

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADUADOS**

**Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre  
el diseño y manejo de la sombra en sus cacaotales**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgraduados, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito parcial para optar por el grado de:

***MAGISTER SCIENTIAE***

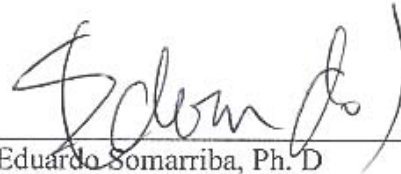
Por  
Meivis Ortiz González

Turrialba, Costa Rica  
2006

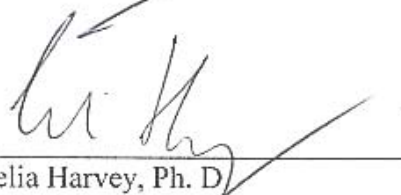
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada pro el comité Consejero del Estudiante como requisito para optar por el grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE**

**FIRMANTES:**



Eduardo Somarriba, Ph. D  
**Consejero Principal**

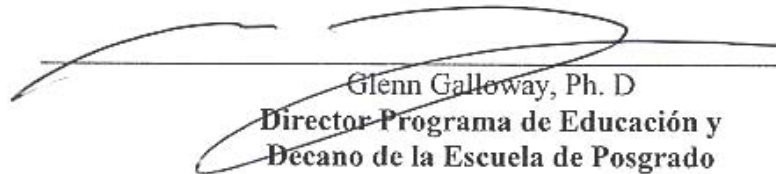


Celia Harvey, Ph. D  
**Miembro del comité**

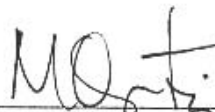


Maricel Piniero, Ph. D  
**Miembro del comité**

Jairo Mora, Ph. D  
**Miembro del comité**



Glenn Galloway, Ph. D  
**Director Programa de Educación y  
Decano de la Escuela de Posgrado**



Meivis Ortíz González  
**Candidata**

*Este estudio es dedicado a los productores  
de cacao de Alto Beni en Bolivia.  
Para ustedes, mi admiración y  
agradecimiento*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1.	Objetivo general	2
1.2.	Objetivos específicos	2
<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
2.1.	La sombra en el cacao	3
2.2.	El rol de la sombra en cacaotales	4
2.3.	Selección y uso de especies para sombra	4
2.4.	Atributos de especies arbóreas para sombra	5
2.5.	Arquitectura y estructura de doseles de sombra	7
2.6.	Conocimiento local	8
2.7.	Métodos de obtención de información social	8
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	10
3.1.	Localización del área de estudio	10
3.1.1.	Datos biofísicos, climáticos y biológicos de Alto Beni	10
3.1.2.	Datos sociales y culturales de los productores cacaoteros de Alto Beni	11
3.1.3.	Plantaciones de cacao en Alto Beni	12
3.1.4.	Doseles de sombra en Alto Beni	12
3.2.	Métodos	14
3.2.1.	Metodología de Diagnóstico y Diseño de Doseles de sombra (MDDS)	14
3.2.2.	Entrevistas con informantes claves	14
3.2.3.	Talleres para identificar y validar la MDDS	16
3.2.4.	Talleres para diagnosticar, diseñar y proponer doseles de sombra utilizando la MDDS	22
3.3.	Organización y análisis de los datos	23
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	24
4.1.	Características de los informantes claves entrevistados en Alto Beni	24
4.2.	Características de los productores participantes a los talleres de identificación y evaluación de la MDDS	25
4.3.	Características de las plantaciones de cacao en Alto Beni	26
4.4.	Características de los doseles de sombra en Alto Beni	26
4.4.1.	Origen de los árboles de sombra de los cacaotales de Alto Beni	26
4.4.2.	Percepciones del rol de la sombra en cacao	29
4.4.3.	Tipo y manejo de la sombra en cacaotales de Alto Beni	31
4.5.	Productos y beneficios de los árboles para sombra mencionados por los productores de Alto Beni	32
4.6.	Niveles de sombra mencionados por los productores para cacaotales de Alto Beni	33
4.7.	Niveles de sombra: concordancia entre las respuestas de los productores y la recomendación técnica	34
4.8.	Comparación entre grupos de productores y sus respuestas sobre los niveles de sombra para cacaotales en Alto Beni, Bolivia	35
4.9.	Conocimiento local de especies arbóreas que pueden ser utilizadas para sombra del cacao	36
4.10.	Conocimiento sobre especies para sombra por comunidad, género, origen y organización	36
4.11.	Especies arbóreas prioritarias para sombra del cacao	39
4.12.	Conocimiento de las características físicas, biológicas de las especies arbóreas	40
4.13.	Diagnóstico del cacao y dosel de sombra en cacaotales de Alto Beni	41
4.14.	Características de las parcelas seleccionadas para proponer mejoras en los doseles de sombra	43
4.15.	Doseles de sombra propuestos para diferentes condiciones del Alto Beni	44

