



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



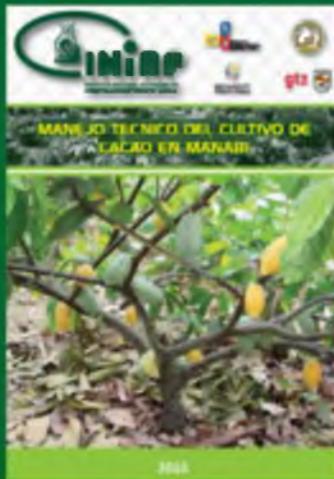
MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO DE CACAO EN MANABI

MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO DE CACAO EN MANABI



2010

INIAP - Estación Experimental Portoviejo



REPÚBLICA DEL ECUADOR

GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR
Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

Dr. Ramón Espinel Martínez
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA

Dr. Julia César Delgado Arce
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP

Manual N° 75
Manejo Técnico del Cultivo de Cacao en Manabí

Comité Editor

Ing. Marat Rodríguez Moreira
Ing. Nelson Metate Alarcón
Ing. Oswaldo Zambrano Medranda
Ing. Tarquino Carvajal Mera

Diseño y Diagramación

Byron García B.
Alicia Díaz P.
Edwin Briones M.

Impresión



Av. 14 entre calles 13 y 14
Telf.: (593) 52626614 / 52624598
Nkirta, Ecuador

INIAP - Estación Experimental Portoviejo

ALTERNATIVAS AGROFORESTALES SUSTENTABLES PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO FINO Y DE AROMA

Ing. Agron. M. Sc. Ricardo Limongi Andrade*
Ing. Agron. Guido Solórzano Larrea**

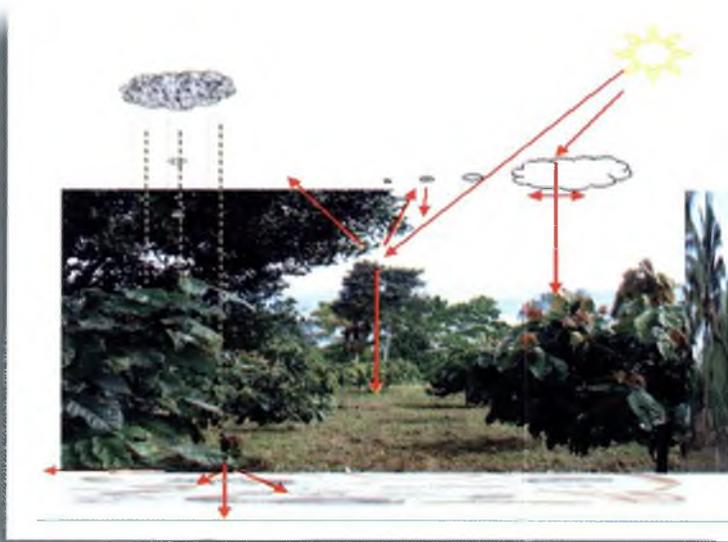
A. GENERALIDADES

La tecnificación del cultivo del cacao vino acompañada de un proceso activo de regulación de los componentes leñosos de la sombra, determinando sus interacciones positivas y negativas en relación a plantaciones sin sombra (Somarriba, Dominguez y Lucas, 1996).

El cacao es un cultivo que presenta amplia adaptabilidad a diferentes agro ecosistemas del país, bajo árboles de alto valor ecológico y económico, en diversos arreglos agroforestales, siendo hábitat apropiado para muchas especies de la flora y fauna: microorganismos y animales que protegen el suelo y el agua, y los procesos de producción no involucran una alta dependencia de insumos externos.

La incorporación de árboles dentro de un agroecosistema es una práctica que tiene una larga historia, en donde la sucesión de los componentes determina un proceso dinámico de manejo de los recursos naturales, basados en principios ecológicos, sociales, culturales y económicos que integran opciones agrícolas con las del bosque y diversifica la producción en el tiempo a través del diseño y manejo de sus componentes.

Muchos factores biofísicos y socioeconómicos inciden sobre las decisiones que realizan los productores en su cacaotal y tienen que ver con el diseño (composición, abundancia y distribución de especies forestales o frutales para sombramientos y la densidad de cacao) y manejo (niveles de sombra, reciclaje de nutrientes, competencia, problemas fitosanitarios) del cacao. Lo que inicialmente pretenden es generar las condiciones ambientales apropiadas para un normal desarrollo del cacao, reducir los costos de establecimiento y la producción de otras especies (madera, fruta, leña, miel) a través de la diversificación, así como la sostenibilidad del sistema de producción.



