, y entre calles de caucho y cacao	Aprovechamiento hasta el primer año y corte
Plátano B	1,75 m	Entre surcos de cacao a cacao	Aprovechamiento hasta el segundo año y corte
Plátano C	1,75 m	Entre calles de cacao a cacao	Aprovechamiento hasta el primer año y corte



Modelo 3 SAF CACAO - PLATANO - CAUCHO

- 1352 ● Plátano
- 340 ● Caucho
- 696 ● Cacao



Biocomercio
CORPORACIÓN
Sostenible

Diseñado por: Ing. Agroecólogo
Especialista en gerencia de empresas agropecuarias y rurales
Jose Andres Morales Barreto

Planta	CANTIDAD DE PLANTULAS		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3 O MAS
Caucho	340	340	340
Cacao	696	696	696
Plátano	1352	696	0

Siembra de Sistemas Agroforestales de Cacao

Ahoyado

El siguiente paso en el establecimiento de cultivos es el ahoyado, crucial para diferentes tipos de plantaciones. Para el ahoyado del plátano, cacao, cacay, caucho y especies maderables (como el cedro amargo, pavito, comino y flor morado). Se sigue un proceso elaboración de hoyos de 40 cm de ancho por 40 cm de largos por 40 cm de profundidad, buscando que las plantas establecidas tengan el suficiente espacio para el desarrollo radicular y fortaleza para el arranque del cultivo.

Aplicación de fertilizantes, enmiendas y Correctivos

Para mejorar las condiciones del suelo en la base del hoyo, es fundamental aplicar enmiendas y correctivos adecuados. Este proceso comienza con la interpretación experta del análisis de suelo para identificar deficiencias específicas y necesidades del terreno. Se recomienda incorporar enmiendas como cal agrícola, cal dolomita o carbonato de calcio para ajustar el pH del suelo, y yeso para mejorar su estructura física. Además, la aplicación de compost o estiércol bien descompuesto es crucial para aumentar la materia orgánica y mejorar la fertilidad del suelo, proporcionando nutrientes esenciales y favoreciendo la actividad microbiana beneficiosa. Estas prácticas aseguran que las plantas puedan desarrollarse en condiciones óptimas, promoviendo un crecimiento saludable y sostenible en el sistema agroforestal.

Plantación

Una vez que los hoyos están preparados y las enmiendas aplicadas, se procede a la siembra de las plántulas. Para el cacao, cacay, plátano, el caucho y especies maderables (cedro amargo, pavito, comino y flor morado), primero se realiza la siembra de plátano, cacay, caucho y especies maderables (cedro amargo, pavito, comino y flor morado). Establecer estos cultivos proporciona la sombra adecuada y prepara el terreno durante seis meses antes de la siembra del cacao. Esta secuencia garantiza un entorno óptimo para el desarrollo del cacao. Durante la siembra, es recomendable aplicar micorrizas para facilitar el enraizamiento de las plantas, también se pueden considerar otros agentes biológicos beneficiosos como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. Estos son hongos entomopatógenos que pueden ser utilizados como controladores biológicos de plagas, particularmente eficaces contra insectos como gusanos y larvas que pueden afectar el desarrollo inicial de las plantas. En el caso específico del plátano, para prevenir enfermedades en los colinos, se debe preparar una solución desinfectante con agua y cloro (5 ml de cloro por litro de agua), en la cual se sumergen los hijuelos durante tres minutos para su desinfección.

Una recomendación a la hora de sembrar

Resiembras de Cacao

Las resiembras de cacao son esenciales para renovar plantas que han perdido vigor o han sido afectadas por enfermedades o plagas. El proceso comienza con la identificación de plantas deterioradas durante inspecciones regulares. Se realizará un monitoreo del lote y se procederá a la desinfección y resiembra de plantas muertas, siguiendo el diseño de siembra preestablecido. Una vez identificadas las plantas deterioradas, se prepara el área mediante limpieza, manejo de malezas y aplicación de enmiendas para mejorar las condiciones del suelo.

Se seleccionan semillas o plantas de alta calidad genética y libres de enfermedades, preferentemente certificadas, asegurando así una mejor adaptabilidad y resistencia a futuras plagas y enfermedades. Las semillas pueden ser pregerminadas en viveros para garantizar una germinación uniforme y un desarrollo inicial más robusto. Durante el proceso de resiembra, las plántulas se colocan en los lugares preparados, asegurando

la distancia adecuada para evitar la competencia por nutrientes y espacio, y se cubren con tierra compactada suavemente para estabilizarlas.

Posteriormente, se proporcionan cuidados adecuados como riego regular para mantener la humedad necesaria, control de malezas para reducir la competencia, y aplicación de fertilizantes específicos que contengan nitrógeno, fósforo y potasio, adaptados a las necesidades de las nuevas plantas, para promover un crecimiento vigoroso y saludable. Además, se implementa un seguimiento continuo para evaluar el desarrollo de las plantas de resiembra y realizar ajustes en las prácticas de manejo según sea necesario, asegurando así una producción sostenible y eficiente en el largo plazo.

Sostenimiento de los Sistemas Agroforestales de Cacao

El manejo adecuado es crucial para el éxito de los sistemas agroforestales de cacao. A continuación, se profundiza en los métodos y prácticas para establecer y ajustar la sombra, manejo del plátano en sus primeros años, el control de arvenses asegurando un entorno óptimo para el crecimiento del cacao, teniendo en cuenta que especies como el caucho, maderables y el cacay también serán utilizadas para aprovechamiento productivo.

Manejo del plátano

Utilizar plátanos en las primeras etapas del cultivo de cacao para proporcionar sombra rápida y temporal. Los plátanos crecen rápidamente y ofrecen una sombra efectiva durante los primeros años del establecimiento del cacao, lo cual es crucial para proteger las plantas jóvenes del cacao de la luz solar directa. Además, los plátanos son fáciles de manejar y pueden ser retirados o podados según sea necesario, sin causar perturbaciones significativas al sistema de cultivo.

Descoline: es una práctica vital para el manejo del plátano, que consiste en la eliminación de los hijos o brotes laterales que crecen alrededor de la planta madre. Estos brotes, si no se eliminan regularmente, compiten directamente con la planta principal por nutrientes y espacio radicular, lo que puede reducir la producción de frutos y afectar el tamaño y calidad de los racimos. Al eliminar estos brotes, se asegura que toda la energía de la planta se concentre en el desarrollo y la producción de frutos, mejorando así el rendimiento global de la plantación.

Destronque: involucra la remoción de troncos viejos, enfermos o improductivos de las plantas de plátano. Estos troncos pueden estar afectados por enfermedades como la sigatoka negra o simplemente haber cumplido su ciclo productivo. Al eliminarlos, se libera espacio en la plantación y se permite que la planta redireccione sus recursos hacia el crecimiento de nuevos brotes y la producción de racimos. Esta práctica no solo promueve la salud de las plantas al reducir la carga de enfermedades potenciales, sino que también mejora la disponibilidad de nutrientes y el acceso a la luz solar para las plantas más jóvenes y productivas.

Deshoje: implica la eliminación de hojas viejas, secas o dañadas de las plantas de plátano. Esta labor no solo contribuye a la estética visual de la plantación, sino que también juega un papel crucial en la prevención de enfermedades foliares. Al eliminar las hojas envejecidas o enfermas, se reduce la presencia de patógenos que podrían propagarse a través de la planta. Además, el deshoje mejora la circulación del aire entre las plantas, lo que es fundamental para prevenir condiciones favorables para enfermedades fúngicas y bacterianas. También

facilita la detección temprana de problemas fitosanitarios, permitiendo una respuesta rápida y eficaz para proteger la salud de la plantación.

Amarre: es una técnica empleada para asegurar los racimos de plátano a soportes o estructuras adecuadas. Esto se hace para evitar que los racimos se caigan o se dañen debido a su propio peso o a condiciones climáticas adversas como vientos fuertes. Atar los racimos con cuidado garantiza que puedan desarrollarse y madurar adecuadamente, protegiéndolos de daños físicos que podrían reducir la calidad de la fruta. Esta práctica es especialmente importante en plantaciones donde los racimos alcanzan un tamaño considerable y están expuestos a riesgos de caída durante el proceso de maduración.

Manejo de la Sombra

A medida que el sistema agroforestal evoluciona, es fundamental ajustar la sombra para asegurar que las plantas de cacao reciban la cantidad óptima de luz solar.

Poda Estratégica:

Durante el primer año, se inicia la eliminación gradual de las plantas de plátano para permitir una mayor entrada de luz solar a las plantas de cacao en crecimiento. Este proceso debe ser gradual para evitar un choque lumínico que podría estresar a las plantas de cacao. En esta etapa, se eliminan todas las plantas de plátano que no están situadas sobre los surcos de cacao. Este paso es crucial para ir acostumbrando lentamente a las plantas de cacao a una mayor exposición solar sin causarles daño.