<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	45
5.1.	Usos y productos de las especies para sombra	45
5.2.	Criterios para selección de árboles para sombra	46
5.3.	Conocimiento local sobre especies para sombra	48
5.4.	Origen del dosel de sombra en Alto Beni, Bolivia	50
5.5.	Niveles de sombra para cacaotales	51
5.6.	Evaluación de la Metodología de Diagnóstico y Diseños de Doseles de sombra (MDDS)	52
5.7.	La MDDS en la recolección de información, caracterización y diseño de sombra	53
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	54
<b>7.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	56
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b>	60

### INDICE DE CUADROS

		<b>Pág.</b>
Cuadro 1.	Características o atributos de las especies arbóreas para sombra.	6
Cuadro 2.	Lista de informantes claves entrevistados Alto Beni, Bolivia	15
Cuadro 3.	Comunidades, localización y número de productores asistentes a los talleres de aplicación y evaluación de la MDDS	16
Cuadro 4.	Preguntas generadas de la MDDS y utilizadas para recopilar las decisiones y el conocimiento de los productores de Alto Beni, Bolivia sobre la sombra en sus cacaotales	18
Cuadro 5.	Categorías de la altura, ancho y opacidad de la copa, utilizados para identificar las características del dosel de sombra	21
Cuadro 6.	Nivel de sombra esperado en cada pregunta evaluada según la información técnica	24
Cuadro 7.	Edad de los participantes en los talleres de aplicación y evaluación de la MDDS	25
Cuadro 8.	Nivel de escolaridad de los participantes en talleres de identificación y evaluación de la MDDS	25
Cuadro 9.	Rol de sombra en los cacaotales de Alto Beni, Bolivia	30
Cuadro 10.	Tipo de dosel de sombra utilizados por los productores de Alto Beni, Bolivia	31
Cuadro 11.	Manejo de la sombra en cacaotales de Alto Beni, Bolivia	32
Cuadro 12.	Usos y beneficios de los árboles para sombra identificados por los productores de Alto Beni, Bolivia	32
Cuadro 13.	Características del cacao, sitio y nivel de sombra seleccionado por los productores cacaoteros de Alto Beni, Bolivia	33
Cuadro 14.	Comparación entre comunidades respecto de niveles de sombra para las variables significativas (prueba de Chi-cuadrado)	35
Cuadro 15.	Familias, género y especies más mencionadas por los productores de Alto Beni, Bolivia	36
Cuadro 16.	Objetivos del productor, características del cacao y condiciones de sitio de las parcelas seleccionadas para proponer mejoras en los doseles de sombra	43

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>	
Figura 1.	Patrones de sombra según el grado de sombreado	7
Figura 2.	Mapa de ubicación de la zona de estudio en Alto Beni, Bolivia y distribución de las áreas de geográficas	10
Figura 3.	Número de identificación de los productores para registrar individualmente las respuestas	17
Figura 4.	Planillas con preguntas, utilizadas para evaluar las decisiones y los conocimientos de los productores sobre los niveles de sombra para cacao	19
Figura 5.	Escala ordinal gráfica de niveles de sombra utilizados para responder a las preguntas que evaluaban la preferencia de los niveles de sombra por los productores de Alto Beni, Bolivia	19
Figura 6.	(a) Ilustración que representa la altura de las copas de los árboles sobre el suelo, (b) Ilustración de la distribución espacial de la sombra (sistemática, ordenada y agrupada)	20
Figura 7.	Cartulina con bienes y servicios que se quieren obtener de los cacaotales, presentadas en talleres con productores de Alto Beni, Bolivia.	21
Figura 8.	Etapas de la introducción de sombra en cacaotales de Alto Beni, Bolivia	29
Figura 9.	Porcentaje de respuestas coincidentes entre niveles de sombra mencionados por los productores y la recomendación técnica	34
Figura 10.	Curva de rarefacción de especies arbóreas mencionadas por los productores por: (a) comunidad, (b) organización, (c) género, y (d) origen del productor	37
Figura 11.	Uso de especies arbóreas mencionadas para sombra en cacaotales por los productores de Alto Beni, Bolivia	39
Figura 12.	Número de especies presentes en las parcelas de cacao de Alto Beni, Bolivia	42
Figura 13.	Especies indeseables para sombra en los cacaotales de Alto Beni, Bolivia	42