Interacciones biofísicas y biológicas en cacao

* Responsable, Programa de Forestería, EEP.

** Investigador, Programa de Cacao y Café, EEP.

B. SISTEMAS AGROFORESTALES CACAOTEROS

Los sistemas agroforestales cacaoteros se pueden dividir en Sistemas "Agronómicos, simples o productivistas" y "Boscosos, compuestos o multiestratos", los primeros tienen una visión orientada al mercado, con el uso de insumos externos, potencializan una cadena de valor, el cacao se produce sin sombra o están presentes pocas especies, con pocas interacciones y baja diversificación de productos. Los segundos presentan una alta diversidad de especies, mayores interacciones, importantes por su contribución a la seguridad alimentaria y generan servicios ambientales. Los componentes en ambos sistemas son especies de alto valor comercial, ligadas a procesos agroindustriales como cacao, coco, cítricos, maracuyá, maderables y especies alimenticias como plátano, arroz, maíz, yuca, frejol, piña, apicultura y animales menores.



Sistemas agronómicos o productivistas



Sistemas boscosos o multiestratos

C. ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA AGROFORESTAL CACAOTERO

1. Selección y preparación del área

Los criterios para escoger el área para la siembra del cacao y los componentes temporales y permanentes deben tener en cuenta preferentemente el relieve, susceptibilidad de inundación, fertilidad y profundidad efectiva del suelo y disponibilidad de agua.

Para la preparación del área debe considerar, inicialmente el sistema de establecimiento de preferencia, el tipo de cobertura existente y las condiciones del productor para instalar y mantener el modelo escogido, excluyendo preferentemente la quema de rastrojos. Generalmente los árboles son plantados o seleccionados de la regeneración natural, varían en diseños agroforestales, los cuales responden a sus intereses socioeconómicos y condiciones agroecológicas. En base a ello, se presentan dos maneras de iniciar el establecimiento:

a. Eliminación parcial de la vegetación.- Es importante que se dejen los árboles que económicamente ofrezcan ventajas, para el nuevo cultivo y para los intereses de los productores, como los maderables, frutales y leguminosos que proveen biomasa y nutrientes al suelo. La ventaja de este método es que reduce los costos de establecimiento y la sombra permanente casi está definida.

b. Eliminación total de la vegetación.- Esto permitirá eliminar la vegetación existente, balizar el lote y diseñar el tipo de sombra provisional y permanente.

2. Trazado del terreno o balizada

Consiste en marcar los sitios donde van a ser sembradas las plantas de cacao, maderables, frutales u otras de acuerdo a los distanciamientos recomendados para cada especie. Diseñando el sistema agroforestal se aprovecha mejor el área y se facilita la realización de prácticas culturales como podas, deshierbas, manejo de insectos plagas y enfermedades. El sistema de marcado puede ser realizado en cuadro, tres bolillos y curvas a nivel.

a. **Sistema en cuadro.**- Se utiliza cuando el terreno es completamente plano, las plantas de cacao forman un ángulo de 90 grados en todos sus lados (Figura 1).

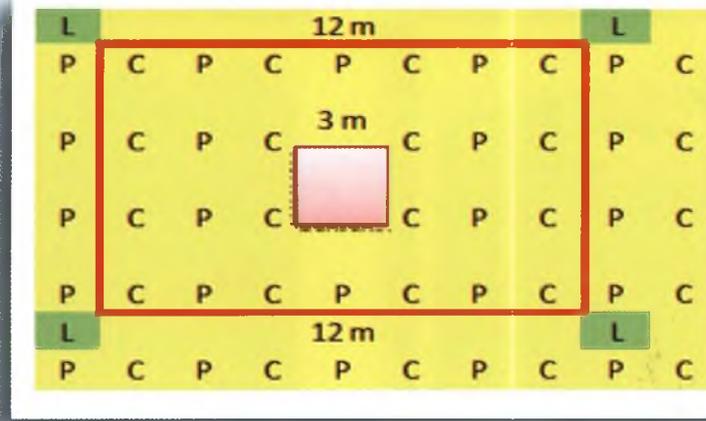


Figura 1. Esquema de siembra en cuadro de cacao a 3 m (C), Plátano (P) a 3 m y Laurel (L) a 12 m

b. **Sistema de tres bolillos.**- Las plantas de cacao forman un triángulo equilátero, se realiza en áreas planas o con pendientes ligeras, para reducir la erosión del suelo por efecto de la escorrentía superficial, ya que las columnas a lo largo de la pendiente siempre estarán con plantas. La Figura 2, muestra un ejemplo hipotético de la balizada y futura siembra de cacao con sombra temporal de plátano en la misma hilera y laurel como sombra definitiva.