En el tercer año, se procede con la eliminación parcial de las plantas de plátano restantes. Esto incluye el corte de 90% las plantas de plátano, dejando algunas plántulas sobre los surcos de cacao, con el fin de favorecer en el futuro la población de polinizadores del cacao. De igual manera la eliminación parcial del plátano es necesaria para asegurar que las plantas de cacao reciban la cantidad óptima de luz solar necesaria para su desarrollo y productividad. Este enfoque gradual asegura que las plantas de cacao se adapten correctamente a las nuevas condiciones de luz, promoviendo un crecimiento saludable y sostenible.

El manejo silvícola de los árboles maderables, caucho y cacay en el sistema agroforestal es fundamental para controlar la densidad del dosel y asegurar que las plantas de cacao no queden completamente sombreadas. Esta práctica garantiza que las plantas de cacao reciban la cantidad adecuada de luz solar necesaria para su óptimo crecimiento y productividad.

Poda de Sombríos

Objetivo:

Regular la cantidad de luz que llega al cacao y mantener un microclima adecuado mediante el manejo de las especies arbóreas que proporcionan sombra.

Prácticas Específicas:

- **Aclareo de la copa del sombrío:** Se eliminan las ramas de los árboles de sombra que impiden la entrada de luz necesaria para el cacao. Esto se hace periódicamente para ajustar la cantidad de luz según las necesidades del cultivo.

- **Raleo de árboles de sombra:** En algunos casos, puede ser necesario reducir la densidad de árboles de sombra para optimizar el equilibrio entre sombra y luz.
- **Poda de ramas bajas:** Para evitar que las ramas bajas de los árboles de sombra interfieran con el crecimiento del cacao, estas se eliminan.

Beneficios:

- Mejora el microclima del cultivo de cacao, reduciendo el estrés hídrico y térmico.
- Disminuye la incidencia de plagas y enfermedades al reducir la humedad excesiva y mejorar la circulación de aire.
- Favorece un crecimiento equilibrado del cacao, aumentando su productividad.

Poda en cacao

Poda de Formación

Objetivo:

El principal objetivo de la poda de formación es establecer una estructura de árbol sólida y bien distribuida que pueda soportar el peso de los frutos en la fase adulta. Esta poda se realiza durante los primeros tres años de vida del árbol.

Prácticas Específicas:

- **Selección del tallo principal:** Se elige un tallo central fuerte que será el tronco principal del árbol.
- **Eliminación de brotes y ramas secundarias:** Se eliminan los brotes y ramas que crecen a partir de los primeros 30-40 cm del tallo principal para asegurar que la energía del árbol se concentre en el desarrollo de una estructura fuerte.
- **Formación de la copa:** A partir del segundo año, se seleccionan de 3 a 5 ramas principales que se convertirán en la estructura básica de la copa del árbol. Estas ramas deben estar distribuidas uniformemente alrededor del tallo principal.
- **Corte de ramas cruzadas o débiles:** Se eliminan las ramas que se cruzan o que presentan debilidad para prevenir problemas estructurales en el futuro.

Beneficios:

- Facilita la penetración de la luz y el aire en el interior del árbol.
- Reduce el riesgo de enfermedades y plagas.
- Mejora la eficiencia en la recolección de frutos.

Poda de Mantenimiento

Objetivo:

Mantener la sanidad y productividad del árbol de cacao durante su fase productiva mediante la eliminación de ramas enfermas, muertas o excesivamente sombreadoras.

Prácticas Específicas:

- **Eliminación de ramas secas o enfermas:** Ramas afectadas por enfermedades o que ya no son productivas deben ser removidas para evitar que se conviertan en focos de infección.

- **Corte de ramas chuponas:** Estas son ramas que crecen verticalmente y no contribuyen a la producción de frutos, por lo que se eliminan para redirigir la energía del árbol hacia las ramas productivas.
- **Desramado de partes bajas:** Se eliminan las ramas bajas para mejorar la circulación de aire y reducir la humedad cerca del suelo, lo que disminuye el riesgo de enfermedades fúngicas.
- **Aclareo de ramas densas:** Para permitir una mejor penetración de la luz y mejorar la fotosíntesis, se aclaran las áreas demasiado densas del árbol.

Beneficios:

- Aumenta la producción y calidad de los frutos.
- Facilita las labores de cosecha y manejo del cultivo.
- Mejora la salud general del árbol y prolonga su vida útil.

Estas prácticas de poda, cuando se implementan correctamente, pueden mejorar significativamente la salud y productividad del cultivo de cacao, contribuyendo al desarrollo sostenible de la plantación.

Beneficios de la Sombra Adecuada:

La sombra en los sistemas agroforestales de cacao juega un papel crucial en la reducción del estrés hídrico, ya que disminuye la evaporación del agua del suelo y ayuda a mantener niveles de humedad adecuados. Esto es esencial para el cacao, que requiere condiciones específicas de humedad para un crecimiento óptimo. Además, la sombra protege contra temperaturas extremas, moderando las temperaturas y evitando que las plantas de cacao sufran daños por calor excesivo, lo que puede afectar negativamente su desarrollo y producción.

La sombra también fomenta la biodiversidad, ya que los árboles de sombra proporcionan hábitat para una variedad de especies, promoviendo la biodiversidad del agroecosistema. Esta diversidad biológica es crucial para el control natural de plagas y enfermedades, contribuyendo al equilibrio ecológico. Además, en el contexto de la agricultura regenerativa, los residuos de las podas pueden actuar como fertilizantes verdes, mejorando la fertilidad del suelo. Esto no sólo nutre las plantas de cacao, sino que también enriquece la materia orgánica del suelo, promoviendo un ecosistema más saludable y sostenible.

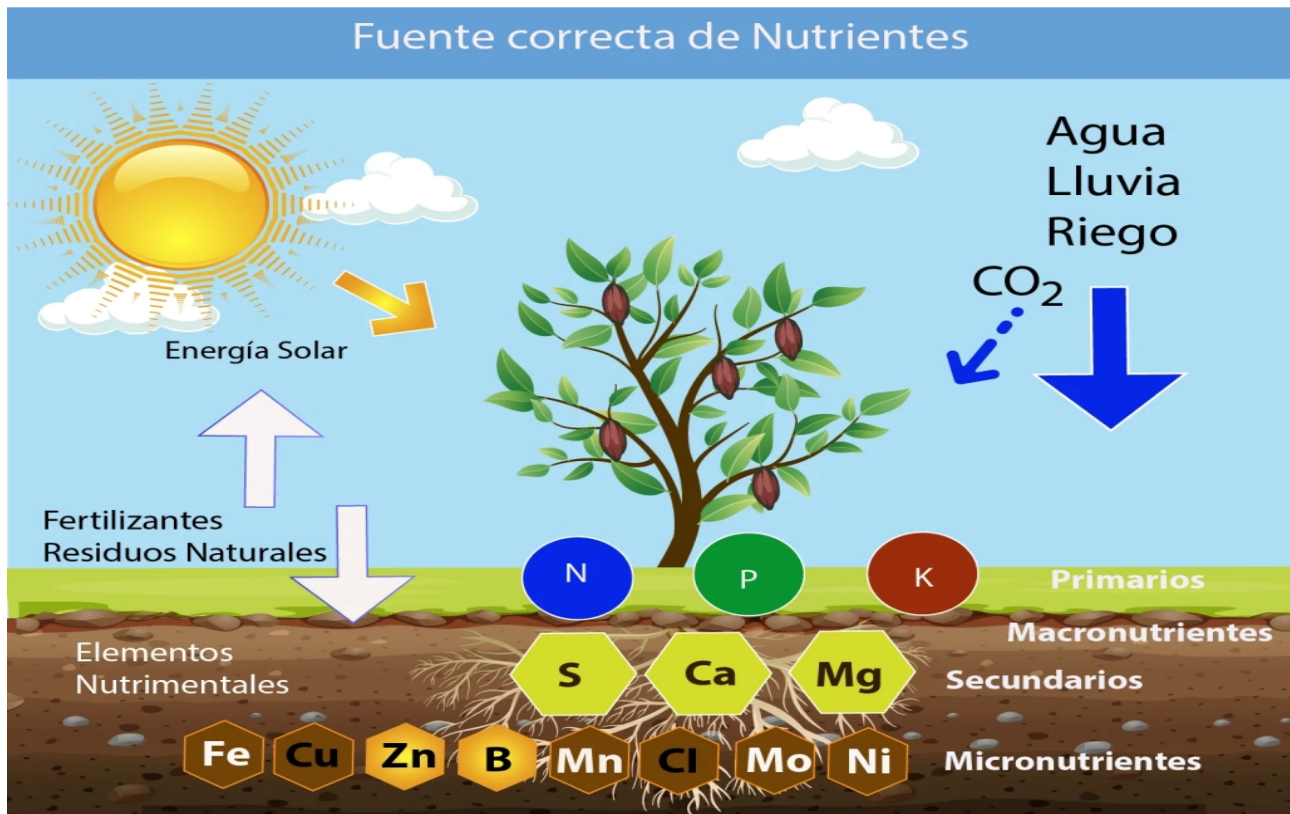
El manejo adecuado de la sombra en sistemas agroforestales de cacao es una práctica dinámica que requiere una combinación de técnicas silvícolas, forestales y agroecológicas. Este enfoque asegura que las plantas de cacao reciban la cantidad óptima de luz solar para su crecimiento y desarrollo, contribuyendo al éxito y sostenibilidad del sistema agroforestal. Además de los beneficios ambientales y agronómicos, el uso de especies como el caucho y el cacay ofrece oportunidades de ingresos adicionales a través de la producción de caucho y nueces de cacay. Esto mejora la rentabilidad y resiliencia del sistema agroforestal, proporcionando un flujo de ingresos diversificado y sostenible.

