

*Avances de Investigación*

# Conocimiento local sobre los atributos deseables de los árboles y el manejo del dosel de sombra en los cacaotales de Waslala, Nicaragua

Claudia Silva<sup>1</sup>, Luis Orozco<sup>2</sup>, Mark Rayment<sup>3</sup>, Eduardo Somarriba<sup>4</sup>

## RESUMEN

Se estudiaron los atributos deseables de los árboles y el manejo del dosel de sombra según la edad, ciclo anual y diferentes condiciones fisiográficas en sistemas agroforestales de cacao de 30 familias cacaoteras del municipio de Waslala, Nicaragua. La metodología consistió en entrevistas semiestructuradas, reuniones de grupo y sesiones de retroalimentación para identificar productos y servicios provenientes del dosel de sombra; además, se analizaron las fortalezas y debilidades del conocimiento local sobre el manejo y comportamiento del dosel en diferentes ciclos temporales y condiciones espaciales. La protección del sol (100%), mejoramiento de la fertilidad del suelo (90%) y la generación de subproductos como fruta, leña y madera (100%) fueron los beneficios y servicios más mencionados por los productores. Un árbol de sombra con copa abierta, que no pierda el follaje en la estación seca, con un ritmo de crecimiento rápido y una altura media (15-25 m), fueron los atributos deseables más valorados por los productores.

Los productores reconocieron una relación positiva entre la diversidad arbórea del dosel de sombra, mejores condiciones para el crecimiento y producción del cacao y mayor variedad de bienes y servicios para el consumo de la familia y la venta. El estudio demuestra que los productores de Waslala tienen un conocimiento detallado sobre las especies de sombra y sus características fenológicas, pero poco dominio sobre el diseño y manejo del dosel de sombra según la edad de la plantación y ciclo anual. Por otra parte, diferencias percibidas en cuanto al comportamiento de la sombra y el manejo del dosel en distintas condiciones de pendiente y exposición resultaron poco claras para los productores debido a la gran cantidad de factores (geográficos y climáticos) que influyen. Un 73% de los productores mostró preferencia por una sombra más densa en pendientes fuertes y terrenos menos fértiles, mientras que un 23% no hizo diferencias ante tal situación. El conocimiento local sobre la agronomía del cacao se califica como satisfactorio, pero el conocimiento agroforestal en general tiene limitaciones que podrían mejorarse con capacitaciones y asistencia técnica.

**Palabras clave:** agroforestería, atributos deseables, manejo de sombra, condiciones de sitio.

## ABSTRACT

A study was carried out to assess farmers' knowledge of the positive and negative attributes of shade trees in cocoa agroforestry systems in the Waslala Province of Nicaragua. Particular consideration was given to the trees' spatial and temporal placement and the management of the shade canopy. As part of the methodology, semi-structured interviews and ranking exercises were conducted with 30 cocoa farmers of the region; focus group meetings with members of the Cacaonica cooperative were used, and three feedback sessions with farmers and extension workers of the community were conducted at the end of the project. A number of shade canopy products and services were recognized by farmers as beneficial for them; most importantly sunlight protection (mentioned by 100% of the interviewees), soil fertility improvement (90%) and firewood, fruits and timber products (100%). Evergreen, open canopies, high growth rate, and medium height (15-25m) were considered to be the most desirable attributes of the shelter trees by the farmers. Farmers showed a clear understanding of the relationship between having a diversity of shade trees and the provision of products and services, including amelioration of site conditions for cocoa growth and an increased diversity of products for domestic consumption and local retail. On the other hand, understanding of shade canopy management according to temporal cycles and geographical conditions, such as slope and aspect, proved to be more limited, and less unanimous, due to the complexity of the interactions between geographical and climatic factors. Indigenous local knowledge, combined with technical training received over the last two decades through a variety of projects and institutions, has resulted in a uniformly degree of knowledge among the farmers about desirable species patterns and phenological attributes of shade trees, but knowledge about shade canopy management through time and according to its spatial distribution is weak and needs to be considered for future trainings.

**Keywords:** local knowledge, shade canopy, agroforestry, desirable attributes, shade trees, shade management, site conditions.

<sup>1</sup> MSc Agroforestry, School of Environment, Natural Science and Geography Bangor University, UK. csilva5@hotmail.com (Autor para correspondencia)

<sup>2</sup> Consultor-investigador en Agroforestería con cacao, León, Nicaragua. luisoroz@catie.ac.cr, lorozagui@hotmail.com

<sup>3</sup> School of Environment, Natural Science and Geography, Bangor University, UK. m.rayment@bangor.ac.uk

<sup>4</sup> Profesor-investigador agroforestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. esomarri@catie.ac.cr

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento que las poblaciones rurales han desarrollado de sus tierras y cultivos a través del contacto directo con la naturaleza es lo que se conoce como “conocimiento local” (Inglis 1993, Rajasekaran et al. 1991, Kolawole 2001). Tal conocimiento incluye un elevado grado de información sobre plantas, animales, fenómenos naturales e interacciones (Ulluwishewa et al. 2008, Eisold et al. 2006, Ross y Pickering 2002) que ha dado lugar al establecimiento de usos de la tierra tradicionales. Uno de ellos es el sistema agroforestal con cacao (SAF-cacao), ambientalmente amigable y practicado por pequeños productores, cuya necesidad de conservación y documentación es cada vez mayor (Kolawole 2001).

Los pequeños productores de cacao de todo el mundo combinan el cacao con árboles de sombra que pueden ser plantados, remanentes del bosque nativo, o seleccionados de la regeneración natural. Estos árboles proveen de productos como frutas, leña, madera y medicinas y servicios como el control de la erosión y mejoramiento de la calidad de agua (Rice y Greenberg 2000, Beer et al. 2003, Bentley et al. 2004, Somarriba et al. 2004). Estudios en cacaotales del Alto Beni, Bolivia, muestran que la madera y la fruta son los principales productos obtenidos del dosel de sombra, en tanto que el mejoramiento de la fertilidad del suelo es el “servicio” más valorado por los productores (Ortiz y Somarriba 2005). Diversos atributos han sido catalogados por la literatura como deseables para los árboles de sombra; entre ellos se destacan la arquitectura de la copa y raíces, compatibilidad con el cultivo, ritmo de crecimiento, facilidad de propagación, tamaño de las hojas y caducidad (Beer 1987, Muschler 2000, Yepes et al. 2002, Bellow y Nair 2003).