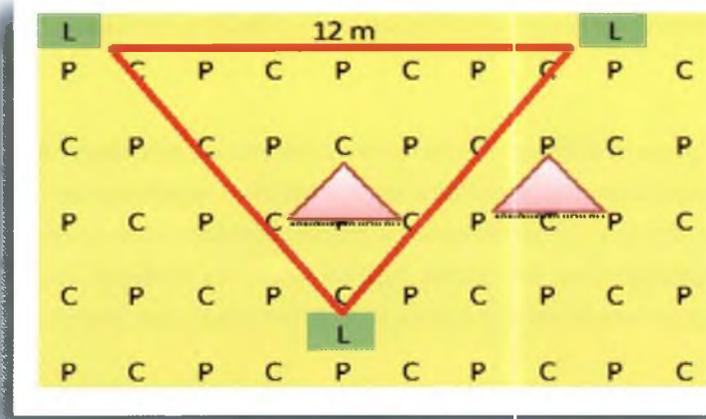


Figura 2. Esquema de siembra en tres bolillos de cacao (C) a 3 m, Plátano (P) a 3 m y Laurel (L) a 12 m.

c. **Sistema de curvas a nivel.**- Tiene por objeto reducir la erosión especialmente en terrenos con pendiente, para aplicarlo es necesario trazar líneas de nivel en dirección contraria a la pendiente, usando un caballete o el nivel en "A". (Consultar el Manual del Cultivo de cacao N° 25, 2da edición, INIAP-EET Pichilingue, 1998).

D. DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA

Para el cacao, especies forestales y agrícolas, se presentan en el Cuadro 1 los distanciamientos de siembra y densidades finales recomendados por el INIAP, que pueden variar de acuerdo a los objetivos que persiga cada productor.

Cuadro 1. Distancias y densidades de siembra del cacao, especies forestales y cultivos anuales para el establecimiento y producción del cultivo de cacao.

COMPONENTES	DISTANCIAS (m)	DENSIDADES (árboles ha ⁻¹)
Cacao	3 x 3	1111
	4 x 3	833
	4 x 4	625
Cedro	15 x 15	44
Amarillo de Guayaquil	18 x 18	30
Guachapelí	18 x 18	30
Caoba, Bálsamo	21 x 21	22
Laurel	12 x 12	69
	9 x 12	92
	9 x 9	123
Guaba	15 x 15	44
Coco	10 x 12	83
Plátano	3 x 3	1111
	3 x 4	833
	4 x 4	625
Maiz	(33 hileras dobles a 2x1 con 2 planta/sitio)	26400

E. SOMBREAMIENTO

El cacao, por sus propias características genéticas requiere de ciertos niveles de sombra durante todas las etapas de desarrollo, es una estrategia biológica básica ante las gradientes de radiación solar y se constituye en un sistema agroforestal; es decir, se trata de una especie que requiere una asociación con otros cultivos para producir mejor, reducir costos y alargar su ciclo de vida. Cuando los árboles son incorporados en el sistema se genera una serie de interacciones e interferencias en el sentido de que una especie modifica el ambiente de sus vecinas. Estos efectos del ambiente sobre los organismos pueden percibirse a varias escalas, desde lo geográfico hasta el local.

1. Sistemas de sombreadimiento

El cultivo de cacao es sensible a la fotoinhibición, en vivero, las plántulas crecen cuando la radiación solar es solo del 3%. A nivel de plantaciones el cacao puede producir frutos con un 10% de la radiación solar que llega al cultivo; sin embargo, para obtener buenos rendimientos se recomienda en las primeras etapas de desarrollo (plantaciones jóvenes) reducir la radiación solar a un rango entre el 30 al 60% y a medida que las plantas se desarrollan y se auto sombran se aumenta la cantidad de luz al 70% por medio de la eliminación de las especies usadas como sombra temporal y/o permanentes. La floración y fructificación son más abundantes en condiciones de sombra moderada.

a. Sistema provisional de sombreadimiento con cultivos secuenciales o temporales.- Los cultivos secuenciales o temporales son aquellos que están presentes durante la fase de establecimiento del cacao, en donde se asocian especies en hileras en fajas o dispersas. Los productores para seleccionar un sistema, determinan el valor de sus componentes, en base a la rentabilidad y capacidad de complemento ecológico.

