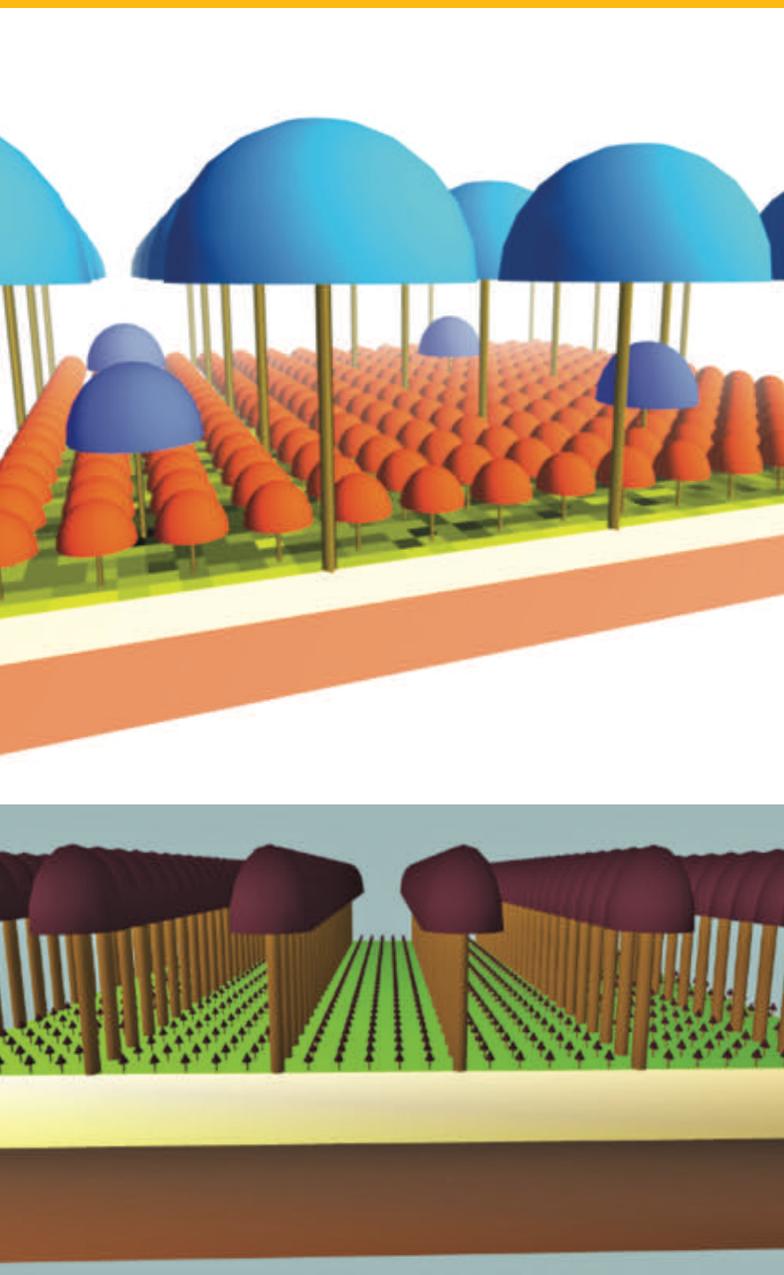


# GUÍA

## Diseño, rediseño y manejo de sistemas agroforestales de cacao







# **Diseño, rediseño y manejo de sistemas agroforestales de cacao**

---

Rolando Cerda  
Jorge Ramirez  
Luis Orozco  
Eduardo Somarriba

Este material fue elaborado en el marco del proyecto 106286 “*Conservación Efectiva de Bienes y Servicios Ecosistémicos en Paisajes Productivos de Montaña Amenazados*” y realizado por el Gobierno de la República Dominicana, representado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD o UNDP, por sus siglas en inglés) y financiamiento otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF, por sus siglas en inglés).

Las opiniones expresadas en esta publicación son de las de sus respectivos autores y autoras, y no representan necesariamente las posiciones de las Naciones Unidas, incluyendo el PNUD, y las de los Estados Miembros de la ONU.

#### Para citar documento:

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “DISEÑO, REDISEÑO Y MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO”, Proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos, Santo Domingo RD\*

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación siempre y cuando sea citada la fuente.

© Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD o UNDP, por sus siglas en inglés)

## Créditos

### Instituciones:

#### Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**Orlando Jorge Mera**, Ministro

**Federico Franco**, Viceministro de Áreas Protegidas y Biodiversidad

#### Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD

#### Coordinación del proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos:

**Evaydee Pérez Sarraff**, Coordinadora Nacional

**Coordinación de la consultoría**  
**Oscar Valenzuela**, especialista en medios de vida

#### Entidad consultora:

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)**

#### Equipo de trabajo

**Coordinador:** Rolando Cerda

**Autores:** Rolando Cerda, Jorge Ramirez, Luis Orozco, Eduardo Somarriba

**Coordinadora operativa:** Chelsia Moraes

**Textos:** Rolando Cerda, Jorge Ramirez, Luis Orozco, Eduardo Somarriba

**Fotografías:** Allan Mata-Quirós

#### Revisión técnica:

**Oscar Valenzuela**, proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos

**Emilio De La Cruz**, proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos

**Enelvi Brito**, Departamento del Cacao, Ministerio de Agricultura

**Osterman Ramirez**, Departamento del Cacao, Ministerio de Agricultura

#### Producción gráfica:

**Diagramación:** Tecnología de información y Comunicación

Avenida Cayetano Germosén esq. Avenida Gregorio Luperón  
Santo Domingo, Distrito Nacional, República Dominicana  
Tel.: (809) 567-4300 ext. 7388  
Correo electrónico: contacto.bpp@gmail.com