En este artículo se documenta el conocimiento local de 30 familias productoras de cacao de Waslala, Nicaragua, sobre los beneficios (productos y servicios) que genera el cacaotal, ventajas y desventajas de los árboles de sombra, preferencias, atributos y criterios sobre el manejo del dosel de sombra según el ciclo anual, edad del cacao y las características geográficas del sitio como pendiente y exposición. La identificación de las percepciones de los productores sobre estos aspectos representa una alternativa para mejorar y dirigir esfuerzos en investigación y capacitación sobre el manejo tecnificado del dosel de sombra (Somarriba 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre junio y agosto del 2010. Ver descripción del área de estudio en Aystas et al., en este mismo número de la RAFA.

### Documentación del conocimiento local

#### Etapa 1. Entrevista a productores

De la lista de socios activos de la Cooperativa de Servicios Agroforestales y de Comercialización de Cacao (Cacaonica R.L) se seleccionó, aleatoriamente, una muestra de 30 familias productoras de cacao; se trató de lograr la mayor distribución y representatividad de las diferentes condiciones orográficas donde se cultiva cacao en el municipio. Se aplicó una entrevista semi-estructurada a cada productor seleccionado para indagar sobre aspectos biofísicos de las fincas, aspectos socioeconómicos de las familias y sobre la experiencia con el cultivo. La lista de los temas abordados durante esta fase se muestra en el Cuadro 1. El 100% de las entrevistas fueron conducidas en las fincas donde los productores podían contrastar la pregunta con la condición orográfica del sitio (Figura 1). Al momento de las entrevistas, se mostraron ilustraciones en papelógrafos para facilitar la selección y/o preferencia por el tipo de dosel de sombra.

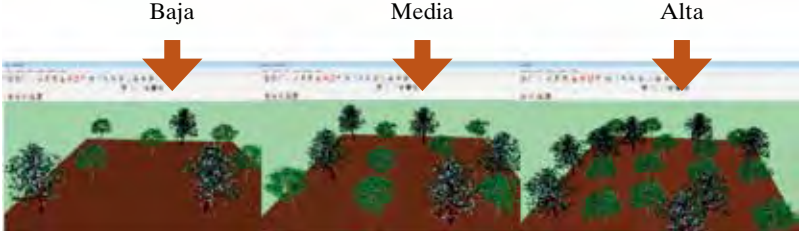

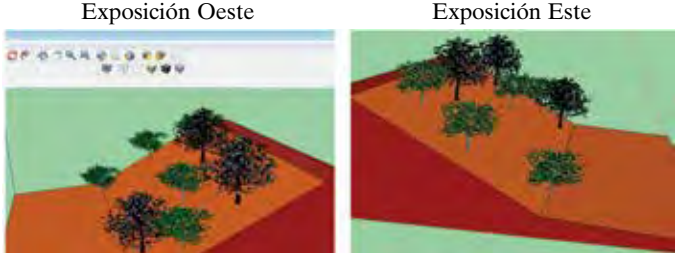

#### Etapa 2. Talleres de retroalimentación

Con el objetivo de validar los resultados de las entrevistas, clarificar temas que resultaron ser más complejos, minimizar errores por predisposiciones del entrevistador y mostrar lo obtenido a la comunidad, se efectuaron tres talleres de retroalimentación: dos talleres con productores de distintas comunidades (seis participantes por taller) y uno con el equipo técnico de campo de Cacaonica (diez participantes). Durante los talleres se efectuaron ejercicios de jerarquización para determinar las principales funciones y beneficios de las especies arbóreas utilizadas comúnmente como sombra en las fincas.

#### Etapa 3 Análisis de la información

La información biofísica de las fincas y los aspectos socioeconómicos de las familias fueron analizados mediante estadísticas descriptivas y tablas de frecuencia (InfoStat 2007). La información botánica de los árboles de sombra se obtuvo de los inventarios arbóreos previos de la zona (CATIE-PCC 2009) y revisión de literatura agroforestal. Los datos de las entrevistas sobre el conocimiento de los atributos deseables de los árboles y manejo agroforestal que brindan las familias al cacaotal se analizó con el programa Agroecological Knowledge Toolkit (AKT5) (Dixon et al. 2001), el cual permite compilar argumentos, opiniones y respuestas desagrega-

**Cuadro 1.** Tópicos discutidos durante las entrevistas a 30 familias cacaoteras de Waslala, Nicaragua

Tópicos	Características generales de cada tópico
Características de la finca	Superficie total, área del cacaotal, tiempo trabajando con cacao, distancia de siembra, exposición y localización geográfica del cacaotal
Preferencias sobre atributos de los árboles de sombra	Forma y tamaño de las copas, tamaño de las hojas, altura de los árboles, caducifolia, ritmo de crecimiento, longevidad, función, etc.
Diversidad de árboles de sombra	Preferencias por una alta o baja diversidad de especies arbóreas
Beneficios asociados al uso de árboles de sombra	Regulación de la intensidad de luz, floración y calidad de la mazorca, fertilidad del suelo, control de la erosión, calidad del agua, interceptación del agua de lluvia, cortinas rompevientos
Desventajas asociadas al uso de árboles de sombra	Pérdidas en la producción, competencia por agua, luz y nutrientes, hospederos de plagas y enfermedades, dificultad en las prácticas de manejo, daño mecánico a las plantas de cacao, efectos alelopáticos, etc.
Preferencias de cobertura de sombra según la edad del cacao: <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 5 años</li> <li>• 10-20 años</li> <li>• &gt;30 años</li> </ul>	
Preferencias de cobertura de sombra según el grado de pendiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suave</li> <li>• Fuerte</li> </ul>	
Preferencias de cobertura de sombra según la exposición de la pendiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Este</li> <li>• Oeste</li> </ul>	
Preferencias sobre la distribución de los árboles de sombra sobre el terreno:	
Prácticas de manejo del cacaotal	Tipos de prácticas, frecuencia y época de poda del cacao, frecuencia de raleos de árboles de sombra, desmalezado, manejo de autosombra de cacao, regulación de árboles de sombra, dosis y frecuencia de fertilización, etc.