El sombreado provisional debe ser sembrado de cuatro a seis meses antes del trasplante del cacao, independiente de la existencia de árboles remanentes, tiene como objetivo principal proteger al cacao durante su etapa juvenil contra los excesos de radiación solar y vientos; contribuye a reducir los costos de establecimiento y a proporcionar recursos económicos inmediatos por un mejor uso del suelo. La densidad de siembra para la sombra temporal depende de las especies utilizadas.

En nuestro medio, el plátano se usa para este fin y se establece intercalado en la misma hilera del cacao o en la hilera individual. Es importante utilizar colinos procedentes de plantas sanas, eliminando insectos (picudos), regulando el autosombramiento, desojando (retirando hojas secas) y deshijando periódicamente, manteniendo tres hijos por sitio.

Inmediatamente después de la primera cosecha de plátano, se debe eliminar filas alternas en la orientación norte-sur, quedando un distanciamiento de 3 x 6m. Al final de la segunda cosecha de plátano, hay que eliminar otra fila, quedando un distanciamiento de 6 x 6m (tercer año de establecimiento, 50% de su población original). En el cuarto año, se elimina el restante 50% del plátano, con lo cual el sombreado provisional cumple su función y es sustituido por la sombra definitiva.



Plátano y cacao en la misma hilera



Plátano y cacao en diferentes hileras

Otras opciones pueden ser la siembra de cultivos múltiples como papaya, pimienta, frejol de palo, yuca, arroz, maíz, maní, maracuyá, piña, coco y forestales; tratando de establecerlos en hileras simples, en el centro de la calle del cacao y con distanciamientos que determinen bajas densidades que minimicen la competencia por agua, nutrientes, luz y espacio. Es importante, tener en cuenta, que si la asociación se hace con yuca (para sistemas manejados por pequeños productores) debe estar ubicada mínimo a 1,5 m de distancia del cacao, con el objeto de no dañar el sistema radicular del mismo por cruce de raíces o levantamiento de la planta de cacao durante la cosecha de la yuca; en caso de sembrar fréjol de palo, tener presente que este cultivo es hospedero de hongos. En ambos casos, la temporabilidad debe ser de un ciclo de cosecha.



Sistema de cultivos múltiples de cacao con frutales y maderables



Sistema temporal arroz-cacao

b. Sombreamiento definitivo del sistema cacao.- Tiene como finalidad proporcionar condiciones ambientales estables y sin cambios bruscos de temperatura y humedad al cacaotal.

La cantidad de sombra permanente depende de los objetivos del productor (fruta, madera, leña, miel, biomasa), de factores ambientales, de la intensidad de manejo (cacao orgánico, insumos externos), del tipo de suelo, así por ejemplo, suelos considerados bajos en nutrientes y materia orgánica necesitan más sombra que aquellos suelos altos en contenidos de materia orgánica y nutrientes.

Una vez definida cuanta sombra se requiere para una huerta de cacao, hay que determinar cómo se puede lograr este tipo de sombreado. Esto depende de los atributos de las especies (copa densa, rala), si presenta autopoda, rebrota, si pierde su follaje y cuando lo hace, de la mezcla de especies, manejo del árbol, y finalmente del ambiente: en suelos fértiles hay mayor desarrollo de las especies y por lo tanto hay que reducir la densidad del cacao y de los árboles.

Se recomienda el asocio de dos o más especies arbóreas (nativas y/o endémicas) de diferentes hábitos de crecimiento, utilizando las que tengan valor comercial de su madera, que produzcan frutos o aporten biomasa y nutrientes. Sembrar árboles sanos, con cinco meses en el vivero y entre 0,50 a 0,60 m de altura, descartando aquellos de mala forma, con problemas de insectos plagas y enfermedades. Utilizar árboles maderables que formen un tronco único con altura final de 8 m y regular su copa en los diferentes estratos para que favorezcan el paso de corrientes de aire. El espaciamiento varía en función del diámetro de la copa, siendo utilizados comúnmente a 12 x 12 m; 18 x 18 m, 21 x 21 m y 24 x 24 m entre plantas e hileras. La distancia de siembra inicial de especies forestales puede ser un múltiplo de la distancia del cacao, por ejemplo a 6, 9, 12 o 15 m cuando se siembra el cacao a 3 m; y, 8, 12, 16, 20 m cuando se siembra el cacao a 4 m. Es recomendable duplicar la densidad de árboles e ir eliminando aquellos que presenten problemas silviculturales hasta dejar la población recomendada.