Enmiendas y Fertilización de SAF Cacao

La fertilización del cacao y del sombrío permanente es crucial para mantener la salud y el rendimiento de las plantaciones a lo largo del tiempo. La nutrición adecuada del sistema agroforestal asegura un crecimiento saludable y sostenible de las plantas, siendo fundamental considerar tanto métodos tradicionales como innovadores para la preparación de productos que nutran el suelo. Las enmiendas del suelo, que son materiales agregados para mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas, juegan un papel esencial en este

proceso. Estas enmiendas se utilizan para corregir deficiencias nutricionales, ajustar el pH y mejorar la estructura del suelo, contribuyendo significativamente a la salud general del sistema agroforestal.

Para maximizar los beneficios de estas prácticas, es esencial realizar análisis periódicos del suelo. Los parámetros para analizar en estos resultados incluyen macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, así como micronutrientes como hierro, manganeso y zinc. Un análisis completo y detallado permite identificar las necesidades específicas del suelo y ajustar las enmiendas y fertilizantes de manera precisa para asegurar un manejo eficiente y sostenible de las plantaciones.



La tabla con la información estructurada de manera clara, incluyendo tanto enmiendas, macronutrientes y micronutrientes:

Tipo de Enmienda	Función	Deficiencias que Corrige	Fuentes
Enmiendas Calcáreas	Eleva el pH del suelo ácido, mejorar la disponibilidad de nutrientes como el fósforo y el calcio	Suelos ácidos, deficiencia de calcio y fósforo	Cal agrícola (carbonato de calcio), dolomita, , (óxidos de calcio)
Enmiendas Orgánicas	Aportar materia orgánica al suelo, mejorar su estructura, retención de agua y actividad biológica	Baja materia orgánica, mala estructura del suelo	Compost, estiércol, cubiertas vegetales, mezclas de materia orgánica y fuentes calcáreas
Enmiendas Fosfatadas	Aportar fósforo, esencial para el desarrollo de raíces y la producción de frutos	Deficiencia de fósforo	Fosforita natural

Macronutrientes

Nutriente	Función	Deficiencias	Fuentes
Nitrógeno (N)	Crecimiento de hojas y tallos, fotosíntesis, aminoácidos, proteínas	Crecimiento lento, hojas de color verde pálido o amarillo, reducción en el tamaño de hojas y tallos	Fertilizantes sintéticos, Leguminosas (como frijoles, guisantes, alfalfa), compost de estiércol, abonos verdes (como trébol y lupino)
Fósforo (P)	Desarrollo de raíces, flores, y semillas; transferencia de energía (ATP), fotosíntesis, respiración	Crecimiento atrofiado, raíces pobres, hojas con manchas púrpuras o rojizas	Fertilizantes fosfatados, compost, roca fosfórica, Harina de huesos, fosfato natural, compost de estiércol y residuos vegetales
Potasio (K)	Resistencia a enfermedades, desarrollo de frutos, regulación del equilibrio de agua	Hojas con bordes quemados o decolorados, tallos débiles, mala resistencia a enfermedades	Sulfato de potasio, cloruro de potasio, Ceniza de madera, compost de residuos vegetales, algas marinas

Micronutrientes

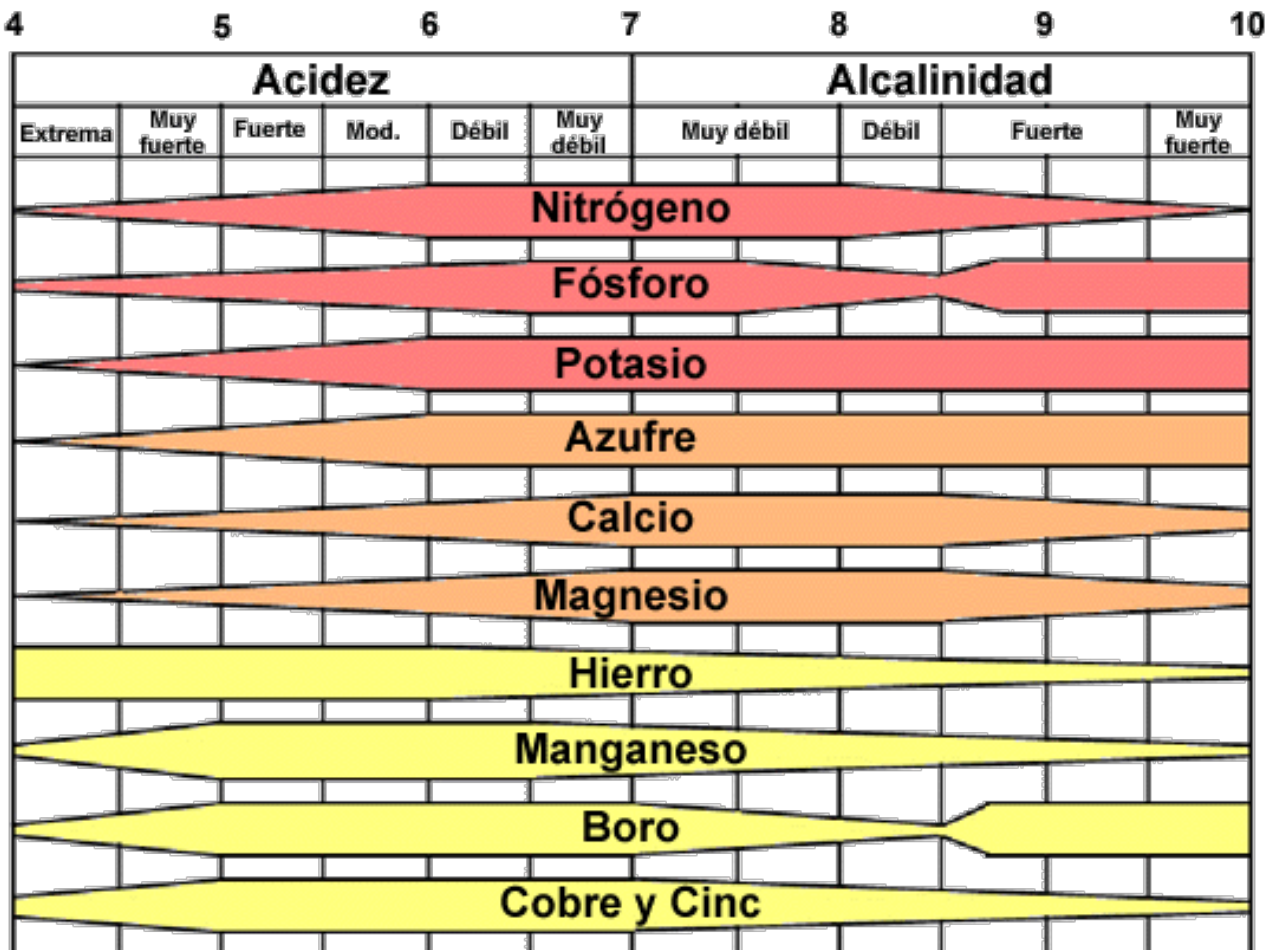
Nutriente	Función	Deficiencias	Fuentes
Hierro (Fe)	Síntesis de clorofila, función enzimática	Clorosis: hojas nuevas amarillas con venas verdes	Quelatos de hierro, sulfato ferroso, Estiércol, compost de residuos vegetales, espinacas, remolachas
Manganeso (Mn)	Fotosíntesis, metabolismo de nitrógeno	Manchas marrones o necrosis en las hojas	Sulfato de manganeso, quelatos de manganeso, Compost de residuos vegetales, guisantes, nueces
Zinc (Zn)	Síntesis de hormonas, alargamiento de los entrenudos	Hojas pequeñas y deformes	Sulfato de zinc, quelatos de zinc, Estiércol de animales, compost de residuos vegetales, semillas de calabaza
Cobre (Cu)	Metabolismo de carbohidratos y proteínas	Hojas jóvenes marchitas y de color azul-verde	Sulfato de cobre, quelatos de cobre, Estiércol de animales, compost de residuos vegetales, frutas secas

Boro (B)	Formación de paredes celulares, transporte de azúcares, crecimiento de frutos,	Crecimiento atrofiado, muerte de la yema terminal	Ácido bórico, borato de sodio, Algas marinas, compost de residuos vegetales, frutos secos
----------	--	---	---

Esta tabla presenta de manera general la función, las deficiencias y las fuentes de los nutrientes esenciales para el crecimiento de las arboles del sistema a establecer. Es fundamental que los resultados del análisis de suelos sean interpretados por un profesional con experiencia en nutrición vegetal o ciencias del suelo puede realizar un análisis preciso y brindar recomendaciones adecuadas para mejorar el manejo y la fertilidad del suelo.