das de los entrevistados y los transforma en enunciados unitarios lógicos. Se elaboraron diagramas jerárquicos para representar visualmente el conocimiento vertido durante las entrevistas a productores y equipo técnico y su consecuente gramática formal (Walker y Sinclair 1998). Durante los talleres de consulta y retroalimen-

tación con familias productoras y equipos técnicos se realizó un ejercicio de jerarquización de las ventajas y desventajas de los árboles de sombra asociados y se listaron las especies frutales, maderables y leguminosas preferidas como sombra en los cacaotales ubicados en diferentes condiciones de sitio.



**Figura 1.** Manejo del dosel de sombra por el productor y vista de una plantación de cacao típica de Waslala, Nicaragua

## RESULTADOS

### Características de las familias y las fincas

De los 30 productores entrevistados, 25 fueron hombres y 5 mujeres con una edad media de 40 años (23 a 65 años). Los productores cultivan cacao desde hace 18 años en promedio ( $\pm 5$  años), lo que coincide con el inicio de las capacitaciones técnicas organizadas y lideradas por ProMundo Humano, primera ONG que fomentó el cultivo y manejo de cacao en la zona. El tamaño promedio de los cacaotales fue de 2 ha (0,7-5 ha) y la edad promedio fue de 20 años (5-25 años). La densidad media de siembra fue de 625 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . El 50% de los cacaotales presentó una pendiente fuerte ( $\geq 30\%$ ), las restantes plantaciones se ubicaron en terrenos con 15-20% de pendiente. Las especies arbóreas comúnmente usadas como sombra fueron frutales, como cítricos (*Citrus* spp.), aguacate (*Persea americana*) y mango (*Mangifera indica*); guineo y plátano (*Musa* spp.); árboles maderables y de servicio como guaba (*Inga* spp.), laurel (*Cordia alliodora*), cedro (*Cedrela odorata*), poró (*Erithryna poeppigiana*) y caoba (*Swietenia macrophylla*). La productividad media de los cacaotales en Waslala es de 328  $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ , con precios de US\$ 3500  $\text{ton}^{-1}$  para cacao seco orgánico y US\$3150  $\text{ton}^{-1}$  para cacao seco tradicional o convencional (precios del 2010).

### Beneficios asociados con los árboles de sombra

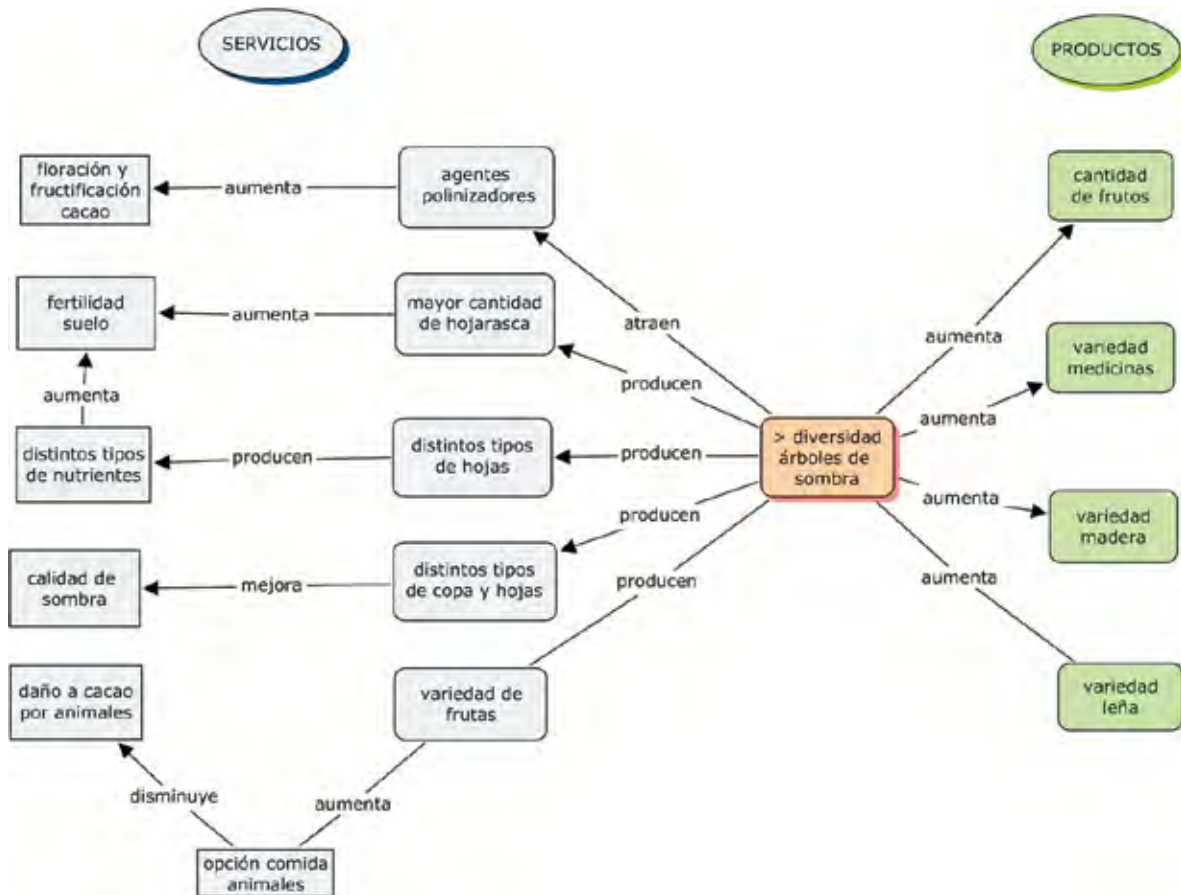
El 100% de los productores citó que los beneficios más importantes que generan los árboles de sombra para las familias son los productos como la leña, madera, frutas y plantas medicinales. Especies como la guaba, eucalipto y acacia (*Senna siamea*) (que se puede quemar verde) fueron las más valoradas para leña; como madera de calidad destacaron el laurel, cedro y guayabón (*Terminalia oblonga*); las especies frutales preferidas fueron el aguacate y el mango, el guineo, el zapote (*Pouteria sapota*) y los cítricos. Además, los productores