Los árboles de sombra pueden ser plantados en la misma hilera del cacao para facilitar el riego y otras labores culturales. Estos pueden ser establecidos en la misma época que el sombreado provisional, excepto caoba, cedro y bálsamo, cuya siembra deberá ser realizada en la primera época lluviosa que reciba el cultivo o al año desde la siembra del cacao. Conviene dejar libre de árboles los linderos ubicados en el recorrido del sol para lograr un buen paso de luz, pero si establecerlos en linderos norte y sur con el objeto de enriquecer y mejorar económicamente al sistema. Tener presente que los árboles deben sembrarse unos siete metros del lindero, con el objeto de evitar conflictos con los vecinos.



Linderos de teca, caoba y coco en el cultivo de cacao

2. Regulación de sombra por aclareo y raleo de copa

La sombra que proporcionan las especies forestales debe regularse podando el fuste o aclarando la copa de los árboles, al menos una vez por año y antes de la poda del cacao para posteriormente arreglar los daños al cacaotal. La intensidad y frecuencia depende de las especies, densidad y anterioridad de su siembra en relación con el cacao. Especies de copas abiertas como las Ingas, se eliminan primero las ramas bajas, retirando ramas pesadas con ayuda de sogas y apoyo de árboles vecinos o mediante un anillo de corteza para secarlas primeramente.

Cuando se establecen altas densidades de árboles se debe eliminar aquellos que no tienen buen desarrolloo varios de los ubicados en zonas muy sombreadas. El raleo se orienta a dejar unos 40 árboles por hectárea. La densidad de sombra definitiva dependerá de las condiciones del suelo, régimen de lluvias y densidad de siembra del cacao. Por ejemplo, suelos profundos mayores a 100 cm, la ausencia de estación seca y densidad mayor a 1000 plantas de cacao por hectárea, son condiciones para tener una sombra menos densa e incluso menos árboles si su copa es amplia.

Es importante conocer la silvicultura de las especies que se asocian al cacao, ya que algunas se autopodan como el Laurel, Fernán Sánchez, Pachaco, Balsa; otros eliminan follaje en la época seca como Amarillo de Guayaquil, Guachapelí Prieto, Laurel, Teca o son importantes para enriquecer el sistema usándolas a nivel de linderos como la Teca.

3. Recomendaciones para reducir daños al cacaotal por extracción de madera

- Aprovechar la madera en meses de baja producción de cacao.
- Podar o cortar los arboles antes de realizar la poda del cacao.
- Direccionar la tumba de árboles hacia caminos.
- Anillar los arboles que desee eliminar y una vez secos tumbarlos.

4. Beneficios del sombreamiento

La sombra reduce la fotosíntesis, la transpiración, el metabolismo, el crecimiento de la planta y la demanda de nutrientes. La función principal es equilibrar los factores ambientales adversos al cacao. En general, la sombra es más importante en ambientes calientes y secos, ya que la escasez de agua y nutrientes desencadena trastornos fisiológicos en el cacao, afectando principalmente el rendimiento del cultivo y productividad del sistema;por lo tanto, se aconseja tener mucho cuidado en el diseño y manejo de sombreamientos.Los árboles de sombra deben tener copa pequeña, no dar sombra densa, tener autopoda, rápido crecimiento, uso múltiple y potencial económico (fruto, madera, medicina, biomasa); poseer adaptación local, aceptación por el productor, sistema radicular profundo para aprovechar nutrientes no explorados por el cacao, ciclaje de nutrientes a través de la descomposición del follaje.

5. Desventajas del sombreamiento

La falta de sombra permite la incidencia directa de los rayos solares sobre las copas del cacao, condicionando a la planta a un intenso metabolismo, que requiere mayores demandas de agua y nutrientes en el suelo y sobre todo acorta la vida útil de la planta.Un exceso de sombra propicia mayor humedad al ambiente, generando condiciones para la proliferación de enfermedades y reducción de flores y frutos.