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>	
Anexo 1.	Guía de entrevistas con informantes claves	60
Anexo 2.	Guía de encuesta a productores participantes a los talleres	61
Anexo 3.	Preguntas e Ilustración utilizadas para identificar las decisiones de los productores sobre los niveles de sombra a utilizar en sus cacaotales	62
Anexo 4.	Guía de preguntas para que los productores identificaran las características de las especies útiles para sombra de cacao en Alto Beni, Bolivia	65
Anexo 5.	Formulario para caracterización de cacaotales de productores en Alto Beni, Bolivia	66
Anexo 6.	Pruebas de Chi-Cuadrado entre las variables que indican la MDDS y las características sociales de los productores	68
Anexo 7.	Especies para sombra nombradas por los productores de Alto Beni, Bolivia	69
Anexo 8.	Características de las especies arbóreas para sombra de cacaotales en Alto Beni, Bolivia	72
Anexo 9.	Especies presentes en las parcelas de cacao en Alto Beni, Bolivia productores	74
Anexo 10.	Especies arbóreas incluidas en los diseños de doseles de sombra	76

## RESUMEN

En Alto Beni, Bolivia, se aplicó y validó una Metodología de Diagnóstico y Diseño del dosel de sombra de cacaotales (MDDS) en once talleres participativos con 223 productores de cacao orgánico y 21 informantes claves. La MDDS se tradujo en una serie de 20 preguntas sencillas (ocho referidas a características del cacao y ocho al sitio, dos al dosel de sombra y dos a los usos/beneficios del dosel de sombra y de las especies preferidas para sombra por los productores). Estas preguntas se utilizaron para: 1) Conocer los objetivos, niveles de sombra y especies para sombra conocidos por los productores; 2) Diagnosticar participativamente los cacaotales de otros 50 productores y; 3) Diseñar y proponer doseles adecuados a las condiciones agroecológicas del Alto Beni, con los 50 cacaotales diagnosticados. Se utilizó la técnica de lluvia de ideas, formularios y herramientas gráficas, sencillas; los niveles de sombra se respondieron con cuatro niveles cualitativos de sombra, expresados en dibujos y porcentajes: poca (10-25%), media (30-45%), mucha (50-65%) y sin sombra (0%). Los niveles de sombra mencionados por los productores se compararon entre comunidad, organización (cooperativa y asociación), género, edad, escolaridad, origen del productor (inmigrante o nativo) y tiempo de producir cacao y el conocimiento técnico generado por la investigación científica. El conocimiento sobre especies para sombra y el orden de priorización de las especies para sombra se comparó entre comunidad, organización, género y origen del productor. Los productores del Alto Beni esperan obtener, en orden de importancia, madera, fruta, así como mejorar las condiciones del suelo y medicina de los árboles de sombra de su cacaotal. Las respuestas de los productores tuvieron una baja coincidencia con el conocimiento técnico sobre qué niveles de sombra mantener en cacaotales en diferentes condiciones agro-ecológicas. Los productores prefieren mantener poca a media sombra independientemente de las características del cacao y sitio, y reconocen que se puede aumentar la sombra cuando los suelos tienen baja fertilidad y los niveles de auto-sombra y sombra lateral son bajos. Los productores priorizaron 60 especies nativas que pueden ser utilizadas para sombra del cacao: 48 fueron maderables, 24 frutales, 3 mejoradoras de suelo y 8 medicinales. Mara (*Swietenia macrophylla*), chima (*Bactris gasipaes*), cedro (*Cedrela odorata*), roble (*Amburana cearensis*), huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), palta (*Persea americana*), pacay (*Inga* spp.) y toco colorado (*Piptadenia* spp.), fueron las especies más mencionadas. No se encontraron diferencias estadísticas entre las especies mencionadas para sombra y su orden de priorización entre cooperativas, origen del productor y género. Los productores propusieron cuatro diseños de doseles cacaoteros que podrían aplicarse en las variadas condiciones agro-ecológicas de la zona. La MDDS es una herramienta práctica, sencilla y útil para la capacitación de productores en el diseño, establecimiento y manejo de árboles de sombra. El éxito de la utilización de la MDDS depende de las técnicas y herramientas utilizadas en la comunicación con los productores.