reconocieron las propiedades medicinales de algunas especies, tanto para humanos como para animales; entre ellas, el madero negro (*Gliricidia sepium*) para diarrea, dolor de estómago y como insecticida natural y el eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) para la fiebre, dolor de cabeza y mordedura de serpientes.

De los servicios que los productores atribuyen a los árboles de sombra destaca la protección al árbol de cacao contra los rayos del sol (100% de los entrevistados). En Waslala, las temperaturas durante el periodo seco pueden alcanzar 30°C y, de acuerdo con los productores, la exposición directa del cacao a los rayos solares daña las flores, frutos y hojas; reconocen, además, que las plantas jóvenes son más vulnerables a este efecto. El mejoramiento en la fertilidad del suelo por acumulación de materia orgánica (hojarasca, ramas y residuos vegetales de la poda y la cosecha) es un beneficio reconocido por el 90% de los productores. El control de la erosión fue señalado como beneficio por un 72% de los entrevistados, mientras que la protección a las plantas de cacao que brinda el dosel de sombra contra la lluvia y el viento fueron importantes para el 69% y 62% de los productores, respectivamente. Otros servicios provistos por el dosel de sombra fueron la mayor retención de humedad en el suelo durante el periodo seco (55%), mejor calidad del fruto (52%), control de malezas (48%). Los productores indicaron que a mayor diversidad arbórea en el dosel de sombra mayores son los bienes y servicios que generan (Figura 2). Otros servicios ambientales como el secuestro de carbono, aire limpio y valor estético, fueron citados solo por un 10 % de los entrevistados.

### Desventajas asociadas con los árboles de sombra

La mayor desventaja del dosel de sombra se presenta durante la época lluviosa, cuando se acumula mayor humedad entre la vegetación arbórea que favorece la



**Figura 2.** Variedad de productos y servicios que proveen los árboles de sombra de los cacaotales de Waslala según la percepción de las familias productoras.

proliferación de enfermedades fungosas como la moniliasis y la mazorca negra. Sin embargo, los productores reconocen que este efecto disminuye cuando se realizan podas sanitarias a los árboles de cacao y se maneja el dosel de sombra mediante podas y raleos. Los productores indicaron que la competencia por agua, luz y nutrientes es “mínima” si la distancia de siembra entre árboles del dosel es igual o mayor a 8 x 8 m (156 árboles ha<sup>-1</sup>). El cedro y el laurel (por su abundancia en los cacaotales) fueron señalados como las especies que más compiten con el cacao por esos recursos; sin embargo, su madera de calidad y los ingresos generados con la venta son bien reconocidos por la familia. Los daños al cultivo por caída de árboles y ramas son frecuentes, especialmente al momento de cosechar árboles maderables.

**Atributos deseables en los árboles de sombra**

Un árbol con copa abierta, que no pierda el follaje en la estación seca, con un ritmo de crecimiento rápido y una altura media (15-25 m) fueron los atributos más frecuentemente mencionados por los productores para

**Cuadro 2.** Atributos deseables de los árboles de sombra en los cacaotales, en opinión de los productores de Waslala, Nicaragua

Atributos deseables		Productores	Porcentaje (%)
Caducifolia	Siempre verde	28	93
	Deciduo	2	7
Ritmo de crecimiento	Rápido	27	90
	Lento	3	10
Altura total	Pequeño (<15 m)	0	0
	Mediano (15-25 m)	27	90
	Alto (> 25 m)	3	10
Tamaño de la hoja	Pequeña	7	23
	Grande	4	13
	Sin importancia	19	66
Forma de la copa	Abierta	29	97
	Cerrada	1	3

seleccionar árboles de sombra en sus cacaotales. Los árboles muy altos no son aceptables porque son más susceptibles al volcamiento por el viento y ‘forman’ gotas grandes y pesadas que dañan las flores; además, el manejo es complicado y pueden causar daños al cultivo por la caída de troncos o ramas. Algunos productores adujeron que los árboles altos (remanentes del bosque y algunos maderables) atraen los rayos durante las tormentas eléctricas. Los árboles pequeños, por su parte, tampoco son del gusto de los productores porque provocan excesiva sombra que aumenta la incidencia de enfermedades debido a la humedad y menor ventilación dentro de la plantación. El tamaño de las hojas no fue considerado como un criterio importante para la selección de un árbol de sombra, aunque sí hubo una preferencia colectiva por dejar una mayor diversidad de hojas sobre el suelo del cacaotal para mejorar la fertilidad y humedad del suelo. En pocos casos se mencionó que una buena capa de hojarasca favorece las poblaciones de polinizadores dentro de los cacaotales.

### Manejo de la sombra

#### *Según distribución, edad y fenología del cacao*

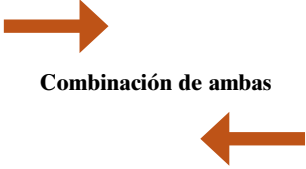
Un 86% de los productores eligió una distribución de los árboles de sombra en línea como la preferida para su cacaotal, ya que con este arreglo se logra una sombra uniforme y un fácil manejo del dosel y del cacao. Solo un 14% de los entrevistados prefirió una distribución aleatoria y no hubo preferencias por la distribución en manchones. En cuanto a la edad, los productores reconocen una mayor susceptibilidad del cacao a la desecación y deshidratación en la etapa juvenil, por lo que plantan musáceas en alta densidad (6x6 m, 276 tallos ha<sup>-1</sup>) durante los primeros 2-3 años de vida del cacao para proveer

de suficiente sombra e ingreso económico hasta que el cacao se de autosombra e inicien las primeras cosechas. A partir de los cinco años de edad, la necesidad de sombra del cacao se reduce (50%) y los productores manejan el dosel de sombra mediante anillamiento o raleos de los árboles (principalmente de *Inga* spp.) y podas anuales al cacao (principalmente al inicio de las lluvias).