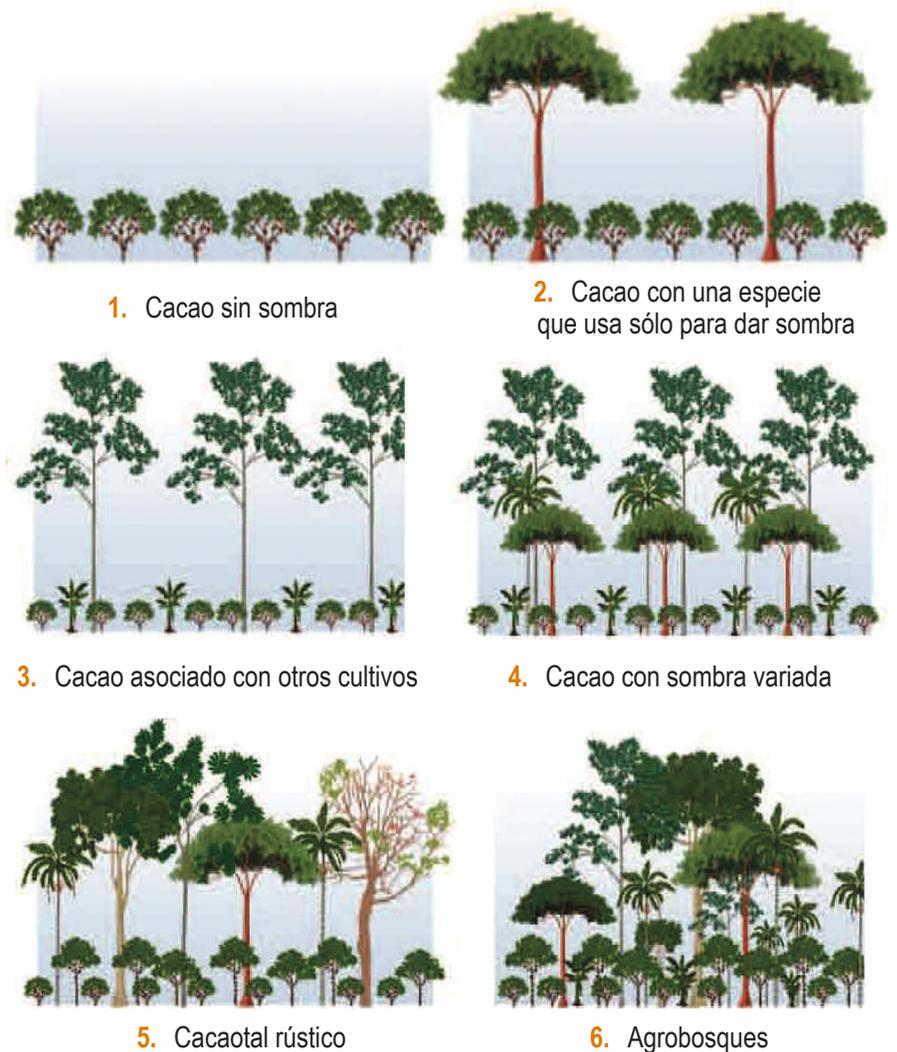
<b>Introducción</b> .....	6
<b>Tipos de sistemas agroforestales con cacao</b> .....	6
<b>Importancia de la biodiversidad para la provisión de servicios ecosistémicos</b> .....	7
<b>Diseño para el establecimiento de sistemas agroforestales</b> .....	8
<b>Análisis, diseño (rediseño) de sistemas agroforestales</b> .....	9
<b>Uso del software shademotion para toma de decisiones en el diseño y re-diseño</b> .....	15
<b>Regulación de sombra de los árboles acompañantes</b> .....	17
Distribución de la sombra .....	17
Porcentaje de sombra adecuado para el cultivo .....	17
Manejo de sombra regulada .....	17
Inicio de regulación de la sombra .....	17
Tipos de manejo .....	18
Épocas para manejo .....	18
<b>Bibliografía</b> .....	18
<b>Anexos</b> .....	19

# Introducción

El personal técnico y los productores y productoras de cacao necesitan tener conocimientos y habilidades importantes para establecer sistemas agroforestales nuevos y también para mejorar el dosel de sombra de sus plantaciones existentes. En esta guía brindamos los elementos, metodologías y herramientas necesarias para diseñar o rediseñar cacaotales que fomenten la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos en beneficio de la familia, comunidad y paisaje.

## Tipos de sistemas agroforestales con cacao

El proceso de idear un determinado sistema agroforestal (SAF) siempre debe comenzar considerando los objetivos del productor y productora. Parte de sus objetivos es decidir el tipo de SAF que desea. Si va a iniciar el establecimiento de un cacaotal, debe tener claro a qué tipo de SAF quisiera apuntar; y si ya tiene un cacaotal y quiere mejorarlo (rediseñarlo), debe iniciar reconociendo qué tipo de SAF tiene en su finca, y después decidir si quiere seguir con ese tipo de SAF o apuntar a otro. En la Figura 1 se muestran los principales tipos de SAF que sirven de orientación para técnicos y productores.



**Figura 1. Tipos de cacaotales más comunes a nivel mundial**

Como se muestra en la Figura 1, puede haber desde SAF simples (Tipo 2) hasta SAF muy diversos y complejos (Tipo 6). Mensajes importantes como orientación hacia qué tipo de SAF apuntar:

- › Siempre apuntar a algún tipo de SAF especialmente en el caso de pequeños y medianos productores. Un SAF contribuye a conservar los recursos naturales, aumenta la vida productiva de las plantas y atrae mayor biodiversidad de plantas y animales
- › Los tipos de SAF más simples tendrán menor cobertura de sombra, el manejo podría ser más sencillo y podrían favorecer a una mayor producción de cacao con respecto a cacaotales más complejos, pero con una menor producción diversificada
- › Los cacaotales más diversos o complejos podrían tener menos rendimientos de cacao, pero compensarían los beneficios para la familia con más productos (frutas, madera, materiales de construcción, otros)
- › Por tanto, el tipo de cacaotal a escoger, dependerá de los objetivos de cada productor (a), y de la mano de obra que estén dispuestos a invertir.

## Importancia de la biodiversidad para la provisión de servicios ecosistémicos

La biodiversidad de plantas y animales es la base para proveer servicios ecosistémicos. En SAF, la biodiversidad involucra integralmente la riqueza de especies, la cantidad de individuos por especie, la distribución horizontal y vertical en el terreno, y las funciones que cumplen.

Los servicios ecosistémicos pueden definirse como todos los beneficios que generan los sistemas naturales y agroecosistemas para el bienestar humano. El bienestar humano depende tanto de su entorno más cercano (familia, finca) como del entorno que le rodea (comunidades, paisajes). Por tanto, los servicios pueden ser tangibles (por ejemplo todos los productos que se obtienen del sistema) o intangibles (ejemplo: mejoras a la fertilidad del suelo). En la figura 2 se muestra una clasificación de los servicios ecosistémicos.

Servicios de Producción (provisión)	Servicios de Regulación	Servicios culturales
Productos obtenidos de ecosistémicos	Beneficios obtenidos de procesos ecosistémicos	Beneficios materiales y no-materiales de ecosistemas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentos</li> <li>• Agua fresca</li> <li>• Energía</li> <li>• Fibras (para telas)</li> <li>• Productos bioquímicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de clima</li> <li>• Regímenes hidrológicos</li> <li>• Reducción de desastres naturales</li> <li>• Secuestro de carbono</li> <li>• Detoxificación</li> <li>• Regulación de pérdidas por plagas y enfermedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espiritual e inspiracional</li> <li>• Recreacional</li> <li>• Estéticos</li> <li>• Educativos</li> <li>• Históricos</li> <li>• Conocimiento tradicional bienestar humano</li> </ul>
<b>Servicios de apoyo</b>		
<b>Servicios necesario para la producción de todos otros servicios ecosistémicos:</b>		
Formación	Ciclos de nutrientes	Producción primaria

MEA 2006

**Figura 2. Clasificación de los servicios ecosistémicos**

# Diseño para el establecimiento de sistemas agroforestales

Cuando se va a establecer un sistema agroforestal nuevo, se debe aprovechar la oportunidad de diseñar un sistema bien ordenado y moderno desde las nuevas variedades del cultivo a plantar hasta las especies que serán la sombra temporal y permanente:

- › Decidir qué clones o qué híbridos sembrará, y a qué distancias de siembra
- › Sembrar cada clon o híbrido en filas
- › Decidir qué especies de sombra temporal acompañarán al cultivo principal hasta los dos o tres años, puede tener:
  - › Decidir las especies de sombra permanente que tendrá el sistema: la cantidad de árboles de cada especie y las distancias de siembra
  - › Tomar en cuenta un cronograma de establecimiento (Figura 3)
  - › En la Figura 4 se presenta un ejemplo de diseño de un cacaotal ordenado
  - › Para reforzar todas estas decisiones, de debe aplicar la metodología que se presenta en la siguiente sección