Cacao sin sombra

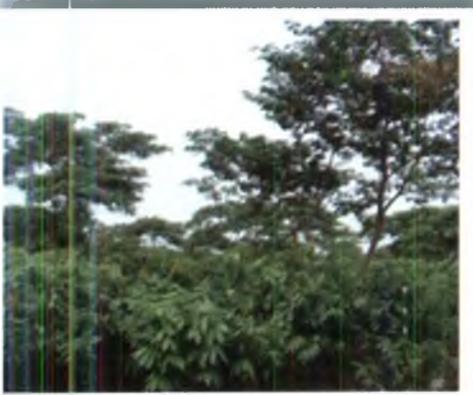


Cacao con exceso de sombra

6. Tipos de sombra presentes en el cultivo de cacao

A nivel de huertas cacaoteras los productores mantienen una serie de opciones de los componentes de sombra, las cuales presentan diferentes funciones y han sido establecidas de acuerdo a las condiciones agrosocioeconómicas y los requerimientos ecológicos de las especies.

a. Sombra especializada.- Es aquella que proviene de una sola especie forestal con varios bienes y servicios ambientales, por ejemplo, las leguminosas como guabas, gliricidia, guachapelí prieto que producen abundante hojarasca y su descomposición aporta al reciclaje de nutrientes; o maderables de buen valor comercial como laurel, cedro, caoba, amarillo de Guayaquil. Generalmente las copas de los árboles se encuentran a una misma altura (un solo estrato) y su sombreado es homogéneo y no genera beneficios económicos adicionales a corto plazo.



Cacao con sombra de guaba



Cacao con sombra de gliricidia



Cacao con sombra de cedro



Cacao con sombra de laurel



Cacao con sombra de coco

b. Sombra con especies múltiples.- Es aquella que proviene de árboles con diferentes características de crecimiento (altura total, forma de las copas) que determinan la cantidad de luz que entra hacia los estratos inferiores, es una sombra heterogénea usada como un sistema de optimización de la tierra, generalmente aporta a la seguridad alimentaria y provee de bienes y servicios ambientales a corto, mediano y largo plazo.



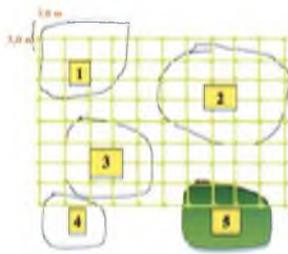
F. METODOLOGÍAS PARA EVALUAR SOMBREAMIENTO EN SISTEMAS CACAOTEROS

La radiación solar es la única fuente de energía que las plantas verde pueden utilizar, aunque solo un 5% del total que alcanza un ecosistema es utilizado (Jones, 1985). En lo referente a procesos fotoquímicos como la fotosíntesis, es más importante entenderla con referencia a partículas de energía o fotones (es el número de fotones por unidad de tiempo el que tiene relevancia) y no por su contenido de radiación. El número de fotones o cuantos es medido como la densidad de flujo cuántico (Q) en términos de $\mu\text{m}^{-2}\text{sec}^{-1}$. Las plantas utilizan solo las longitudes de onda entre 0,4 a 0,7 μm y se denomina radiación fotosintética activa (RAFA) y el punto de saturación (densidad de flujo de fotones) en que se alcanza la tasa máxima de asimilación de CO_2 es de $400 \mu\text{m}^{-2}\text{sec}^{-1}$. La cobertura arbórea como porcentaje de sombra, puede ser medida por un mapeo, en forma instrumental (densiómetro esférico) o un software de simulación de sombra.

La distribución de las copas en el perfil vertical y horizontal del dosel tiene efectos sobre la cantidad y calidad de luz que entra en un determinado periodo de tiempo en el cultivo de cacao. Por lo general, los árboles con copa alta dan paso a mucha luminosidad en forma directa, el recorrido de la sombra sobre el suelo es más largo y provoca menos horas sombra día⁻¹, sin embargo, sus ramas y hojas impiden el paso de parte de la radiación solar. Los árboles con copa baja producen una sombra densa, entra poca luz que genera un exceso de sombra (Somarriba, 2004).

1. El mapeo

El mapeo se basa en la proyección de la sombra de las copas de las distintas especies sobre un plano. Éste método es aplicable cuando las plantaciones están adecuadamente diseñadas y con distanciamientos de siembra conocidos. En primer lugar se elabora el mapa de campo, luego se dibuja la forma de la copa y su diámetro, en relación al área. Con esta información se procede a estimar el porcentaje de cobertura arbórea.



Mapa de sombra del cacaotal



2. El densiómetro esférico

El densiómetro esférico es un instrumento que sirve para medir la densidad de sombra y proporción de la cobertura arbórea en el interior del cacaotal. Se compone de un nivel y un espejo cóncavo que refleja la sombra sobre 24 cuadrillos y en términos de cuantificación a porcentaje, un cuadro equivale al 4,166666% (100/24). Inicialmente se identifican los cuatro puntos cardinales del árbol escogido, se nivela el densiómetro y se efectúa la lectura, directamente sobre la cuadrícula. El área sombreada del espejo, se evalúa en cuadros completos o en cuadros fraccionados en porcentajes; por ejemplo: si hay 15 cuadros sombreados, la cobertura arbórea es igual a 62,49% (4,166 x 15).