#### *Según exposición y pendiente*

Un 53% de los productores no ven diferencias en cuanto al requerimiento de sombra de un cacaotal expuesto al lado este u oeste; en su opinión, simplemente a un sector le llega sol en la mañana y al otro en la tarde. El 47% restante prefirió tener más sombra en el sector oeste, pues el sol de la tarde calienta más que el de la mañana. Un 73% de los entrevistados prefiere tener más sombra en sitios con pendiente fuerte ( $\geq 30\%$ ) que en sitios de menor inclinación; solo un 4% prefiere más sombra en sitios planos y el resto (23%) se muestra indiferente respecto al nivel de sombra para el cacao según la pendiente del terreno. Cabe destacar que los productores que prefieren más sombra en pendientes fuertes poseen fincas con este tipo de laderas, mientras que los productores que se mostraron indiferentes poseen fincas dominadas por terrenos planos o laderas de pendiente suave (Cuadro 3). Los productores indicaron que en terrenos con pendientes fuertes la llegada de luz solar al cacao es más directa e intensa, hay más problemas de fertilidad debido a la erosión, escorrentía y lavado de nutrientes. Hubo consenso entre los entrevistados en cuanto a que la sombra en pendiente fuerte “se va muy lejos” o “se escapa”, y por lo tanto, protege menos al cacao. También coinciden en que los árboles dan una sombra más lenta y densa en los sitios planos.

**Cuadro 3.** Percepción de los productores en cuanto a las características del sitio y el rol de los árboles según la topografía del terreno (Línea sólida indica el cambio en pendiente)

PENDIENTE NULA	PENDIENTE SUAVE	PENDIENTE FUERTE
<p style="text-align: center;"><b>Características generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo más fértil</li> <li>• Suelo más húmedo</li> <li>• Mejor crecimiento de árboles de sombra</li> <li>• Viento más suave</li> <li>• Lega más sombra de la geografía colindante</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Características de los árboles de sombra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La sombra es más corta</li> <li>• La sombra se mueve más lento sobre el terreno</li> <li>• La intensidad o densidad de la sombra es mayor</li> <li>• Se necesitan menos árboles de sombra</li> <li>• Preferencia por árboles altos</li> </ul>	 <p style="text-align: center;"><b>Combinación de ambas</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Características generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay más erosión</li> <li>• Hay pérdida de materia orgánica</li> <li>• Suelos poco fértiles</li> <li>• Vientos fuertes</li> <li>• Mayor intensidad de luz</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Características de los árboles de sombra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La sombra es más larga</li> <li>• La sombra se mueve más rápido</li> <li>• La intensidad de la sombra es menor</li> <li>• Se necesitan más árboles de sombra</li> <li>• Preferencia por árboles bajos</li> </ul>

**Especies de sombra y condiciones de sitio**

Según los productores y equipo técnico de Cacaonica existen ciertas especies que “calzan” mejor en ciertos sitios de la finca que en otros. Por ejemplo, se prefieren los maderables para zonas planas o bordes de la finca, donde su alta competitividad afecta menos al cacao (Cuadro 4). En laderas de pendiente fuerte se prefieren los árboles de servicio, dado que aportan nutrientes al suelo y son más fáciles de manejar por medio de poda. Finalmente, los frutales fueron poco indicados como sombra para cacao y se prefiere plantarlos en el patio o frente a la casa, por la facilidad de cosecha y vigilancia.

**DISCUSIÓN**

**Beneficios y desventajas de los árboles de sombra**

Los mayores beneficios del dosel de sombra en cultivos perennes (café y cacao) se relacionan con la provisión de bienes y servicios (Beer et al. 1998, Wood 1990, Muschler 2000, Bentley et al. 2004, Asare 2005, Righi et al. 2008). Entre los servicios destaca la reducción del estrés biótico de la planta cuando se encuentra en condiciones climáticas extremas (Beer et al. 1998). El crecimiento del cacao y la productividad de la mazorca disminuyen con intensidades de radiación muy altas (Zuidema et al. 2005, Isaac et al. 2007). Los productores de Waslala reconocen como beneficios más importantes del dosel la obtención de productos como fruta, leña, madera y medicinas para consumo familiar y venta local; así como la protección al cultivo del sol y la mejora de las condiciones del suelo. Según los productores, se pueden “minimizar” las desventajas de los árboles de sombra si se realiza un buen manejo y una adecuada regulación de la sombra, tanto del cacao como del dosel. Según Somarriba (2005), el nivel adecuado de sombra depende de las características

y manejo del cultivo, como la capacidad de autosombra, frecuencia e intensidad de las podas y origen de la planta (semilla o injerto); así como de las características del sitio y de las especies arbóreas utilizadas. Los entrevistados dieron importancia al daño sufrido por el cacao debido a la caída de árboles y ramas; sin embargo, según Ryan et al. (2009), tales daños son casi irrelevantes a lo largo de la rotación.