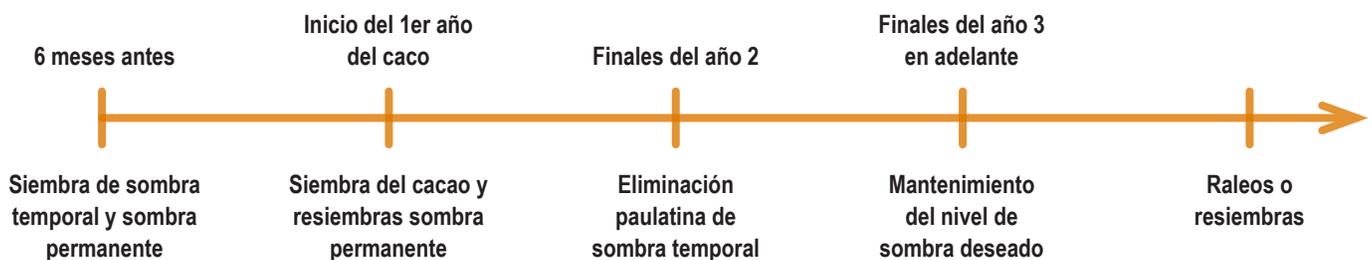


Figura 3. Cronograma de establecimiento de un cacaotal

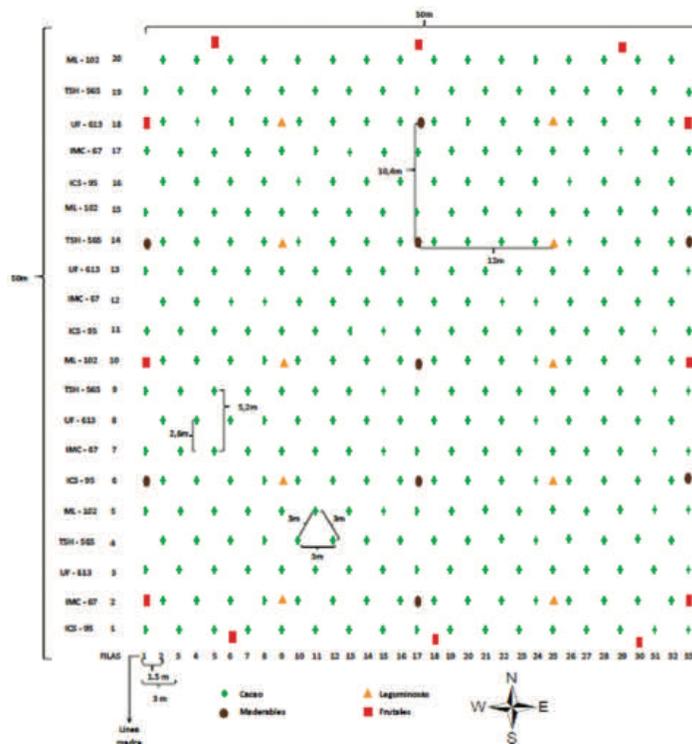


Figura 4. Ejemplo de diseño de cacaotal nuevo en República Dominicana

# Análisis, diseño (rediseño) de sistemas agroforestales

Esta es una metodología que contiene los pasos necesarios para conducir un diagnóstico y posteriormente proponer un diseño o rediseño de un sistema agroforestal (SAF). Las secciones son:

1

## Diagnóstico del sistema agroforestal (SAF)

- › Diagnóstico socioeconómico (de los objetivos y recursos de la familia)
- › Diagnóstico del sitio (suelo, altitud, topografía, clima)
- › Diagnóstico agroforestal (sombra, especies y fenología)

2

## Elaboración de propuestas para el diseño o rediseño

- › Consideraciones para elaborar la propuesta
- › Los atributos que debe tener una propuesta de mejora para su adopción

3

## Evaluación de la adoptabilidad de la propuesta con el productor

A continuación, se explica el contenido y cómo conducir cada sección en trabajos para diagnóstico y diseño de SAF. En anexos se provee los formularios necesarios

1

## Diagnóstico del sistema agroforestal (SAF)

El diagnóstico del SAF debe obtener la información concreta y necesaria que sirva como base para luego proponer el diseño de un SAF nuevo o el re-diseño de un SAF existente. Se deben hacer tres tipos de diagnóstico: socioeconómico, sitio y agroforestal.

### Diagnóstico socioeconómico (de los objetivos y recursos de la familia)

Consiste principalmente en preguntar al productor (a) y a los miembros de su familia cuáles sus objetivos en términos de qué productos y servicios quiere obtener del SAF, y de qué recursos dispone. Las preguntas guía para este diagnóstico son:

- › ¿Qué productos obtiene actualmente y qué productos le gustaría obtener del SAF? Indique además la prioridad
- › Pueden ser: cacao, banano, plátano, naranja, limón, aguacate, madera, leña, materiales de construcción, plantas medicinales, etc.
- › ¿Qué servicios le gustaría mejorar en el SAF? Indique además la prioridad
- › Pueden ser: mantenimiento de la humedad del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, reducir las pérdidas por plagas y enfermedades, conservar la biodiversidad de la comunidad,

secuestro de carbono para mitigar efectos del cambio climático

- › ¿Cuántas personas de la familia trabajan en su SAF y cuánto tiempo le dedican? y ¿Cuántas personas contrata o podría contratar al año para trabajar en el SAF?
- › Se debe anotar las respuestas concretas del número de personas que trabajan y del estimado del tiempo que dedican
- › ¿Cuánto dinero está dispuesto a invertir para mejorar el SAF?
- › Se deberá escoger una respuesta entre poco, moderado y mucho
- › ¿A cuál tipo de SAF pertenece su SAF?
- › Se mostrará unas figuras y el productor debe decir a cuál tipo pertenece y el técnico debe verificar

En una práctica, puede usar: **Formulario 1.**

## Diagnóstico del sitio

### (suelo, altitud, topografía, clima)

Consiste en hacer un recorrido general por el SAF, deseablemente con el productor, para, mediante observación, anotar las principales características del sitio y del clima. *Durante el recorrido, vaya haciendo un dibujo de la forma del SAF y sus colindantes, lo cual servirá para el diagnóstico agroforestal*

Las preguntas guía para este diagnóstico son:

- › ¿A qué altitud sobre el nivel del mar se encuentra el SAF?
- › ¿Cuánto es el área de su SAF ya establecido o cuánto será el área del SAF nuevo?
- › Anote en el dato en tareas
- › ¿Cuántos años tiene el SAF?
- › ¿Qué porcentaje del área está en plano, pendiente media y pendiente fuerte?
- › ¿Cuál es la orientación de la pendiente más fuerte con respecto al norte? Es decir ¿hacia dónde mira la pendiente?
- › ¿Cómo cataloga la fertilidad del suelo del SAF? Mala, regular, buena, muy buena
- › ¿Cómo es la capacidad del suelo para retener agua? Mala, regular, buena, muy buena
- › ¿Cuáles meses del año son nubosos/lluviosos, y cuáles meses son secos?
- › ¿Hay vientos fuertes que llegan al SAF y causan problemas? ¿En Cuáles meses del año?
- › ¿Hay una vegetación colindante grande en las orillas que da mucha o moderada sombra al SAF? Reflejarlo en el croquis del SAF