3. Software de simulación de sombra (Shade Motion 2.1)

Shade Motion 2.1 es un software diseñado para simular la posición, forma y evolución temporal de las sombras que proyectan los árboles en un plano horizontal. Permite determinar la cantidad de horas de sombra que se van acumulando en cada punto de una parcela, en un periodo de tiempo determinado. Es fácil de usar y se puede bajar de la página del CATIE: www.catie.ac.cr (Quesada, Somarriba y Malek, 2008).

Principales especies forestales recomendadas para cacao, ya sea como componente del sistema o en linderos.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Origen	Principales Usos	Clima y Suelo
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	MELIACEAE	América tropical.	Madera fina, muebles, puertas, camas, mesas, melífera, ornamental	De 1000 a 2500 mm hasta los 5000 mm, no tolera sequías. Hasta 1200 msnm.
Caobilla	<i>Swietenia humilis</i>	MELIACEAE	América tropical.	Madera, muebles, puertas, camas, mesas, melífera, ornamental	Climas cálidos y muy húmedos, con estación seca definida; no tolera periodos secos muy largo con 1000 a 1500 mm. Prefiere suelos ligeros y bien drenados.
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	MELIACEAE	América tropical.	Muebles, pisos, vigas, contrachapados, ornamental, tallados, instrumentos musicales, melífera, ornamental.	Presente en climas cálidos y húmedos, con estación seca definida, pluviosidad de 1500 a 5000 mm. Prefiere suelos profundos, bien drenados, aunque puede crecer en suelos arcillosos y calizos. Se encuentra de 0 a 2000 msnm.
Amarillo de Guayaquil	<i>Centrolobium ochroxylum</i>	FABACEAE/ PAPILIONOIDEAE	Trópico Seco: Panamá, Guyana, Colombia, Venezuela, Ecuador y Brasil.	Madera fina, muebles, puertas, carrocerías, mejorador de suelos, fija nitrógeno, melífera, alimento de animales.	Predomina en zonas secas y semi húmedas, bosques tropófitos. La especie se encuentra de 0 a 1200 msnm.
Laurel negro	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	BORAGINACEAE	América tropical desde México, Antillas, Colombia, Ecuador, Brasil y Bolivia.	Ebanistería fina, instrumentos musicales, cubiertas de buques, carbón, leña, medicina, melífera y en cafetales.	Presente en climas cálidos y húmedos, soporta estación seca severa, pluviosidad de 800 a 2000 mm. Suelos fértiles y se adapta a suelos calizos, arcillosos o rocosos pero bien drenados. Se encuentra de 0 a 2000 msnm.
Moral fino	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Gaud.	MORACEAE	México hasta Brasil.	Muebles finos, construcción naval, carrocerías, puentes, leña, durmientes, tintes, ornamental y medicinal.	Especie del Bosque Tropical Húmedo y Bosque Tropical Seco de bajura y altura y bosque secundario.

Principales especies forestales recomendadas para cacao, ya sea como componente del sistema o en linderos.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Origen	Principales Usos	Clima y Suelo
Bálsamo	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	FABACEAE/ PAPILONOIDEAE	América tropical.	Muebles finos, pisos, puertas, mejorador de suelos, fija N, medicinal, melífera, consumo de animales.	predomina en zonas secas y húmedas
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav Ex Lam.) Urb.	BOMBACACEAE	Nativa de Ecuador,	Usada como combustible, embarcaciones, aislantes, caída del pelo, colchones, medicinal, artesanal y sogas.	Prefiere clima cálido y húmedo, se cultiva hasta los 1000 msnm. crece en bosque secundario.
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	LAURACEAE	América tropical.	Alimenticio, forraje, apicultura, postes, tablas, anticonceptivo, dolor de muelas, mordedura de serpientes, cosméticos y sombra.	Se cultiva de 0 a 800 msnm, de 1000 a 1500 mm en suelos bien drenados.
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	VERBENACEAE	Asia	Madera, leña, carbón, pulpa de papel, forraje, medicinal, melífera, ornamental.	Alturas desde 0 a 1000 msnm, con 800 a 4500 mm. Prefiere suelos profundos, bien drenados, puede adaptarse a suelos calizos y ácidos. Soporta sequias.
Guabas	<i>Inga spectabilis</i> Vahl Willd; <i>I. edulis</i>	FABACEAE/ MIMOSOIDEAE	Tropico americano desde el sur de México, Ecuador, Perú y Brasil.	Alimento, leña, sombra de café y cacao, mejorador de suelos.	Alturas desde 0 a 1000 msnm, con 800 a 4500 mm. Crece bien en suelos calizos bien drenados.
Guachapelí Prieto	<i>Pseudosamanea guachapele</i> Harms	FABACEAE/ MIMOSOIDEAE	México, Venezuela hasta Ecuador.	Construcción naval, carrocerías, pisos, durmientes, leña, potreros, cafetales y cacaotales, mejorador de suelos.	Predomina en bosques secos, tropófitos y secundarios, a lo largo de arroyos. De 0 a 800 msnm.
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey.	POLYGONACEAE	Zona tropical.	Madera suave, firme y liviana, pisos, muebles, cajones, chapas, parquet.	Ampliamente distribuido por los bosques secos y tropofíticos, ríos y bosques semi-húmedos.