El conocimiento agronómico y agroforestal de los productores de Waslala ha sido fuertemente influenciado por la experiencia cacaotera vivida durante la década de 1990, cuando ProMundo Humano (ONG alemana) promovió el establecimiento de parcelas agroforestales de 1 ha (cacao a 3x3 m (1111 plantas ha<sup>-1</sup>), musáceas a 6x6 m como sombra temporal (276 cepas ha<sup>-1</sup>) y maderables a 13x13 (60 árboles ha<sup>-1</sup>)) entre 350 productores, como una opción productiva barata y sostenible para Waslala. Las principales prácticas de manejo impulsadas por el proyecto: remoción semanal de frutos afectados por la monilia, regulación de árboles de sombra (dos veces año), poda del cacao (dos veces por año) y control de malezas (tres o cuatro por año) permanecen hasta hoy (Sandino et al. 1999). Los proyectos cacaoteros de esa época generaron, transfirieron y fortalecieron el conocimiento agronómico del cultivo, pero prestaron poca atención al diseño, manejo y comportamiento de la sombra según las condiciones de sitio (orientación e inclinación de la pendiente del terreno). Lok y Sandino (1999) argumentan que los productores de cacao de Waslala seleccionan deliberadamente los sitios para establecer sus plantaciones y podan el cacao según la presencia de fuentes de agua en la parcela (mayor humedad en el suelo). Por ejemplo, si hay una quebrada

**Cuadro 4.** Principales características y especies representativas por grupos funcionales en el dosel de sombra de los cacaotales de Waslala, Nicaragua

<b>Maderables</b>	<b>Frutales</b>	<b>De servicio</b>
<p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son más altos</li> <li>• Son deciduos</li> <li>• Son de hoja pequeña</li> <li>• Dan menos sombra en verano</li> <li>• Dan más competencia por agua y nutrientes</li> <li>• Conviene que crezcan más rápido, por producto de valor</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los mantienen más bajos para facilitar cosecha</li> <li>• Pueden dar mucha sombra por que no conviene podarlos</li> <li>• preferencia en cercanías de casa</li> </ul>	<p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producen más y mejor hojarasca</li> <li>• Dan nutrientes (N)</li> <li>• Dan menos competencia</li> <li>• Dan buena sombra</li> <li>• En general son siempreverdes</li> </ul>
<p><b>Especies principales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)</li> <li>• Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)</li> <li>• Guayabón (<i>Terminalia amazonica</i>)</li> <li>• Teca (<i>Tectona grandis</i>)</li> </ul>	<p><b>Especies principales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cítricos (<i>Citrus</i> spp.)</li> <li>• Mango (<i>Mangifera indica</i>)</li> <li>• Aguacate (<i>Persea americana</i>)</li> <li>• Musáceas (<i>Musaceas</i> spp.)</li> <li>• Pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i>)</li> </ul>	<p><b>Especies principales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guaba (<i>Inga</i> spp.)</li> <li>• Poró (<i>Erythrina poeppigiana</i>)</li> <li>• Madero negro (<i>Gliricidia sepium</i>)</li> <li>• Casia (<i>Cassia siamea</i>)</li> </ul>

o riachuelo que atraviesa la parcela, los productores tienden a podar con mayor frecuencia e intensidad el cacao para eliminar el exceso de humedad y favorecer la entrada de luz. Por el contrario, si el riachuelo o quebrada recorre el perímetro o no existe ninguna fuente de agua en la parcela, el cacao se poda con menor frecuencia para proteger las plantas de la deshidratación y, al mismo tiempo, proteger al suelo de la erosión. Al igual que en Waslala, los productores del Alto Beni, Bolivia prefieren especies de árboles que provean madera y frutas con valor comercial y para el consumo del hogar y que mejoren las condiciones de fertilidad del suelo coincide (Ortiz y Somarriba 2005). Similares objetivos y beneficios han expresado productores en Brasil, oeste de África, Venezuela y Costa Rica (Duguma et al. 1999, Jaimez y Franco 1999, Norman 1999, Somarriba y Harvey 2003, Bentley et al. 2004, Asare 2005).

#### **Atributos deseables en los árboles de sombra**

Una copa abierta es una característica deseable mencionada por los productores de Waslala. La literatura consultada reconoce este atributo como importante a la hora de seleccionar árboles de sombra para café y cacao (Beer 1987, Bellow y Nair 2003, Muschler 2000, Ortiz y Somarriba 2005). Los usos, valor de los productos, la familiaridad con la especie y las características físicas de tamaño y densidad de la copa fueron considerados como los principales criterios para la selección de especies útiles para sombra. Además de estos criterios, los productores de otras zonas cacaoteras y cafetaleras han mencionado otros atributos deseables en los árboles utilizados en fincas, como la rapidez de crecimiento, compatibilidad con el cultivo y fácil propagación y adaptación a la zona (Matos et al. 2000, Linkimer et al. 2002, Muñoz y Beer 2001, Asare 2005). Por otra parte, la preferencia por árboles siempreverdes no concuerda con lo reportado en la zona cacaotera de Talamanca, Costa Rica, donde más del 90% de los productores, ante el exceso de lluvia que ocurre en ciertos meses de año, prefieren árboles deciduos (Vásquez 2001). La selección de árboles de sombra no depende solamente de este tipo de atributos, sino también de las condiciones ambientales locales y el manejo actual del cultivo, lo que a su vez está sujeto a cambios en el tiempo e influenciados por factores como la incidencia de plagas y el mercado (Yepes et al. 2002). En África del oeste, los productores consideran indeseable una especie arbórea cuando tiene copa densa, reseca el suelo, no tiene valor económico, no ayuda a mejorar las condiciones de fertilidad del suelo, atrae ardillas o sirve de hospedera de plagas que afectan el cacao (Asare 2005).

En Waslala, durante la década de 1990, el 75% de los cacaotales fueron establecidos bajo bosques o tacotales raleados; por tanto, la sombra actual es una mezcla no homogénea de árboles remanentes del bosque original, leguminosas de servicio como las guabas y madero negro, frutales de porte medio plantados (cítricos) y árboles maderables de regeneración natural. El restante 25% de los cacaotales se estableció en barbechos o potreros (Lok y Sandino 1999). Con base en los resultados de este estudio se puede afirmar que el valor comercial del árbol (madera) y los productos para la familia (frutas, leña, medicina) son las características más importantes para los productores cacaoteros de Waslala al momento de seleccionar cuáles árboles plantar como sombra de sus cacaotales. Estudios sobre el manejo tradicional de la sombra en cafetales y cacaotales han destacado criterios de selección de especies arbóreas como la compatibilidad con el cultivo, maderables de fuste recto y su contribución a la biodiversidad. Finalmente, el valor o uso comercial que se da a la especie tiende a ser más relevante al momento de elegir los árboles de sombra (Linkimer et al. 2002, Yepes et al. 2002, Ortiz y Somarriba 2005).