En una práctica usar el **Formulario 2 y Formulario 3.**

## Diagnóstico agroforestal

### (sombra, especies y fenología)

Consiste en hacer un croquis del SAF a grandes rasgos, y registrar datos importantes de la cobertura de sombra, las especies de plantas/palmas/árboles que hay y productos/servicios que proveen y la fenología del cultivo en el lugar. Las actividades o preguntas guía para este diagnóstico son:

- › En el croquis del SAF (**Formulario 2**), a grandes rasgos, indique cuáles son los lugares (parches) con mucha, moderada o poca sombra; parches con concentración de un tipo específico de árboles, lugares con pendientes; vegetación o usos de suelo colindantes al SAF; ríos, zanjas o senderos importantes que atraviesan el SAF
- › Identificar plantas/palmas/árboles por cada tipo de especie; agrupar la cantidad de árboles por especie que sean de tamaños similares; tomar datos estimados de altura total, ancho de copa y oclusión de un árbol por cada grupo que hizo; para cada especie anotar los productos/servicios que proveen. Aquí deberá aplicar la metodología de estimación visual de la oclusión.
- › ¿Qué variedades de cacao y en qué proporción se encuentran en el SAF? Preguntar al productor (a)
- › ¿Cuál es la distancia entre filas y entre plantas que se usó para la siembra? Preguntar al productor (a) y verificar
- › ¿Qué porcentaje del SAF está en crecimiento, empezando producción o ya está en plena producción?
- › ¿En qué meses: se da la mayor floración, la mayor presencia de frutos jóvenes, empieza la maduración?
- › ¿Cuáles son los meses cuando empieza la cosecha, pico de cosecha, y finales de cosecha?

En una práctica usar el **Formulario 4.**

## Elaboración de propuestas para el diseño o re-diseño del SAF

**Definición:** una propuesta de mejora es un conjunto de intervenciones que se recomienda al productor y su familia para que mejoren los rendimientos de productos agroforestales y servicios que provee el SAF, de acuerdo a sus objetivos y recursos disponibles.

**La propuesta debe ser detallada:** la propuesta de mejora debe ser lo más detallada posible en sus recomendaciones técnicas; no se puede recomendar intervenciones que den lugar a interpretaciones ambiguas o que sean demasiado generales.

Por ejemplo, si la propuesta incluye un incremento de la producción de aguacates en el SAF, no puede decir simplemente “se recomienda sembrar más árboles de aguacate”. Debe decir claramente cuántos árboles de aguacate debería sembrar, en qué lugares del SAF, a qué distancias de otros árboles, de dónde puede conseguir las semillas o plantas de aguacate, etc.

**Elaboración de las propuestas:** las propuestas deben ser claras y lo más concretas posible. Para elaborarlas, deben basarse en los tres diagnósticos que se hicieron y en las sugerencias de los mismos técnicos, pero también deben tomar en cuenta las consideraciones y advertencias que se presentan a continuación.

En una práctica usar el **Formulario 5**

### Consideraciones para elaborar la propuesta

#### › Bienes y servicios, qué falta de lo que hay actualmente o cómo puede complementar, o qué nuevo servicio puede dar

- Para sugerir nuevas especies o reemplazo de árboles en el dosel, se debe revisar lo que provee actualmente el SAF y lo que el productor quiere a futuro (objetivos en el diagnóstico socioeconómico, **Formulario 1**).
- Si hay un producto o un servicio que actualmente el SAF no provee, o lo provee en pocas cantidades, se le debe dar especial importancia de acuerdo a la prioridad del productor. Por tanto, las propuestas de mejoras deberán estar orientadas a cumplir los objetivos que el productor persigue.

#### › Importancia de las dimensiones y rasgos funcionales de las especies para el dosel

- Las dimensiones son básicamente la altura total, el ancho de copa y altura de la copa.
- Entre los rasgos funcionales están la forma de la hoja, tamaño de la hoja y la oclusión de la copa.

- Los técnicos, especialmente cuando van a sugerir plantar nuevas especies o reemplazar árboles, deben pensar en cómo será ese árbol nuevo cuando sea adulto para poder estimar el espacio que necesita. Es decir, pensar y definir a qué distancia entre árboles se podrían establecer, de tal forma que a futuro el árbol no se traslape con otros árboles.
- También deben pensar en las alturas de un árbol y su oclusión. Por ejemplo, árboles bajos y con mucha oclusión de copa, podrían causar mucha sombra en la parcela. Árboles medianos o altos, y con oclusión media o baja, permitiría una sombra rala y mayor ventilación.
- Los SAF con sombra diversificada incluyen varios tipos de árboles que ocupan diferentes estratos, usualmente los árboles maderables ocupan el estrato más alto (25 metros o más) y tienen copa estrecha y sombra rala.
- Los árboles leguminosos que hacen aportes para mejorar la fertilidad del suelo al ser podados y por la fijación biológica del nitrógeno, usualmente tienen copa abierta y ocupan el estrato medio del SAF.
- En los SAF, conviene usar una combinación de leguminosas con hojas que se descomponen a diferentes ritmos (amapolas, guamas, madero negro), esto favorece la cobertura del suelo que ayuda a conservar la humedad y la regulación de las malas hierbas.
- El banano constituye una fuente de sombra de rápido crecimiento, en densidades adecuadas no afecta la producción de cacao, contribuye a generar ingresos y alimentos a la familia.
- Los frutales tienen la copa densa y requieren mantener el tamaño bajo para facilitar la cosecha, usualmente se establecen en menor cantidad en los SAF. Puede tener interferencia con los árboles de cacao, algunos agricultores prefieren plantarlos en los linderos o proximidades de las viviendas.
- La decisión de cuantas plantas de cada especie de cada grupo (maderables, árboles leguminosos que mejoran el suelo y frutales) dependerá de los objetivos del agricultor, las condiciones del sitio y el estado del SAF.

### ► Orientaciones sobre la sombra, el arreglo horizontal (distancias entre árboles) y vertical a proponer

- Las propuestas de mejoras deben buscar que haya sombra uniforme en toda la parcela. Es decir, que no haya lugares con mucha sombra y otros con poca sombra.
- ¿Qué porcentaje de cobertura de sombra se debe proponer para el SAF? Va a depender de los objetivos del productor:
- Una opción interesante sería manejar 30 a 50% de sombra: para SAF donde el cacao sigue siendo la prioridad, pero también se quiere una diversidad de productos y servicios. Es decir, sería adecuado si el productor está dispuesto a manejar bien el dosel de sombra para obtener buenos rendimientos de cacao y además tendrá árboles y sombra que le den otros productos
- Más de 50%: ya sería para un productor que no le preocupa tener buenos rendimientos y se conforma con lo que cosecha de cacao y de otros productos.