Enmiendas del Suelo

Un pH adecuado entre 5.5 y 7.0 es óptimo para la mayoría de las plantas agroforestales, incluyendo el cacao. Fuera de este rango, ciertos nutrientes se vuelven menos disponibles. Por ejemplo, un pH bajo (ácido) puede reducir la disponibilidad de fósforo, calcio y magnesio, mientras que un pH alto (alcalino) puede limitar la disponibilidad de hierro, manganeso y zinc.



Las enmiendas del suelo, que son materiales añadidos para mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas, son esenciales para ajustar el pH y mejorar la estructura del suelo en los cultivos de cacao y sombrío permanente.

Existen diversos tipos de enmiendas, como las calcáreas, que elevan el pH del suelo ácido y mejoran la disponibilidad de nutrientes como fósforo y calcio; las orgánicas, que aportan materia orgánica, mejorando la estructura, retención de agua y actividad biológica; las fosfatadas, que aportan fósforo esencial para el desarrollo de raíces y producción de frutos; y las potásicas, que suministran potasio, promoviendo la resistencia a enfermedades y la calidad de los frutos.

La aplicación de estas enmiendas debe basarse en análisis periódicos de suelo para determinar las necesidades específicas del cultivo, considerando la época y método de aplicación, así como las dosis recomendadas para evitar sobrefertilización. Las enmiendas ofrecen múltiples beneficios, como la mejora de la estructura del suelo, el aumento de la retención de nutrientes y agua, el fomento de la actividad microbiana beneficiosa y el mantenimiento de un pH adecuado para la absorción de nutrientes por las plantas. Sin embargo, es crucial aplicarlas de manera responsable para minimizar el impacto ambiental y mantener la salud a largo plazo del suelo y los ecosistemas circundantes.

Consideraciones ambientales

Importancia de la Materia Orgánica

La materia orgánica es fundamental para mejorar la estructura y porosidad del suelo, lo que facilita la aireación y la infiltración de agua, esenciales para el crecimiento radicular y la actividad microbiana. Además, su alta capacidad de retención de agua es crucial durante periodos secos, particularmente en sistemas agroforestales y prácticas de agricultura regenerativa que promueven la incorporación y manejo sostenible de la materia orgánica para restaurar y mantener la salud del suelo. Al descomponerse, la materia orgánica libera nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, vitales para el crecimiento de las plantas, y sirve de alimento para los microorganismos que descomponen residuos orgánicos y forman humus, mejorando la fertilidad del suelo a largo plazo.

Los residuos frescos son descompuestos por microorganismos (bacterias y hongos) que descomponen los compuestos orgánicos simples, liberando dióxido de carbono, agua y nutrientes inorgánicos. A medida que los microorganismos descomponen la materia orgánica, se forman compuestos más estables conocidos como humus. El humus mejora la estructura del suelo, la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Fuentes de Materia Orgánica

- **Residuos de Cultivos:** Los restos de cosechas, como hojas, tallos y raíces, se descomponen y se convierten en materia orgánica en el suelo.
- **Compost:** El compostaje de residuos vegetales y estiércol animal produce una enmienda rica en materia orgánica que se puede añadir al suelo para mejorar su fertilidad.
- **Estiércol:** El estiércol de animales proporciona una fuente significativa de materia orgánica y nutrientes. En las fincas ganaderas de Vista Hermosa, el estiércol bien descompuesto evita la quema de plantas jóvenes y mejora la estructura del suelo.
- **Cubiertas Vegetales y Abonos Verdes:** Plantar cultivos de cobertura o abonos verdes, como leguminosas, y luego incorporarlos al suelo aumenta el contenido de materia orgánica y mejora la fertilidad del suelo.

- **Abonos Orgánicos:** Los abonos orgánicos, como el humus de lombriz, guano y otros derivados naturales, son fuentes ricas en materia orgánica y nutrientes. Estos abonos mejoran la estructura del suelo y promueven una microbiota saludable, esencial para el crecimiento vegetal sostenible.
- **Cáscara de Cacao:** La cáscara de cacao, un subproducto del procesamiento del cacao, puede ser compostada para producir un fertilizante orgánico rico en nutrientes. Este proceso ayuda a reciclar residuos agrícolas y a mejorar la salud del suelo.
- **Residuos de Plátano:** Los residuos de plátano, como hojas y pseudotallos, pueden ser compostados para producir una enmienda rica en potasio y otros nutrientes esenciales.
- **Compost de Residuos Mixtos:** Mezclar estiércol de ganado con residuos de plátano, cáscaras de cacao y otros restos vegetales puede producir un compost balanceado que mejora la fertilidad del suelo y la retención de humedad.

Agricultura regenerativa

Manejo de Arvenses Basado en Agricultura Regenerativa

El manejo de arvenses, o buenasas, es fundamental en cualquier sistema de cultivo, incluido el agroforestal del cacao. La agricultura regenerativa ofrece un enfoque sostenible y ecológico para el control de estas plantas, promoviendo la salud del suelo y la biodiversidad.

Principios de la Agricultura Regenerativa en el Manejo de Arvenses

Mantener el suelo cubierto en todo momento es esencial para el manejo de arvenses. Esto se puede lograr mediante el uso de cultivos de cobertura, mantillo orgánico o residuos de cosecha. La cobertura del suelo suprime el crecimiento de arvenses al limitar la cantidad de luz que llega a sus semillas, reduciendo así su capacidad para germinar y crecer. Implementar una rotación de cultivos diversificada también es crucial, ya que ayuda a interrumpir el ciclo de vida de las arvenses, reduciendo su prevalencia y adaptabilidad. Dado que los diferentes cultivos tienen distintos requerimientos y tiempos de crecimiento, se dificulta que las arvenses se adapten y prosperen.

La siembra directa y la reducción de la labranza son prácticas que preservan la estructura del suelo y su microbioma, favoreciendo a las plantas de cultivo sobre las arvenses. Además, la labranza mínima reduce la exposición de semillas de arvenses latentes en el suelo. Fomentar la presencia de organismos benéficos, como insectos, aves y otros animales, también puede ser muy efectivo para controlar las arvenses, ya que estos organismos pueden alimentarse de sus semillas o plántulas, reduciendo así su población.

Plantar cultivos en densidades que maximicen la competencia por luz, agua y nutrientes puede suprimir el crecimiento de arvenses, ya que los cultivos bien establecidos y vigorosos son más eficientes para competir contra ellas. Es importante señalar que algunas arvenses pueden ser benéficas, mejorando la estructura del suelo y proporcionando hábitat para insectos benéficos. Identificar y manejar selectivamente estas arvenses puede formar parte de una estrategia de manejo integral, contribuyendo a un ecosistema agrícola más equilibrado y sostenible.

Prácticas específicas de manejo

Aplicación de mulch orgánico: el uso de materiales orgánicos como paja, hojas, restos de poda y compost no sólo suprime las arvenses, sino que también mejora la fertilidad del suelo a medida que se descomponen.

Cultivos de cobertura: plantar leguminosas, gramíneas u otros cultivos de cobertura durante la época no productiva del cacao ayuda a mantener el suelo cubierto y mejora la estructura y fertilidad del suelo.

Intercaladas con plantas de rápido crecimiento: incorporar plantas que crecen rápidamente y cubren el suelo, como algunas leguminosas, puede reducir significativamente la incidencia de arvenses.

Deshierbe manual y mecánico: aunque es laborioso, el deshierbe manual o el uso de herramientas mecánicas ligeras puede ser efectivo para el control de arvenses, especialmente en áreas pequeñas o en cultivos de alto valor como el cacao.