#### **Manejo de la sombra según distribución, fenología del cacao y características del sitio**

La preferencia de la mayoría de los productores por una distribución en línea de los árboles de sombra coincide con la literatura, la cual sugiere que un dosel de sombra distribuido uniformemente en el cacaotal resulta en un desarrollo más homogéneo de las plantas y frutos. Los arreglos de plantación en cuadro y rectangulares resultan más indicados para este fin (Somarriba 2005). Cultivos como el cacao necesitan una mayor radiación solar en los periodos de floración, por lo que el manejo de la sombra debe sincronizarse con el ciclo fenológico anual del cultivo (Alvim y Kozlowski 1977; Somarriba et al. 2004). Los productores de Waslala podan el cacao y regulan la sombra al inicio de las lluvias (abril-mayo) para que haya mayor luminosidad durante la etapa de floración y maduración del cacao. Pocos productores realizan una segunda poda (menos intensa), uno o dos meses antes de la cosecha con el objetivo de facilitar el control de enfermedades, bajar la altura de las plantas y no necesariamente para favorecer el llenado y maduración de los frutos (Somarriba 2005). El exceso de sombra favorece la afectación de enfermedades, puede retardar la maduración y afectar el tamaño y la calidad de los frutos (Zuidema et al. 2005).



El 35% de los productores de Waslala prefirieron una sombra más densa en suelos poco fértiles. Dicha práctica también es habitual en el Alto Beni, Bolivia (Ortiz y Somarriba 2005). Los cacaotales a pleno sol o con poca sombra tienen buena productividad pero demandan más agua y nutrientes. Por el contrario, en suelos poco fértiles o que no se fertilizan, la productividad es menor y, por tanto, resulta beneficioso manejar más sombra dentro del cacao para atenuar la demanda nutrimental del cultivo y reducir el futuro agotamiento del suelo (Somarriba et al. 2010). Sin embargo, este conocimiento técnico no permea la toma de decisiones por parte de los productores de Waslala acerca de cuáles, cuántos y en cuáles sitios plantar los árboles de sombra de sus cacaotales. Aspectos negativos como competencia con el cacao y el aumento de enfermedades debido a la mayor humedad, fueron reconocidos como las mayores desventajas atribuidas a los árboles de sombra, pero controlables si se realiza un manejo silvicultural y agronómico al dosel (raleos, podas, deshoja y deshije de musáceas, descentrado, descumbra, despunte). Los productores prefirieron un mayor nivel de sombra provisto por árboles bajos o medianos en suelos de baja fertilidad y con pendientes fuertes, mientras que en zonas planas, con mayor fertilidad pero alta acumulación de humedad, los productores preferían menos sombra y árboles más altos.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El conocimiento actual de los productores y equipos técnicos de Waslala ha sido fuertemente influenciado por la experiencia cacaotera vivida durante la década de 1990. El conocimiento agronómico se califica como bueno o satisfactorio; sin embargo, el conocimiento

agroforestal es limitado. El comportamiento de la sombra en diferentes sitios, con diferente grado y orientación de la pendiente y las varias fuentes de sombra (nubosidad, barreras biofísicas y vegetación colindante) no son considerados por los productores a la hora de decidir cuáles, cuántos y en cuál arreglo agroforestal plantar los árboles de sombra. Las decisiones relacionadas con el diseño y manejo de la sombra en función de la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua no están claras en la literatura y son poco consideradas por los cacaoteros de Waslala.

Es evidente la necesidad de mayor capacitación y asistencia técnica a los productores, sus familias, equipos técnicos y estudiantes sobre cómo manejar los árboles y regular la sombra en cacaotales. Se recomienda ampliar el estudio a otras zonas cacaoteras del país con diferente historia cacaotera y condiciones fisiográficas; además, se debiera involucrar a equipos técnicos de otras organizaciones cacaoteras con el fin de sistematizar el conocimiento local e identificar contradicciones y compatibilidades.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos los productores y productoras entrevistados, por su excelente disposición y acogida en sus fincas. A los directivos, socios y promotores de la cooperativa Cacaonica, por el apoyo logístico en el desarrollo de este trabajo. Un especial agradecimiento a Aldo Kuant y Roberto Mejía, por su ayuda en la recolección de datos de campo. Al proyecto CATIE-PCC y a su personal por su colaboración y por haber hecho posible esta publicación.

### LITERATURA CITADA

- Asare, R. 2005. Cocoa agroforests in West Africa: A look at activities on preferred trees in the farming systems. Horsholm, Denmark, Danish Centre for Forest Landscape and Planning. Forest & Landscape Working Papers no. 6. 77 p.
- Beer, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa and tea. *Agroforestry Systems* 5: 3-13.
- Beer, J; Ibrahim, I; Somarriba, E; Barrantes, A; Leakey, R. 2003. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. In Cordero, J. Boshier, DH. (Eds.). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Oxford, Reino Unido, OFI/CATIE. p. 197-242.
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cocoa plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- Bellow, J; Nair, PKR. 2003. Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry systems. *Agricultural and Forest Meteorology* 114: 197-211.
- Bentley, JW; Boa, E, Stonehouse, J. 2004. Neighbour trees: Shade, intercropping and cacao in Ecuador. *Human Ecology* 32(2): 241-270.
- CATIE-PCC. 2009. Competitividad y ambiente en los territorios cacaoteros de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Cacao Centroamérica. Documento de proyecto. 166 p.
- CATIE-PCC. 2009. Determinación del potencial de mantener, aumentar o adoptar diferentes sistemas de cacao (*Theobroma cacao*) con base en el rol relativo y absoluto que estos juegan en las estrategias de vida de los hogares en el municipio de Waslala, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Cacao Centroamérica. 41 p.