## Los atributos que debe tener una propuesta de mejora para su adopción

Las propuestas de mejoras deben cumplir con cinco atributos: Superioridad, Compatibilidad (costos), Simplicidad, Factibilidad y Observabilidad. Se explican a continuación:

- › **Superioridad:** la propuesta como un todo debe ser notoriamente mejor que lo que tiene actualmente. Es decir, los beneficios y servicios proyectados para el productor y para su SAF deben ser superiores en cantidad y/o calidad a lo que el SAF provee actualmente
- › **Compatibilidad:** las intervenciones que involucra la propuesta son compatibles con el tipo de sistema de producción que tiene el productor, con sus recursos económicos y disponibilidad de mano de obra, y con sus objetivos
- › **Simplicidad:** las intervenciones deben ser fáciles de implementar. Es decir, deben ser lo más prácticas y sencillas que se pueda, y que puedan implementarse con los conocimientos y habilidades del productor, reforzados con las orientaciones del técnico
- › **Factibilidad:** la propuesta como un todo, con todas sus intervenciones, debe ser posible de implementar. Si una o más de las intervenciones sugeridas no es posible para el productor o muy difícil de hacerla, reduce la factibilidad de toda la propuesta.
- › **Observabilidad:** los resultados de la propuesta deben ser notorios en el corto plazo al menos en el aspecto de la plantación, y los resultados/productos tangibles se deben evidenciar también en el corto o mediano plazo.

### 3

#### Evaluación de la adoptabilidad de la propuesta con el productor

esta evaluación consiste en dar calificaciones y pesos a cada uno de los atributos de la propuesta, hacer cálculos sencillos y al final obtener la probabilidad de adopción. Debe haber una evaluación hecha por el técnico (equipo técnico) y otra evaluación hecha por el productor (a) y su familia (guiada por el personal técnico).

Es un ejercicio para evaluar cada atributo de la propuesta, considerando todas las intervenciones que se proponen.

Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Dar una calificación de 1 a 5 a cada atributo de la propuesta. Donde 1 sería la calificación mínima y 5 sería la calificación máxima
2. Dar un peso a cada atributo entre 0 y 1. Esto se hace para definir la importancia que le da el técnico y el productor a cada atributo. No es lo mismo para todos.
3. Calcular el valor de la recomendación con la siguiente fórmula:

$$Vr = C_{SU} * P_{SU} + C_{CO} * P_{CO} + C_{SI} * P_{SI} + C_{FA} * P_{FA} + C_{OB} * P_{OB}$$

Donde Vr: valor de la recomendación; C: calificación (1-5); P: peso asignado a cada calificación (0-1); SU: superioridad; CO: compatibilidad; SI: simplicidad; FA: factibilidad; OB: observabilidad

Se debe hacer un valor de la recomendación con las valoraciones del equipo técnico (Vrt) y una valoración de la recomendación con el productor /a y su familia (Vrp).

El valor máximo de la recomendación es 25 (si diéramos calificación de 5 y peso de 1 a todo)

4. Calcular la Adoptabilidad (AD) sugerida por los técnicos (ADt) y por el productor / ADp):

$$ADt = (Vrt/25)*100\% \quad ADp = (Vrp/25)*100\%$$

La AD debe ser superior a 70% deseablemente y las ADt y ADp deben ser similares. Siempre se deben hacer ajustes con base en los comentarios del productor y su familia.

Si la AD del productor es menor a 70% y/o si es muy diferente a la probabilidad de adopción de los técnicos, entonces el equipo técnico debe revisar detalladamente y corregir sus recomendaciones con base en la retroalimentación que van a recibir del productor. Y repetir la evaluación

En una práctica usar el **Formulario 6**.

## Ejemplos

### Finca 1

Atributos	Equipo técnico			Productor		
	C	P	C*P	C	P	C*P
Superioridad	5	1	5	5	0.80	4
Compatibilidad	5	0.80	4	5	1	5
Simplicidad	4	0.80	3.2	4	0.80	3.2
Factibilidad	5	0.70	3.15	3	0.40	1.2
Observabilidad	3	0.60	1.8	3	0.60	1.8
Vr	-	-	17.5	-	-	15.2
Adoptabilidad (%)	-	70		-	61	

### Finca 2

Atributos	Equipo técnico			Productor		
	C	P	C*P	C	P	C*P
Superioridad	5	1	5	5	1	5
Compatibilidad	5	1	5	5	1	5
Simplicidad	4	1	4	4	1	4
Factibilidad	5	0.80	4	5	1	5
Observabilidad	5	1	5	5	1	5
Vr	-	-	23.0	-	-	24.0
Adoptabilidad (%)	-	92		-	96	

# Uso del software shademotion para toma de decisiones en el diseño y re-diseño

El software shademotion es un programa de computadora que sirve para simular el movimiento de la sombra de los árboles en un terreno (sistema) y la cantidad de horas sombra que recibe cualquier lugar en el terreno. En palabras sencillas, con base en las simulaciones visuales (en 2D y 3D) y los datos numéricos que genera el programa, el usuario puede tomar decisiones de ajuste de la cantidad de árboles y su sombra, o del manejo de la sombra. Así, en el programa se pueden plasmar los diseños de cacaotales nuevos o la estructura de cacaotales ya existentes, y luego proceder a simulaciones.

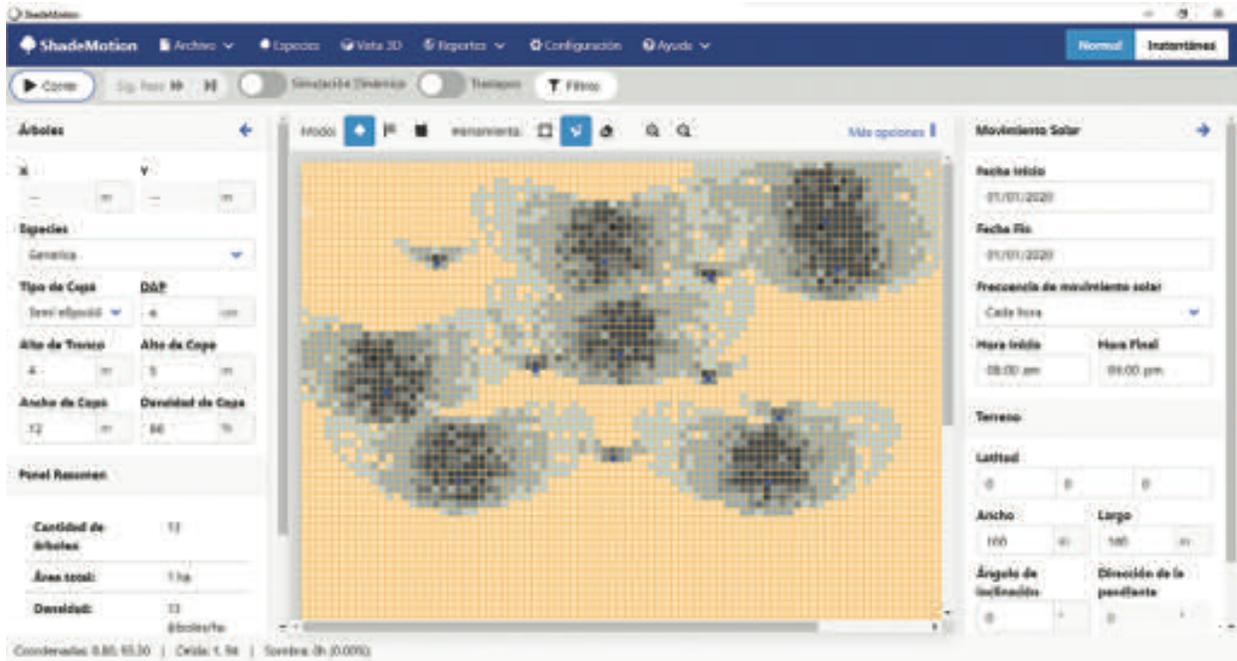
El software se puede usar o descargar gratuitamente del sitio: <https://shademotion.net/#/>

En ese sitio web, también se encuentra un tutorial amigable que conduce al usuario sobre cómo usar el programa: establecimiento de árboles manualmente, establecimiento sistemático de árboles, cambio de características de los árboles, declarar los datos de ubicación y orientación del terreno, carga de datos de campo, simulaciones estáticas y dinámicas, generación de imágenes, exportación de datos y resultados de las simulaciones, entre otros.