Siembra en franjas y policultivos: la siembra en franjas y la práctica de policultivos (cultivar varias especies juntas) pueden reducir la presión de arvenses al maximizar el uso del espacio y los recursos.

Beneficios del manejo de arvenses en la agricultura regenerativa

El manejo de arvenses basado en la agricultura regenerativa es una estrategia integral que no solo controla las arvenses de manera efectiva, sino que también mejora la salud y sostenibilidad del ecosistema agrícola en su totalidad. Las prácticas regenerativas aumentan el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorando su estructura y capacidad de retención de agua. Al manejar las arvenses de manera natural, se reduce la necesidad de herbicidas químicos, lo que beneficia al medio ambiente y la salud humana. Un enfoque regenerativo promueve un ecosistema agrícola diverso, que es más resistente a plagas y enfermedades. Además, estas prácticas son económicamente viables a largo plazo, ya que mejoran la productividad del suelo y reducen los costos de insumos.

La agricultura regenerativa se enfoca en restaurar y mejorar la salud del suelo mediante prácticas sostenibles, entre las cuales la incorporación de materia orgánica juega un papel crucial. En las fincas ganaderas de Vista Hermosa, los residuos de plátano y el estiércol bovino pueden ser compostados para crear fertilizantes orgánicos. Estos no solo mejoran la fertilidad del suelo, sino que también promueven una biodiversidad saludable del suelo, esencial para la sostenibilidad a largo plazo. La integración de estos abonos orgánicos en la agricultura regenerativa no solo mejora la salud del suelo, sino que también contribuye a la sostenibilidad del ecosistema agrícola, aumentando la resiliencia de los cultivos frente a condiciones adversas y promoviendo un ciclo de nutrientes más eficiente y natural.

Tabla de Abonos Orgánicos para SAF Cacao, Plátano, Cacay, Maderables y Caucho

Esta tabla proporciona información detallada sobre los materiales necesarios, el método de preparación, la cantidad a aplicar y la función de cada tipo de abono orgánico, específicos para un Sistema Agroforestal (SAF) que incluye cacao, plátano, cacay, maderables y caucho.

Tipo de Abono	Materiales Necesarios	Modo de Preparación	Método de Aplicación	Función
Té de Compost	- 5 kg de compost - 20 litros de agua no clorada - Aireador (opcional)	1. Llenar un barril con 20 litros de agua no clorada. 2. Colocar 5 kg de compost en una bolsa de tela porosa y sumergirla en el agua.	Aplicar 1 litro de té de compost por metro cuadrado de suelo o rociar directamente	Aporta nutrientes esenciales rápidamente, mejora la salud del suelo y aumenta la

		<ol style="list-style-type: none"> Si usas un aireador, colócalo en el agua y enciéndelo. Dejar reposar y airear la mezcla durante 24-48 horas. Retirar la bolsa de compost. 	sobre las plantas.	resistencia de las plantas a patógenos.
Bokashi	<ul style="list-style-type: none"> - 10 kg de residuos de cocina - 2 kg de salvado de trigo o arroz - 500 ml de melaza - 500 ml de EM - 2 litros de agua 	<ol style="list-style-type: none"> Mezclar los restos de cocina con el salvado de trigo o arroz. Disolver la melaza en 2 litros de agua y añadir los EM. Agregar la solución EM a la mezcla de residuos y salvado, asegurándose de que todos los materiales estén bien mezclados. Colocar la mezcla en un recipiente hermético. Dejar fermentar durante 2-3 semanas en un lugar oscuro y cálido. 	Incorporar 2 kg de bokashi por metro cuadrado de suelo.	Acelera la descomposición de la materia orgánica, enriquece el suelo con nutrientes y promueve una comunidad microbiana saludable.
Vermicompost	<ul style="list-style-type: none"> - 10 kg de residuos orgánicos - 500 lombrices rojas californianas - Caja de vermicompostaje 	<ol style="list-style-type: none"> Colocar una base de material seco (como hojas secas o cartón) en la caja de vermicompostaje. Añadir 10 kg de residuos orgánicos sobre la base seca. Introducir 500 lombrices rojas californianas en la caja. Mantener la caja húmeda pero no empapada. Añadir nuevos residuos orgánicos regularmente. Después de 2-3 meses, recolectar el vermicompost separando las lombrices mediante un tamiz. 	Aplicar 2 kg de vermicompost por metro cuadrado de suelo.	Contiene nutrientes esenciales y humus, mejora la fertilidad del suelo, aumenta la aireación y la capacidad de retención de agua.
Biofertilizantes Microbianos	<ul style="list-style-type: none"> - 1 kg de cepas de microorganismos (Rhizobium, Azotobacter) - 5 kg de turba o compost 	<ol style="list-style-type: none"> Mezclar 1 kg de cepas de microorganismos con 5 kg de turba o compost. Guardar la mezcla en un lugar fresco y seco hasta su uso. 	Aplicar 100 g de bio-fertilizantes por metro cuadrado de suelo o tratar las semillas antes de la siembra.	Aumenta la disponibilidad de nitrógeno y fósforo, estimulando el desarrollo de raíces fuertes y saludables.
Abono Verde	<ul style="list-style-type: none"> - 200 g de semillas de leguminosas 	<ol style="list-style-type: none"> Sembrar las leguminosas en el área de cultivo antes de la temporada principal. Dejar crecer las plantas hasta que alcancen una altura significativa. Antes de la floración, cortar las plantas y enterrarlas en el suelo. Dejar que la materia verde se descomponga durante unas semanas antes de plantar los cultivos principales. 	Incorporar 2 kg de materia verde por metro cuadrado de suelo.	Aumenta la porosidad y la capacidad de retención de agua del suelo, enriquece con nitrógeno y protege contra la erosión.
Biochar	<ul style="list-style-type: none"> - 10 kg de biomasa (restos de madera, 	<ol style="list-style-type: none"> Secar y cortar la biomasa en trozos pequeños. Colocar la biomasa en el horno de 	Aplicar 1 kg de biochar por metro cuadrado de suelo	Aumenta la capacidad del suelo para retener

	residuos agrícolas) - Horno de pirólisis	pirólisis y calentar en ausencia de oxígeno hasta que se convierta en carbón. 3. Dejar enfriar el biochar. 4. Triturar el biochar en partículas finas. 5. Mezclar el biochar con compost para aumentar su efectividad.	antes de la siembra.	nutrientes y agua, mejora la estructura del suelo a largo plazo y captura carbono.
Estiércol de Gallina	- 5 kg de estiércol de gallina - 10 litros de agua	1. Mezclar 5 kg de estiércol de gallina con 10 litros de agua. 2. Dejar reposar la mezcla durante 1-2 semanas para que fermente.	Aplicar 1 litro de la mezcla por metro cuadrado de suelo.	Rico en nitrógeno, fósforo y potasio, mejora la fertilidad del suelo.
Estiércol de Vaca	- 10 kg de estiércol de vaca - 20 litros de agua	1. Mezclar 10 kg de estiércol de vaca con 20 litros de agua. 2. Dejar reposar la mezcla durante 2-3 semanas para que fermente.	Aplicar 2 litros de la mezcla por metro cuadrado de suelo.	Proporciona nutrientes esenciales y mejora la estructura del suelo.
Estiércol de Caballo	- 10 kg de estiércol de caballo - 15 litros de agua	1. Mezclar 10 kg de estiércol de caballo con 15 litros de agua. 2. Dejar reposar la mezcla durante 2-3 semanas para que fermente.	Aplicar 2 litros de la mezcla por metro cuadrado de suelo.	Rico en materia orgánica, mejora la aireación y drenaje del suelo.
Abono de Ortiga	- 1 kg de ortigas frescas - 10 litros de agua	1. Cortar 1 kg de ortigas frescas y colocarlas en un recipiente con 10 litros de agua. 2. Dejar fermentar la mezcla durante 1-2 semanas. 3. Colar la mezcla antes de usar.	Diluir 1 litro de abono de ortiga en 10 litros de agua y aplicar como riego foliar.	Estimula el crecimiento de las plantas, aporta minerales y micronutrientes.
Abono de Plátano	- Cáscaras de 10 plátanos - 10 litros de agua	1. Cortar las cáscaras de 10 plátanos en trozos pequeños y colocarlas en un recipiente con 10 litros de agua. 2. Dejar reposar la mezcla durante 1 semana. 3. Colar la mezcla antes de usar.	Aplicar 1 litro de abono de plátano por metro cuadrado de suelo.	Aporta potasio, mejora la floración y fructificación de las plantas.
Humus de Lombriz	- 10 kg de humus de lombriz	1. Recolectar 10 kg de humus producido por las lombrices. 2. Almacenar el humus en un lugar fresco y seco hasta su uso.	Aplicar 2 kg de humus de lombriz por metro cuadrado de suelo.	Aporta nutrientes, mejora la estructura del suelo y aumenta la capacidad de retención de agua.