- Dixon, HJ; Doores, JW; Joshi, L; Sinclair, FL. 2001. Agroecological knowledge toolkit for Windows: methodological guidelines, computer software and manual for AKT5. School of Agricultural and Forest Sciences. University of Wales, Bangor. 181 p.
- Duguma, B; Gockowski, J; Bakala, J. 1999. Desafíos biofísicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (*Theobroma cacao* Linn.) en sistemas agroforestales de África Occidental y Central. *Agroforestería en las Américas* 6(22): 12-15.
- Eisold, J; Tonsjost, S; Bollig, M; Lindstadter, A. 2006. Local and ecological knowledge on natural resource management: A case study from north western Namibia. Conference on International Agricultural Research for Development (Bonn, Germany, October 11-13, 2006); Abstracts. 6 p.
- Inglis, JT. 1993. Traditional ecological knowledge: concepts and cases. Ottawa, Canada, Canadian Museum of Nature.
- Isaac, ME; Timmer, VR; Quashie-Sam, SJ. 2007. Shade tree effects in an 8-year-old cocoa agroforestry system: Biomass and nutrient diagnosis of *Theobroma cacao* by vector analysis. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 78: 155-165.
- Jaimez, RE; Franco, W. 1999. Producción de hojarasca, aporte en nutrientes y descomposición en sistemas agroforestales de cacao y frutales. *Agrotrópica* 11(1): 1-8.
- Kolawole, OD. 2001. Local knowledge utilization and sustainable rural development in the 21st century. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 9(3): 13-15.
- Linkimer, M; Muschler, R; Benjamín, T; Harvey, C. 2002. Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 9(35-36): 37-43.
- Lok, R; Sandino, D. 1999. Traditional cocoa agroforestry systems in Waslala, Nicaragua: adoption of technology and adaption to local environment and priorities. *In: International Symposium on Multi-strata Agroforestry Systems with Perennial Crops* (CATIE, Turrialba, 22-27 Feb 1999); Extended Abstracts. p. 251-255.
- Matos, EN; Beer, J; Somarriba, E; Gómez, M; Current, D. 2000. Validación, adopción inicial y difusión de tecnología agroforestal en cacaotales con indígenas Ngöbe en Panamá. *Agroforestería en las Américas* 7(26): 7-9.
- Muñoz, F; Beer, J. 2001. Fine root dynamics of shaded cocoa plantations in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 51: 119-130.
- Muschler, R. 2000. Árboles en cafetales. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 5.
- Norman, J. 1999. Conservation in Brazil chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystems. *Environmental Management* 2(1): 31-47.
- Ortiz, M; Somarriba, E. 2005. Sombra y especies arbóreas en los cacaotales de Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas* No. 43-44: 64-70.
- Rajasekaran, BD; Warren, DM; Babu, SC. 1991. Indigenous natural resource management systems for sustainable agricultural development: A global perspective, *Journal of International Development* 3(4): 387-401.
- Rice, RA; Greenberg, R. 2000. Cocoa cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29: 167-173.
- Righi, C; Lunz, A; Bernardes, M; Pereira, C; Dourado, D; Favarin, J. 2008. Radiation availability in agroforestry system of coffee and rubber trees. *In: Advances in agroforestry; toward agroforestry design: an ecological approach*. Springer. p. 249-327.
- Ross, A; Pickering, K. 2002. The politics of reintegrating Australian aboriginal and American Indian indigenous knowledge into resource management: the dynamics of resource appropriation and cultural revival. *Human Ecology* 30(2): 187-214.
- Ryan, D; Bright, G. Somarriba, E. 2009. Damage and yield change in cocoa crops due to harvesting of timber shade trees in Talamanca, Costa Rica. *Agroforestry Systems* 77(2): 97-106.
- Sandino, D; Grebbe, H; Malespín, M. 1999. Desarrollo agroforestal con cacao en Waslala, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 6(22): 29-30.
- Somarriba, E. 2005. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales? *Agroforestería en las Américas* no. 41-42: 122-130.
- Somarriba, E; Cerda, R; Astorga, C; Quesada, F; Vásquez, N. 2010. Reproducción sexual del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica Materiales de extensión no. 1. 48 p.
- Somarriba, E; Harvey, C. 2003. ¿Cómo integrar producción sostenible y conservación de biodiversidad en cacaotales orgánicos indígenas? *Agroforestería en las Américas*. 37:12-17.
- Somarriba, E; Harvey, CA; Samper, M; Anthony, F; González, J; Staver, C; Rice, RA. 2004. Biodiversity conservation in neotropical coffee (*Coffea arabica*) plantations. *In: Schroth, G; Fonseca, G; Gascon, C; Vasconcelos, H; Izac, AM; Harvey, CA. (eds). Agroforestry and conservation of biodiversity in tropical landscapes*. Washington, DC, Island Press. p. 198-226.
- Ulluwisshewa, R; Roskrug, N; Harmsworth, G; Antaran, B. 2008. Indigenous knowledge for natural resource management: A comparative study of Maori in New Zealand and Dusum in Brunei Darussalam. *GeoJournal* 73: 271-284.
- Vásquez, M. 2001. Selection criteria for shade trees in cocoa plantations in Talamanca, Costa Rica. MSc thesis. Bangor, UK, University of Wales. 60 p.
- Walker, DH; Sinclair, FL. 1998. Acquiring qualitative knowledge about complex agroecosystems. Part 2: Formal representation. *Agricultural Systems* 56(3): 365-386.
- Wood, PJ. 1990. Principles of species selection for agroforestry. *In: MacDicken, KG; Vergara, NT. (Eds.). Agroforestry: Classification and Management*. New York, John Wiley. p. 290-309.
- Yepes, C; Muschler, R; Benjamín, T; Musálem, M. 2002. Selección de especies para sombra en cafetales diversificados de Chiapas, México. *Agroforestería en las Américas* 9(35-36): 55-61.
- Zuidema, PA; Leffelaar, PA; Gerritsma, W; Mommer, L; Anten, NPR. 2005. A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): Model presentation, validation, application. *Agricultural Systems* 84: 95-225.