**Palabras claves:** *Autodiagnóstico, niveles de sombra para cacao, talleres participativos, Theobroma cacao, tipologías de doseles de sombra.*

## ABSTRACT

A Diagnosis and Design Methodology for shade canopies in cacao fields (DDMS) was applied and validated in Alto Beni, Bolivia, in eleven participatory workshops with 223 organic cacao producers and 21 key informants. The DDMS was converted into a series of 20 simple questions (eight referring to cacao characteristics and eight to the area, two to the shade canopy and two identified the use/benefits of the shade canopy and the producer's preferred shade species. These questions were used in order to: 1) understand the objectives, shade levels and the shade species known by the producers, 2) participatory diagnosis of another 50 cacao producers and; 3) with the 50 diagnosed cacao farms, to design and propose the adequate canopy for Alto Beni taking into account the present agro-ecological condition. Brainstorming, questionnaires and simple graphic tools were used; shade levels were matched up with four qualitative shade groups, expressed with pictures and percentages: low (10-25%), medium (30-45%), high (50-65%), and no shade (0%). The shade levels mentioned by the producers were compared among communities, organizations (cooperatives and associations), gender, age, schooling, origin of the producer (immigrant or native) and time spent producing cacao, and technical knowledge generated by scientific research. The knowledge about the species used for shade and the order of prioritization of the use of these species was also compared among communities, organization, gender, and origin of the producer. The Alto Beni producers expect to obtain, in order of importance, timber, fruit, enhanced soil conditions and medicine from the shade trees in their cacao farms. Few of the producer's answers related to the technical knowledge on what shade levels must be kept in cacao farms with different agro-ecological conditions. Producers prefer to maintain low to medium shade coverage independently of the cacao's and area's characteristics, and they recognize that shade coverage can be increased where soil fertility is low and if the self-shade and lateral shade levels are low. Producers prioritized 60 native species of trees that can be used for shade within a cacao farm: 48 were timber species, 24 fruit species, 3 soil enhancers and 8 medicinal species. Mara (*Swietenia macrophylla*), chima (*Bactris gasipaes*), cedar (*Cedrela odorata*), oak (*Amburana cearensis*), huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), palta (*Persea americana*), pacay (*Inga* spp.), and the toco colorado (*Piptadenia* spp.) were the most often mentioned species. No statistical differences were found among the mentioned species used for shade and their order of priority among cooperatives, origin of the producer and gender. The producers proposed four cacao canopy designs that could be applied in the different agro-ecological conditions in the region. DDMS is a practical, simple and useful tool for training producers in the design, establishment, and management of shade trees. The successful application of the DDMS depends on the techniques and tools used for communicating with the producers.

**Key words:** *Auto-diagnosis, participatory workshops, shade levels for cacao, Theobroma cacao, typology of the shade canopies.*



## 1. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones tradicionales de cacao se establecen con una diversidad de especies arbóreas que además de sombra aportan beneficios económicos, ecológicos y sociales y diversifican los ingresos de la finca y del hogar (Paredes 1993, Herzog 1994, Duguma *et al.* 1999, Pastrana *et al.* 1999, Sandino *et al.* 1999, Sánchez 1999, Almeida *et al.* 2002, Brito *et al.* 2002). La diversidad de especies arbóreas para sombra varía de un productor a otro y de una región a otra; la selección de las especies, en la mayoría de los casos, obedece a los objetivos que espera obtener el productor (Somarriba 2004). Diferentes autores mencionan la presencia de árboles para sombra con diversos usos o beneficios, tales como: madera, medicina, fruta, mejoramiento del suelo, artesanía, ornato, rituales, construcción, forraje, resina, aceites, miel, alimento para la fauna silvestre y local, control biológico y servicios ambientales (Mussak y Alarman 1989, Paredes 1993, Somarriba y Domínguez, 1994, Herzog 1994, Ramírez Díaz 1997, Jaimez *et al.* 1999, CEPLAC 1999, Mejía 2000, Matos *et al.* 2000, Almeida *et al.* 2002, Somarriba y Harvey 2003, Bentley *et al.* 2004).