Implementar estos métodos diversificados de fertilización y mejora del suelo en un sistema agroforestal puede proporcionar una base sólida para el crecimiento saludable de las plantas y la sostenibilidad del ecosistema. Cada método aporta beneficios específicos que, combinados, pueden transformar la salud del suelo y la productividad del sistema agroforestal.

Control de Plagas y Enfermedades en el Sistema Agroforestal Propuesto (Cacao, Caucho, Maderables, Plátano y Cacay)

El manejo integrado de plagas y enfermedades es crucial para la sostenibilidad y productividad de un sistema agroforestal. A continuación, se detallan estrategias específicas adaptadas para un sistema que incluye cacao, caucho, maderables, plátano y cacay.

Estrategias específicas de manejo integrado de plagas y enfermedades para cada cultivo en el sistema agroforestal

Cultivo	Enfermedades/ Plagas	Por qué se produce	Daños que produce	Control con agricultura regenerativa	Control convencional
Cacao	Barrenador del brote (Conopomorpha cramerella)	Atracción a brotes tiernos y frutos	Perforaciones en brotes y frutos	Monitoreo con trampas de feromonas; liberación de Trichogramma y Telenomus; aplicación de Bacillus thuringiensis; podas sanitarias; recolección y destrucción de frutos afectados.	Aplicación de insecticidas químicos específicos; uso de trampas químicas para control masivo.
	Monilia del cacao (Moniliophthora roreri)	Ambientes húmedos y cálidos	Podredumbre y pérdida total de cosecha	Monitoreo semanal; eliminación de frutos infectados; mejora de ventilación con podas; aplicación de Trichoderma.	Aplicación de fungicidas sistémicos como mancozeb y benomil.
	Fitoftora (Phytophthora spp.)	Suelos y climas húmedos	Podredumbre de raíces y frutos	Monitoreo visual; manejo adecuado del riego; eliminación de restos vegetales infectados; aplicación de Trichoderma.	Uso de fungicidas químicos como metalaxil y fosetil-Al.
	Escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa)	Condiciones húmedas y malas prácticas	Deformación y muerte de brotes y frutos	Podas sanitarias regulares; destrucción de partes infectadas; aplicación de Trichoderma.	Aplicación de fungicidas específicos y reguladores de crecimiento.
Caucho	Ácaro del caucho (Tetranychus urticae)	Climas cálidos y secos	Decoloración y caída de hojas	Monitoreo visual; introducción de Phytoseiulus persimilis; aplicación de Metarhizium	Aplicación de acaricidas químicos como abamectina y dicofol.

Cultivo	Enfermedades/ Plagas	Por qué se produce	Daños que produce	Control con agricultura regenerativa	Control convencional
				anisopliae.	
	Mal suramericano de las hojas (Microcyclus ulei)	Ambientes húmedos y lluviosos	Defoliación severa	Monitoreo visual; podas regulares; eliminación de hojas infectadas; aplicación de biofungicidas.	Uso de fungicidas químicos como tebuconazol y difenoconazol.
	Antracnosis (Colletotrichum spp.)	Alta humedad y temperaturas cálidas	Manchas negras en hojas y ramas	Monitoreo visual; podas y rotación de cultivos; eliminación de restos infectados; aplicación de biocontroladores.	Aplicación de fungicidas sistémicos y de contacto como mancozeb y clorotalonil.
Maderables	Termitas	Presencia de madera muerta y humedad	Daño estructural a los árboles	Monitoreo visual; aplicación de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae; fomentar aves insectívoras.	Toda Aplicación convencional de insecticidas químicos generan un impacto negativo en la biodiversidad del Saf.
	Barrenadores de la madera	Atracción a madera debilitada o estresada	Perforaciones en madera	Monitoreo visual; uso de barreras físicas; aplicación de biocontroladores.	Toda Aplicación convencional de insecticidas químicos generan un impacto negativo en la biodiversidad del Saf.
Plátano	picudo negro del plátano (Cosmopolites sordidus)	Pseudotallos muertos y residuos vegetales	Perforaciones en pseudotallo	Monitoreo visual y trampas de feromonas; liberación de nematodos entomopatógenos; eliminación de pseudotallos muertos.	Toda Aplicación convencional de insecticidas químicos generan un impacto negativo en la biodiversidad del Saf.
	Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)	Alta humedad y falta de ventilación	Manchas negras en hojas, defoliación	Monitoreo visual; eliminación de hojas infectadas; mejora de ventilación mediante podas; aplicación de biocontroladores.	Uso de fungicidas sistémicos y de contacto como propiconazol y mancozeb.
Cacay	Insectos defoliadores	Aumento de población de insectos	Destrucción de hojas	Monitoreo visual; liberación de mariquitas y crisopas; aplicación	Toda Aplicación convencional de insecticidas químicos generan

Cultivo	Enfermedades/ Plagas	Por qué se produce	Daños que produce	Control con agricultura regenerativa	Control convencional
				de Beauveria bassiana.	un impacto negativo en la biodiversidad del Saf.
	Hongos patógenos del suelo (Phytophthora spp.)	Suelos mal drenados y alta humedad	Podredumbre de raíces y tallos	Monitoreo visual; mejora del drenaje del suelo; aplicación de Trichoderma.	Uso de fungicidas sistémicos como metalaxil y fosetil- Al.

El manejo integrado de plagas y enfermedades en un sistema agroforestal que incluye cacao, caucho, maderables, plátano y cacay requiere un enfoque multifacético. La combinación de monitoreo regular, control biológico, prácticas culturales, control mecánico y el uso prudente de productos químicos asegura un control efectivo y sostenible de plagas y enfermedades. Adaptar estas estrategias a las necesidades específicas de cada cultivo es esencial para promover la salud y productividad del sistema agroforestal.

Procedimiento Generalizado de Control de Plagas y Enfermedades

1. Inspección Inicial

- **Frecuencia:** Semanalmente.
- **Método:** Inspección visual sistemática de hojas, tallos, frutos y raíces.
- **Instrumentos:** Lupa, cámara fotográfica, bloc de notas o dispositivo electrónico para registros.

2. Identificación de Problemas

- **Síntomas para observar:** decoloración, manchas, agujeros, exudaciones, deformaciones.
- **Comparación:** Utilizar guías de identificación de plagas y enfermedades del ICA.

3. Registro de Observaciones

- **Formato:** Utilizar formatos de monitoreo del ICA.
- **Contenido:** Fecha, ubicación, síntomas observados, número de plantas afectadas.
- **Fotografía:** Tomar imágenes claras de los síntomas y afectaciones.

4. Evaluación y Análisis

- **Revisión de registros:** Analizar las tendencias y patrones.
- **Consulta:** Consultar con expertos o entomólogos/agrónomos del ICA si es necesario.

5. Estrategias de Control

- **Control Biológico:** Introducción de depredadores naturales, aplicación de bioinsecticidas y biofungicidas.
- **Prácticas Culturales:** Podas sanitarias, manejo adecuado del riego, rotación de cultivos.
- **Control Mecánico:** Remoción manual de partes afectadas, uso de trampas.
- **Control Químico:** Aplicación prudente de productos químicos según las recomendaciones del ICA.

6. Implementación de Medidas de Control

- **Acciones inmediatas:** Realizar podas, aplicar biocontroladores o productos químicos según sea necesario.
- **Monitoreo continuo:** Evaluar la efectividad de las medidas implementadas.

7. Registro de Acciones y Resultados

- **Formato:** Utilizar formatos de seguimiento del ICA.
- **Contenido:** Medidas implementadas, fechas, observaciones de efectividad.

8. Revisión y Ajuste

- **Revisión periódica:** Mensualmente, revisar la efectividad del programa de control.
- **Ajustes:** Modificar estrategias según los resultados obtenidos.

Formatos de Monitoreo del ICA

Formato de Inspección Inicial

Fecha	Ubicación	Nombre del Inspector	Hojas	Tallos	Frutos	Raíces	Número de Plantas Afectadas	Fotografía Adjunta (Sí/No)
04/07/2024	Lote 1	Juan Pérez	Manchas marrones en hojas	Tallos con exudaciones	Frutos con podredumbre	Raíces con síntomas de podredumbre	20	Sí

Formato de Registro de Observaciones

Fecha	Ubicación	Síntomas Detectados	Comparación con Guías del ICA	Número de Plantas Afectadas	Comentarios Adicionales
04/07/2024	Lote 1	Manchas marrones en hojas, exudaciones en tallo	Sí	20	Posible infección por hongos

Formato de Implementación de Medidas de Control

Fecha	Medidas Implementadas	Efectividad Observada	Observaciones Adicionales
05/07/2024	Aplicación de Trichoderma en suelo, podas sanitarias, liberación de Trichogramma	Disminución de síntomas en hojas	Continúa monitoreo semanal

Formato de Seguimiento y Revisión

Fecha	Medidas Implementadas	Resultados Observados	Ajustes Necesarios	Comentarios Finales
15/07/2024	Podas sanitarias, aplicación de Trichoderma	Reducción significativa de exudaciones	Incrementar liberación de Trichogramma	Estrategias están funcionando bien

Esta estructura de procedimiento y formatos de monitoreo ayuda a mantener un registro detallado y efectivo del manejo de plagas y enfermedades en un sistema agroforestal, asegurando la sostenibilidad y productividad del cultivo.