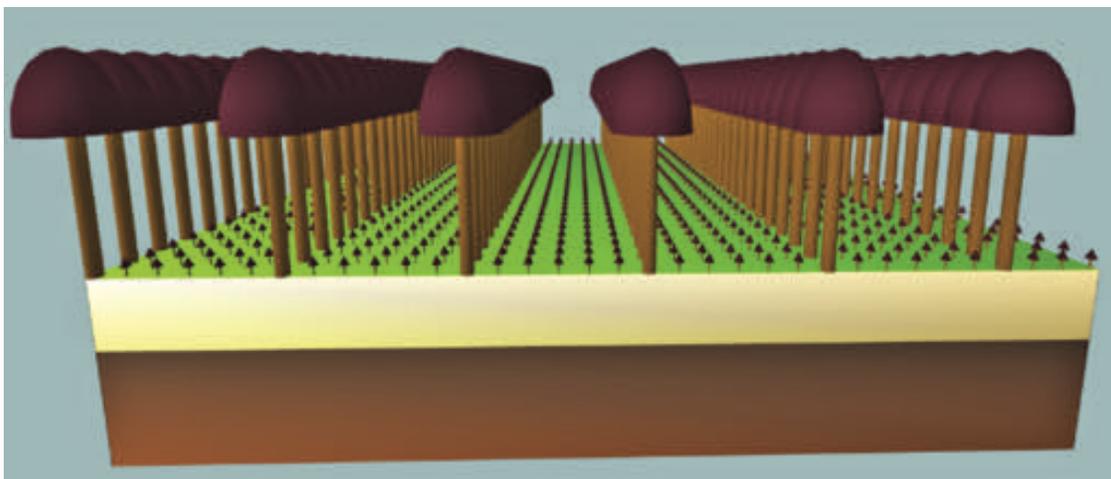
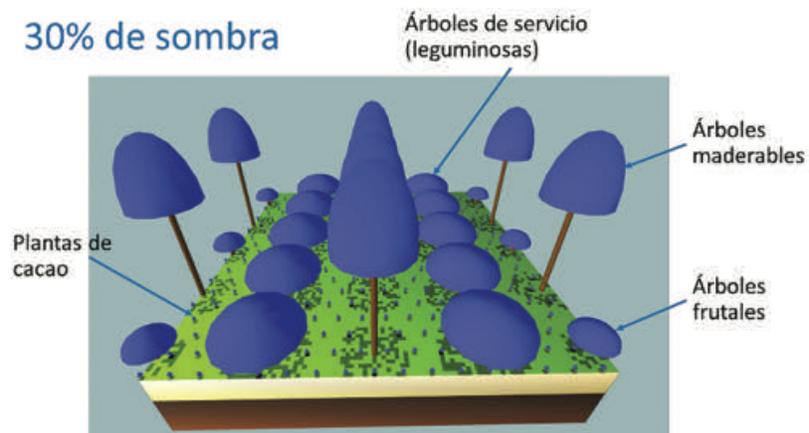
En cursos presenciales y virtuales, se pueden hacer demostraciones del uso, aplicaciones y utilidad del programa. Técnicos, estudiantes y también productores con habilidades de uso de computadora pueden aprender rápidamente el uso del programa, ya sea con cursos o con el tutorial, y luego pueden ayudar a otros técnicos y productores a plasmar sus cacaotales y simularlos.

A continuación se muestran unas capturas de pantalla del programa.





30% de sombra



# Regulación de sombra de los árboles acompañantes

## Distribución de la sombra

En sistemas agroforestales es común observar algunas áreas con muy poca sombra y otras con demasiado sombrero, o que el cultivo en su totalidad presente poco sombrero en su inicio o demasiada sombra en estados avanzados de desarrollo de los árboles.

Este hecho está determinado por las dos dimensiones de la sombra: la intensidad del sombrero, relacionada con el grado de sombrero, el nivel de sombra o el porcentaje de cobertura; y la distribución de la sombra la cual depende de la estructura del árbol, de su arquitectura, de la forma y el desarrollo de las copas, las distancias de siembra y del manejo dado a los árboles, entre otros.

## Porcentaje de sombrero adecuado para el cultivo

El comportamiento de los cacaotales es distinto dependiendo del nivel de sombra que se mantenga en el sistema, esto significa que el cacao no produce lo mismo bajo cualquier cantidad de luz disponible. Por eso la incidencia de luz es fundamental y debe mantenerse en límites razonables para propiciar condiciones favorables para sistemas productivos.

En general, los niveles de sombra superiores al 50% (sombrero denso), limita la producción de cacao. La sombra excesiva se puede deber a altas densidades de siembra de los árboles, también debido a un mal manejo de estos (sin podas de mantenimiento) o con una inadecuada distribución de los árboles en el campo.

En general se puede indicar que, dependiendo de estas variables, el nivel de sombrero óptimo o adecuado puede fluctuar entre 35 y 50%. Esto hace necesario regular el sombrero todos los años. Porcentajes de sombra más altos al nivel de referencia van a limitar la productividad de manera muy significativa.

## Manejo de sombra regulada

Las labores de manejo regulado del sombrero pueden ser desde el recorte de algunas ramas secundarias, hasta un raleo profundo de ramas principales e inclusive descope o poda total de los árboles. El tipo de manejo que se realiza debe estar muy relacionado con las condiciones agroecológicas de la zona, las distancias de siembra de los árboles y el manejo del cultivo.

## Inicio de regulación de la sombra

La edad óptima de los árboles para inicio de la regulación varía de acuerdo con las condiciones agroecológicas y las especies de árboles que se manejan. Por ejemplo, para el manejo de árboles de guama (*Inga edulis*) la regulación de la sombra por medio de arreglo y poda de ramas se debe iniciar entre 3,5 y 4 años después de la siembra para mantener posteriormente el sistema con porcentajes de sombrero entre el 35% y 45%

## Tipos de manejo

El manejo de los árboles se puede realizar mediante prácticas periódicas, a saber:

- 1. Arreglo de ramas:** Consiste en podar algunos crecimientos secundarios en las ramas principales. Es un tipo de manejo muy leve que permite mantener la estructura principal de la copa aportando espacios entre ramas para entrada de la luz.
- 2. Poda selectiva de ramas:** Se realiza para disminuir el número de ramas de la copa. Esta poda será más o menos drástica dependiendo de la cantidad de ramas en exceso que deben ser eliminadas para permitir una adecuada entrada de luminosidad.
- 3. Poda o descope:** Consiste en la eliminación de la copa del árbol con el propósito de permitir la entrada directa de luz al sistema. Este tipo de manejo se realiza en zonas con condiciones bastante húmedas, con nubosidad frecuente y periodo seco de menos de tres meses al año.