Principales especies forestales recomendadas para cacao, ya sea como componente del sistema o en linderos.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Origen	Principales Usos	Clima y Suelo
Pachaco	<i>Schizolobium parahyba</i> (Bell.) Blake	FABACEAE/ CAESALPINOIDEAE	México hasta sur de Brasil.	Construcción de interiores, cajas, parquet, pulpa para papel y mejorador de suelos, ornamental, melífera.	Predomina en clima cálido y húmedo. De 0 a 1000 msnm. Se lo encuentra en muchos tipos de suelos, incluyendo los ácidos y muy pobres.
Teca	<i>Tectona grandis</i> L.	VERBENACEAE	Asia.	Muebles, barcos, molduras, cielo raso, chapas decorativas, construcciones rurales, leña, carbón.	Es bastante exigente en suelos, prefiere los profundos, bien drenados y fértiles. Soporta la acidez y suelos arenosos.
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	ARECACEAE	Asia.	Alimenticio, cosmético, protector solar, artesanía, casas, abono orgánico.	0 a 500 msnm con 1500 a 2500 mm. Suelos bien drenados, soporta climas muy húmedos con lluvias de más de 4000 mm.
Cítricos	<i>Citrus spp.</i>	RUTACEAE	Asia.	Alimenticio, medicinal, cosmético.	De 0 a 1600 mm.
Mamey Cartagena	<i>Mammea americana</i>	GUTTIFERACEAE	Trópico Americano	Frutal, madera, leña, medicinal, repelente de plagas.	De 0 a 1000 msnm, 1000 mm. Prefiere suelos ligeros y ricos en materia orgánica.

G. BIBLIOGRAFIA

- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarriba, E. 1998. Manejo de sombra en plantaciones de café y cacao. CATIE. Turrialba, C.R. Agroforestry Systems 38:139-164.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, CR. 359 p.
- Jones, M.B. 1985. Plant microclimate. Apuntes de clases de ecología. CATIE. Turrialba, CR. sp.
- Muschler, R. 2000. Árboles en cafetales. Módulo de enseñanza No 5. CATIE: Proyecto Agroforestal. Turrialba, CR. 139p.
- Sánchez, J; Dubón, A. 1994. Establecimiento y manejo de cacao con sombra. Guía técnica para el extensionista forestal. CATIE: Programa de manejo integrado de recursos naturales. Turrialba, CR. Serie técnica/Manual técnico No 10. 82p.
- Silva, Neto P.J. da; Goncalve, P.G; Souza Martin, A.C. de; Paula Silva, A. 2001. Sistema de producao de cacau para a amazonia brasileira. MAA. CEPLAC. Belém, BR. 125p.
- Somarriba, E. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?. Agroforestería en las Américas. Turrialba, CR. N° 41-42. 140 p.
- ; Domínguez, L.; Lucas, C. 1996. Cacao bajo sombra de maderables en ojo de agua, Changuinola, Panamá: Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE: Proyecto Agroforestal. Turrialba, CR. Serie técnica. Informe técnico N° 276. 47p.
- ; Beer, J; Bonnemann, A. 1996. Árboles leguminosos y maderables como sombra para cacao, El concepto. CATIE: Proyecto Agroforestal. Turrialba, CR. Serie técnica. Informe técnico No 274. 51p.
- Quesada, F; Somarriba, E; Malek, M. 2008. Shade Motion. Programa de simulador de sombreado.(en línea). Consultado 20 de noviembre 2009. Disponible en: www.catie.ac.cr