Cosecha y Postcosecha en el Sistema Agroforestal

Cacao (Theobroma cacao)

Cosecha: realice la cosecha cuando los frutos estén maduros, utilizando técnicas que no dañen el árbol, retirando adecuadamente la mazorca madura del fruto, utilizando podadora manual sin afectar las hojas. La maduración del fruto puede darse entre 5 a 6 meses. Esta debe recolectarse en costales, canastas limpias. De darse altas cosechas, cada 15 días; en baja productividad, cada 30 días. Las épocas de mayor cosecha se estiman para los meses de abril, mayo y junio y la mitaca (cosecha intermedia) para los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Fermentación: este proceso debe darse bajo techo y cerrado, utilizando cajas de madera de 20 a 30 cm por encima del suelo, donde se aplique levadura y ácidos (lácticos y acéticos), se escurra el cacao. Asimismo, debe evitarse mezclar los granos en la caja donde se fermenta, aparte de taparlos con costales de fique limpios u hojas de plátano.

Secado: seque los granos de cacao al sol o en secadoras artificiales hasta alcanzar el nivel de humedad adecuado. Como recomienda la Compañía Nacional de Cacao (2019) "debe secarse el primer día de 2 a 3 horas con luz solar, el segundo día de 4 a 6 horas, el tercer día 8 horas y a partir del cuarto día se pueden exponer las horas de luz solar que se requieran y hacer volteos constantemente a la masa de cacao para que el aire y la temperatura tengan una distribución uniforme. Para ello se utilizan implementos de madera o plástico bien limpios." (pág. 22)

Almacenamiento: después de empacado en sacos, almacenar los granos de cacao en un lugar fresco, seco y ventilado, a modo de estibas (en plástico o madera), lo suficientemente separadas de las paredes para que no afecten los grados.

Cacay (Caryodendron orinocense)

Cosecha: Las nueces maduras caen naturalmente al suelo o pueden ser recolectadas directamente del árbol cuando están completamente maduras y secas. Las nueces se recolectan manualmente y se separan de la cáscara para extraer las semillas.

Procesamiento: Las nueces se rompen para extraer las semillas, que luego se secan al sol o en secadores. Las semillas se secan hasta alcanzar una humedad adecuada para la producción de aceites, asegurando que no se expongan a la humedad excesiva para evitar la degradación de la calidad del aceite.

Caucho (Hevea brasiliensis)

Cosecha: El caucho se obtiene mediante sangría, un proceso que consiste en hacer incisiones angulares en la corteza del árbol para recolectar el látex en recipientes colocados debajo de la incisión. La sangría se realiza cada 2-3 días para evitar daños al árbol y mantener un flujo constante de látex.

Procesamiento: El látex recolectado se coagula mediante la adición de ácido acético o fórmico. Una vez coagulado, el caucho se prensa y se seca al sol o en secadores especializados hasta obtener láminas de caucho seco listas para su procesamiento industrial.

Plátano (Musa spp.)

Cosecha: Los racimos de plátano se cosechan cuando las frutas han alcanzado el tamaño y color deseados. Normalmente, los plátanos se cosechan cuando están verdes con algunas manchas amarillas indicativas de madurez. Los racimos se cortan con una herramienta afilada del tallo principal del árbol.

Postcosecha: Los racimos se manejan con cuidado para evitar daños físicos que puedan provocar la maduración prematura o la pérdida de calidad.

Almacenamiento: Se almacenan en lugares frescos y ventilados para prolongar la vida útil. Es crucial utilizar empaques adecuados para proteger las frutas durante el transporte y almacenamiento.

Especies Maderables (Cedro, Flor Morado, Pavito, Cedro Amargo)

Cosecha: La cosecha de especies maderables se planifica cuidadosamente considerando el tamaño y la edad de los árboles, así como el diámetro del tronco. Se utilizan técnicas de tala sostenibles como la tala dirigida, donde se seleccionan y cortan selectivamente los árboles maduros para minimizar el impacto ambiental.

Replantación: Después de la cosecha, se lleva a cabo la replantación de nuevas plántulas en los espacios dejados por los árboles cosechados para mantener la productividad del sistema agroforestal. Las nuevas plántulas se plantan con cuidado, asegurando un manejo adecuado del suelo y la fertilidad para promover un crecimiento saludable y sostenible.

La cosecha y el manejo postcosecha en un sistema agroforestal son etapas críticas que impactan directamente la calidad y el valor de los productos obtenidos. Para cada especie cultivada, desde el cacao hasta las especies maderables, es fundamental implementar prácticas adecuadas de cosecha y postcosecha que aseguren la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental del sistema. Adaptar estas estrategias según las condiciones específicas del cultivo y del entorno contribuye significativamente al éxito a largo plazo del sistema agroforestal.

Registro y Monitoreo en el Sistema Agroforestal

Mantener un registro detallado de todas las actividades realizadas en el sistema agroforestal permite tener un historial completo de las operaciones llevadas a cabo, incluyendo fechas de plantación, métodos de mantenimiento y manejo de plagas y enfermedades. Esto facilita el seguimiento de las actividades, asegurando que se realicen de manera oportuna y eficiente. Además, registrar el uso de insumos como fertilizantes, pesticidas y abonos orgánicos es crucial para evaluar su efectividad y costo, lo que permite tomar decisiones informadas sobre la optimización de recursos y la selección de productos más eficaces y sostenibles.

Documentar desde el cultivo hasta la cosecha y postcosecha asegura la trazabilidad de los productos agrícolas. Esto es fundamental para cumplir con normativas regulatorias, certificaciones de calidad y para garantizar la seguridad alimentaria. Los registros también permiten evaluar la eficiencia de las prácticas de manejo implementadas, mejorar la productividad y calidad del cultivo, y minimizar el impacto ambiental mediante el uso adecuado de insumos y prácticas sostenibles.

Elementos para registrar

Actividades de Plantación y Mantenimiento:

Fecha de Plantación: Registrar la fecha específica de plantación de cada especie permite llevar un control preciso del desarrollo de las plantas y programar adecuadamente actividades futuras como la poda y fertilización.

Métodos y Fechas de Mantenimiento: Documentar los métodos utilizados y las fechas de poda, riego, fertilización y control de plagas proporciona una guía para evaluar la eficacia de las prácticas de manejo y realizar ajustes según sea necesario.

Formato 1: Registro de Actividades de Plantación y Mantenimiento

Fecha	Especie	Actividad	Método	Observaciones
DD/MM/AAAA	Cacao	Plantación	Directo	Áreas previamente despejadas, sin deforestación
DD/MM/AAAA	Cacao	Poda	Sanitaria	Mejora de la ventilación, sin impacto ambiental
DD/MM/AAAA	Plátano	Fertilización	Orgánica	Uso mínimo de insumos, prácticas sostenibles
DD/MM/AAAA	Cacao	Control de Plagas	Biológico	Uso de controladores naturales, sin químicos

Insumos Utilizados:

Tipo y Cantidad de Insumos: Detallar el tipo de fertilizantes, abonos orgánicos y pesticidas utilizados, junto con las cantidades aplicadas, permite realizar un análisis preciso del uso de recursos y su impacto en la salud del suelo y las plantas.

Fechas de Aplicación y Observaciones: Registrar las fechas de aplicación de insumos y hacer anotaciones sobre su efectividad y cualquier observación relevante ayuda a mejorar las prácticas agrícolas y minimizar el impacto ambiental.

Formato 2: Registro de Insumos Utilizados

Fecha de Aplicación	Tipo de Insumo	Cantidad	Efectividad	Observaciones
DD/MM/AAAA	Fertilizante Orgánico	10 kg	Moderada	Mejora notable en el crecimiento de las plantas
DD/MM/AAAA	Pesticida Natural	5 litros	Efectivo	Reducción de plagas sin impacto en la fauna local

Cosechas:

Fechas de Cosecha: Anotar las fechas de cosecha de cada especie permite monitorear el rendimiento a lo largo del tiempo y evaluar la eficiencia de las prácticas de manejo implementadas.