## Épocas para manejo

Para tomar esta decisión se deben considerar los factores climáticos, las densidades de siembra del cultivo y de la sombra, las especies de sombra, las características de maduración del café en la zona, y la fenología del cultivo.

En general se considera bastante adecuado la realización de dos arreglos al año, uno al inicio del periodo lluvioso y otro después de la etapa canicular. En condiciones climáticas de zonas más húmedas, el primer manejo puede consistir en una descope total y el segundo en un arreglo más leve de poda de ramas secundarias, mientras que en condiciones más secas el primer arreglo puede ser la poda de ramas secundarias, mientras que el segundo más drástico con poda de ramas principales.

## Bibliografía

- Cerda, R., Orozco-Aguilar, L., Sepúlveda, N., Ordoñez, J., Carreño-Rocabado, G., Amores, F., Caicedo, W., Oblitas, S., Somarriba, E., 2019. Tropical agroforestry and ecosystem services: trade-off analysis for better design strategies. 467-509. *Agroforestry for sustainable agriculture*. Edited by Professor María Rosa Mosquera-Losada, Ravi Prabhu. BDS.
- Cerda R, Deheuvels O, Calvache D, Niehaus L; Saenz Y, Kent J, Vilchez S, Villota A, Martinez C, Somarriba E. 2014. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry Systems*. DOI 10.1007/s10457-014-9691-8
- Somarriba E. 2002. Estimación visual de la sombra en cafetales y cacaotales. *Agroforestería en las Américas* 35/36:86-94.
- Somarriba E. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?. *Agroforestería en las Américas* 41/42:120-128.
- Somarriba E. 2009. Planificación agroforestal de fincas. Serie materiales de enseñanza / CATIE ; no.49. CATIE, Turrialba, CR.
- Somarriba, E, Orozco, L, Quesada, F, Cerda, R, Villalobos, M, Orozco, S, Astorga, C, Deheuvels, O, Say, E, Villegas, R. 2011. El manejo de la sombra del cacao. Serie técnica, Materiales de extensión, no 5. Turrialba, CR, CATIE. 48 p.

# ANEXOS

## Formulario 1 Diagnóstico socioeconómico

Nombre del dueño (a): \_\_\_\_\_

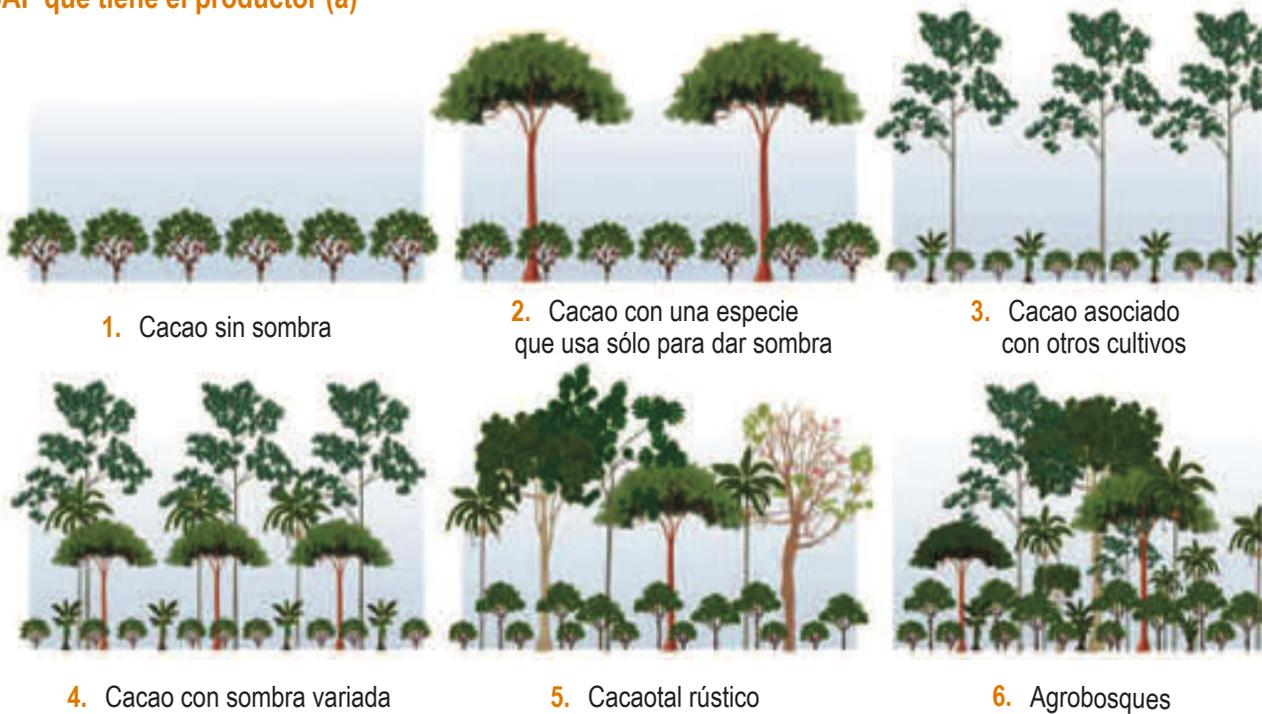
Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Productos del SAF (marque con una X)			
	Obtiene actualmente	Le gustaría obtener	Prioridad
Cacao			
Banano			
Plátano			
Limón			
Naranja			
Aguacate			
Zapote			
Madera			
Leña			
Materiales			
Medicina			

Servicios del SAF (Marque con una X)		
	Le gustaría mejorar	Prioridad
Mantenimiento humedad suelo		
Mejora de la fertilidad		
Regulación de plagas y enfermedades		

Personas que trabajan en el SAF		
	Número	% de tiempo que dedican
Personas de la familia que trabajan en el SAF <30 años		
Personas de la familia que trabajan en el SAF 30-45 años		
Personas de la familia que trabajan en el SAF > 45 años		
Personas que contrata actualmente		
Personas que podría contratar a futuro		

Encierre en un círculo el tipo de SAF que tiene el productor (a)