Cantidad Cosechada y Calidad del Producto: Registrar la cantidad de productos cosechados y evaluar la calidad del producto final ayuda a ajustar las técnicas de manejo para mejorar la productividad y la calidad del cultivo.

Formato 3: Registro de Cosechas

Fecha de Cosecha	Especie	Cantidad Cosechada	Precio de venta	Calidad del Producto	Observaciones
DD/MM/AAAA	CACAO	500 KG	15000/KG	Alta	Buen manejo postcosecha, calidad premium

Evaluación de Impactos en el Ecosistema:

- **Impacto de Prácticas Agrícolas:** Evaluación del impacto de las actividades agrícolas en la biodiversidad y los ecosistemas locales.
- **Beneficios Ecológicos:** Análisis de cómo las prácticas agroforestales contribuyen a la salud y diversidad del ecosistema.

Formato de Monitoreo de Biodiversidad y Conservación en Sistema Agroforestal

1. Registro de Biodiversidad:

Fecha	Especie Observada	Número Avistado	Observaciones Detalladas
DD/MM/AAAA	Aves	10	Diversidad de especies avícolas, impacto positivo en control de plagas.
DD/MM/AAAA	Insectos Benéficos	Variado	Presencia de mariquitas, crisopas, y su papel en el equilibrio ecológico.

Actividades de Restauración y Mejora del Hábitat:

Fecha	Actividad Realizada	Descripción Detallada
DD/MM/AAAA	Plantación de Especies Nativas	Especies plantadas, áreas específicas, métodos utilizados.
DD/MM/AAAA	Mantenimiento de Corredores Biológicos	Desmalezado, monitoreo de la vegetación circundante.

DD/MM/AAAA	Restauración de Humedales	Medidas tomadas para restaurar la función de humedales.
------------	---------------------------	---

Observaciones Adicionales:

- **Estado de Especies Vulnerables:** Registro de especies en riesgo y medidas adoptadas para su protección.
- **Cambios Observados:** Descripción de cambios significativos en la biodiversidad observados durante el monitoreo.

Bibliografía

- Aguilar, J y Rincón P. (2019). *Diseño y establecimiento de tres sistemas agroforestales de Cacao (Theobroma cacao L.), Nogal (Cordia gerascanthus L.) y Paulonia (Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud.) en la vereda Colorados, municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca*. Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD
- Agüero, M., Villalobos, R., Araya, J., Rosales, E., & Sandoval, M. (2014). Manual técnico de cultivo de banano (*Musa spp.*). Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria (INIAP), Costa Rica.
- Amezquita, E., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2009). Evaluación del crecimiento y la producción de cacao en sistemas agroforestales con diferentes especies de árboles maderables. *Agroecología*, 4(1), 35-48.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2010). *Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA)
- Arenas, J. (2020). Caracterización del Sistema Agroforestal de Cacao en 3 Fincas del Municipio del Carmen de Chucuri Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente "ECAPMA".
- Cacao Móvil. (S.F). Caja de herramientas para cacao. Cacao Móvil. <https://cacaomovil.com/site/guide/poda-del-cacao-y-el-manejo-de-arboles-acompanantes/28/el-manejo-de-la-sombra-en-el-cacaotal> (Consultada el 14 de febrero de 2024).
- Compañía Nacional de Chocolate. (2019). Cosecha, beneficio y calidad del grano de cacao. (*Theobroma cacao l.*). Disponible en: [Cartilla-Cosecha-Benef-Calidad-SEP-2019.pdf \(chocolates.com.co\)](https://chocolates.com.co/Cartilla-Cosecha-Benef-Calidad-SEP-2019.pdf).
- Compañía Nacional de Cacao (2019). Manual de buenas prácticas agrícolas y postcosecha en el cultivo del cacao. Compañía Nacional de Cacao, Colombia.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). (n.d.). *Establecimiento y Sostenimiento de SAF Cacao, Caucho, Plátano, Maderables*. Recuperado de <https://www.agrosavia.co/media/3796/plegable-servientrega.pdf>
- Compañía Nacional de Chocolate. (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao l.*) Sistemas agroforestales sostenibles. Disponible en: https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-SISTEMAS-AGROFORESTALES-1_compressed.pdf.
- FEDECACAO y FNC. (2013). Guía Ambiental Para El Cultivo Del Cacao. Recuperado de http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf
- Fedecacao, (2015). Guía Técnica Para El Cultivo De Cacao, Sexta edición. Bogotá D.C., Colombia
- (FHIA). (2004). Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales. Cortés, Honduras. Consultado en: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/cultivo_de_cacao_bajo_sombra_de_maderables_o_frutales.pdf
- García, E., Salazar, L., & Gutiérrez, M. (2018). Efectos de la aplicación de micorrizas y controladores biológicos en el establecimiento de sistemas agroforestales de cacao. *The Journal of Agricultural Science*, 122(2), 235-242.
- Goncalves, B., van der Meer, J., & Pierrot-Deseilligny, C. (2013). Diversification of rubber plantations for enhanced sustainability and resilience. In *Rubber* (pp. 201-228). Springer, Dordrecht.
- Grosso, H (2020). Guía práctica de manejo y aprovechamiento del cacao (*Theobroma cacao*) para pequeños productores Edición Corporación Biocomercio Sostenible. Bogotá, Colombia. 20 p.
- Jiménez, G.; Lerner, M. y Soto, L. (2008). Diseño de Sistemas Agroforestales para la Producción y la Conservación: Experiencia y Tradición en Chiapas. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/284304882_Diseño_de_Sistemas_Agroforestales_para_la_Producción_y_la_Conservación_Experiencia_y_Tradición_en_Chiapas

- Mazo, N., Rubiano, J., & Castro, A. (2016). Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de bosque seco tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG. *Revista colombiana de geografía*, 65.
- Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 3:97
- Palacios Bucheli, V. J. & Mavisoy, K., (2020). *La Agroforestería frente a la Agenda 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE* (Primera edición: Bogotá, D.C., ISBN Digital: 978-958-56971-9-5). <https://www.udca.edu.co/wp-content/uploads/2020/11/agroforesteria-agenda-2030-desarrollo-sostenible-1.pdf>
- Perales, A., & Chaverri, A. (2004). Caryodendron orinocense: A multipurpose tree with great economic and ecological potential. In *Neglected and underutilized tropical fruits: Composition, processing, and utilization* (pp. 213-231). Springer, Boston, MA.
- Ocampo Álvarez, D., Vázquez, LL, Ingeniero, M., & Habana, LA (2016). *METODOLOGÍA DE CAMPESINO A CAMPESINO ACTIVIDADES Y HERRAMIENTAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO* . <https://www.ipscuba.net/media/2021/08/Metodologia-de-campesino-a-campesino.pdf>
- Raquirá García, E. M. (2016). De campesino a campesino: una herramienta para el desarrollo sostenible en la zona de reserva campesina del valle del río Cimitarra (Trabajo de grado). Universidad de Cundinamarca, Yondo, Antioquia.
- Reis, W., et al. (2012). Sistemas agroforestales con caucho: el caso de Brasil y Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12880>.
- Romero, M., González, M. E. y Lara, A. (2014). Recuperación natural del bosque siempre verde afectado por tala rasa y quema en la reserva Costera Valdiviana, Chile. *Bosque (Valdivia)*, 35(3), pp. 257–267. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000300001>
- Rubiano, A. (2015). Diseño E Implementación De Una Alternativa De Arreglo Agroforestal En Pequeñas Unidades Productivas Caso De Estudio Finca El Venado Vereda Los Puentes Municipio De Umbita, Boyacá. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado de: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/3794>
- Ruf, F., & Schroth, V. (2012). El cultivo del cacao en sistemas agroforestales: Una perspectiva ecológica y económica. Springer.
- Somarriba, E y Detlefsen, G. (2012). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centro América. Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia y CATIE. pág.21-26.
- Salas, M. (2013). Los Sabores y las Voces de la Tierra: Visualizando la Soberanía Alimentaria en los Andes, Capítulo 7.
- Suarez, JCS (2017). *Comportamiento ecofisiológico de theobroma cacao l. En diferentes arreglos agroforestales bajo condiciones de la Amazonia colombiana*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Posgrado en Biología Programa de doctorado en Ciencias Biológicas.
- Tovar, J., Cadavid, L. C., & Orozco, J. C. (2014). Cacao (*Theobroma cacao* L.) nutrition and fertilization. In A. M. Duncan (Ed.), *Tropical tree nutrition* (pp. 357-389). Springer.
- Vélez, A. B. B. (2017). *Diseño de un sistema agroforestal de cacao en la hostería Hakuna Matata en*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Zuleta et al. (2023). Cacay. Redescubrimiento de una especie valiosa de nuestra biodiversidad. Arlés SAS & el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.