**Formulario 2**  
**Croquis de diagnóstico**

Nombre del dueño (a): \_\_\_\_\_

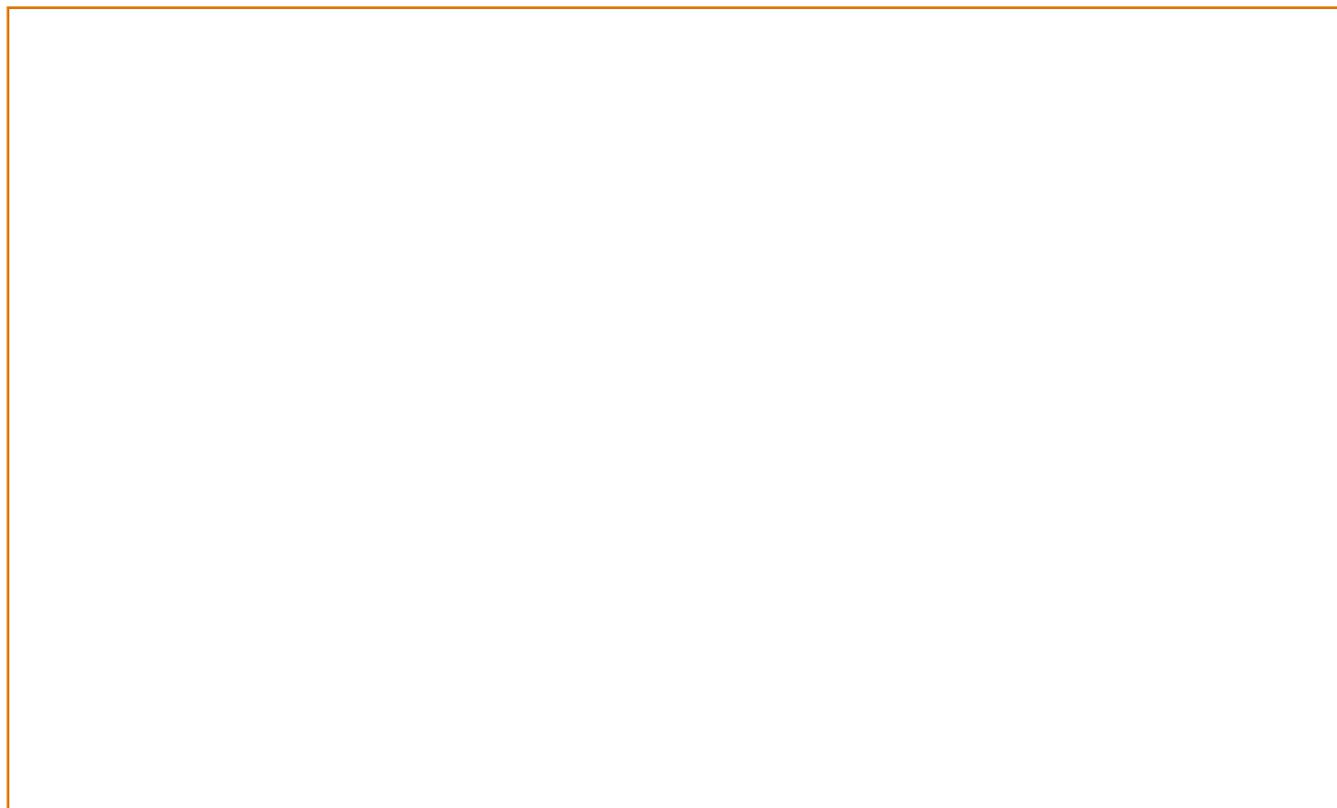
Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Durante el diagnóstico de sitio (recorrido):** anotar los usos de suelo colindantes, los nombres de los vecinos a cada lado, la vegetación colindante que puede dar sombra importante al SAF, la dirección de las pendientes, identificar si hay lugares que se inundan o que tiene mejor/peor suelo.

**Para el diagnóstico agroforestal:** anotar/dibujar los parches sin sombra, con poca o mucha sombra, reflejar si en algún lugar hay agrupaciones de especies del mismo tipo, y cualquier otra situación que sea importante considerar para mejoras a futuro.

**Croquis**

(También dibuje referencias como caminos, ríos o casas)



## Formulario 3 Diagnóstico de sitio

Nombre del dueño (a): \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Altitud del SAF: \_\_\_\_\_ msnm

Área del SAF: \_\_\_\_\_ tareas

Edad del SAF: \_\_\_\_\_ años

Porcentaje del terreno en cada nivel de pendiente:

Plano: \_\_\_\_%      Pendiente media: \_\_\_\_%      Pendiente fuerte: \_\_\_\_%

Orientación de la pendiente (marque con una X)

Norte: \_\_\_\_      Sur: \_\_\_\_      Este: \_\_\_\_      Oeste: \_\_\_\_  
 Nor Este: \_\_\_\_      Nor Oeste: \_\_\_\_      Sur Este: \_\_\_\_      Sur Oeste: \_\_\_\_

Fertilidad del suelo (marque con una X)

Mala: \_\_\_\_      Regular: \_\_\_\_      Buena: \_\_\_\_      Muy buena: \_\_\_\_

Capacidad del suelo para retener agua (marque con una X)

Mala: \_\_\_\_      Regular: \_\_\_\_      Buena: \_\_\_\_      Muy buena: \_\_\_\_

Meses lluviosos/nubosos y meses secos (marque con una X)

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Lluviosos/nubosos												
Secos												

Hay vientos fuertes que causan problemas al SAF (marque con una X): SI: \_\_\_\_ NO: \_\_\_\_

En caso de SI, marque con una X

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Lluviosos/nubosos												



## Fenología del SAF y cosecha durante el año

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Crecimiento vegetativo												
Mayor floración												
Mayor presencia de frutos jóvenes												
Inicio de cosecha												
Pico de cosecha												
Final de la cosecha												

## Formulario 5

### Propuesta para el diseño y re-diseño

Señalar qué tipo de SAF sería el objetivo del productor



1. Cacao sin sombra

2. Cacao con una especie que usa sólo para dar sombra

3. Cacao asociado con otros cultivos



4. Cacao con sombra variada

5. Cacaotal rústico

6. Agrobosques

### Descripción de la propuesta

Descripción general:

---

---

Intervención 1:

---

---

Intervención 2:

---

---

Intervención 3:

---

---

## Formulario 6

### Evaluación de la adoptabilidad de la propuesta

Atributos	Equipo técnico (t)			Productor (p)		
	C	P	C*P	C	P	C*P
Superioridad						
Compatibilidad						
Simplicidad						
Factibilidad						
Observabilidad						
Vr						
Adoptabilidad (%)						

$$Vr = C_{SU} * P_{SU} + C_{CO} * P_{CO} + C_{SI} * P_{SI} + C_{FA} * P_{FA} + C_{OB} * P_{OB}$$

Donde Vr: valor de la recomendación; C: calificación (1-5); P: peso asignado a cada calificación (0-1); SU: superioridad; CO: compatibilidad; SI: simplicidad; FA: factibilidad; OB: observabilidad

El valor máximo de la recomendación es 25 (si diéramos calificación de 5 y peso de 1 a todo)

Calcular la Adoptabilidad (AD) sugerida por los técnicos (ADt) y por el productor /ADp):

$$ADt = (Vrp/25)*100\% \quad ADp = (Vrp/25)*100\%$$

**Nota:** Lleve dos de estos formularios porque existe la posibilidad de que tenga que hacer ajustes a la propuesta y repetir la evaluación.





Biodiversidad en Paisajes Productivos

Ministerio de Medio Ambiente  
Av. Cayetano Germosén esq.  
Gregorio Luperón, El Pedregal  
Santo Domingo,  
República Dominicana  
Tel. 809 567 4300 ext. 7388  
[contacto.BPP@gmail.com](mailto:contacto.BPP@gmail.com)  
instagram [@bpp\\_rd](https://www.instagram.com/bpp_rd)