Las condiciones culturales, sociales, ambientales y económicas determinan el tipo de diseño y el manejo que reciben los árboles para sombra. Por ejemplo, criterios como la familiaridad, la facilidad de propagación y manejo, la interacción benéfica con los cultivos, los usos o beneficios y el valor económico en el mercado, son los criterios que más utilizan los productores para seleccionar y manejar los árboles para sombra (Current *et al.* 1995, Yépez *et al.* 2002, Linkimer *et al.* 2002). Según Ramírez Díaz (1997), los productores conocen los beneficios de las especies y las seleccionan y manejan de acuerdo con sus criterios de valor e importancia. Sin embargo, en muchos casos, los árboles de sombra no tienen arreglos ni distancias de siembra regulares, muchos no son aptos para el propósito de sombra y no reciben un manejo con base en los requerimientos de sombra del cultivo (Sánchez, 1999). El deficiente manejo de la sombra incide en la productividad del cultivo, favorece el desarrollo de plagas y enfermedades, y disminuye la posibilidad de obtener otros bienes y servicios que aporta el dosel (Somarriba 2002b).

En Alto Beni, Bolivia, donde el cacao es una de las fuentes de ingreso económico más importante para unas 2.000 familias, el uso de sombra en plantaciones de cacao no es generalizado entre los productores. La mitad de ellos no utiliza sombra y donde la utilizan, la distribución de los árboles es irregular, con parches muy sombreados y áreas a pleno sol, pues la diversidad de especies arbóreas es baja y la mayoría no tiene utilidad para el productor (Quispe 2005). El manejo del dosel de sombra no se realiza con base en las características del cultivo y las condiciones del sitio, esto debido a que la

introducción de árboles en los cacaotales es una actividad reciente influenciada por recomendaciones técnicas orientadas principalmente a la selección individualizada de árboles para sombra y no en el manejo integral de los doseles; además, el 90% de los productores proceden de una región con condiciones ecológicas diferentes (clima templado) y tienen poca tradición en el manejo del cacao; la capacitación ha sido dirigida principalmente al manejo agronómico del cacao.

Identificar el conocimiento local de los productores y sus percepciones sobre la selección y el manejo de los árboles de sombra, se presenta como una alternativa para mejorar las condiciones productivas del cacao, a la vez, favorece a los productores de los múltiples usos y beneficios que pueden aportar los árboles para sombra. La metodología de Diagnóstico Diseño de Doseles de Sombra (MDDS) propuesta por Somarriba 2004, permite analizar las decisiones que toman los productores sobre los niveles de sombra que mantendrían en su cacaotal; identificar los usos y beneficios de las especies para sombra; listar árboles que pueden ser utilizados para sombra, basados en el conocimiento de los productores; auto-diagnosticar sus parcelas de cacao; y proponer mejoras en los doseles de sombra de cacaotales de Alto Beni.

### **1.1. Objetivo general**

Aplicar y validar la Metodología de Diagnóstico y Diseño de Sombra para recopilar el conocimiento de los productores, diagnosticar y diseñar doseles de sombra para cacaotales del Alto Beni, Bolivia.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Conocer objetivos, niveles de sombra y especies para sombra conocidos por los productores cacaoteros de Alto Beni.
- Diagnosticar participativamente los cacaotales de productores del Alto Beni.
- Diseñar participativamente doseles de sombra apropiados para las condiciones agro-ecológicas de los cacaotales de Alto Beni.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. La sombra en el cacao**

El cacao (*Theobroma cacao*), en su estado original, forma parte del estrato medio del bosque tropical (Sánchez 1999); por lo tanto, la producción de este cultivo con fines comerciales está condicionado por factores genéticos, climáticos y de manejo. Los factores climáticos más críticos para el crecimiento y desarrollo del cacao son la temperatura y la precipitación. Se recomienda una temperatura mínima de 19° C y una máxima de 30° C, así como una precipitación entre 1.200 y 3.000 mm distribuida uniformemente durante el año (Alvim 1977, Enríquez 1987, Mejía 2000, Silva 2001, Arévalo Gardini *et al.* 2004). La humedad relativa debe estar entre el 70% y el 80%, los suelos deben tener buena retención de humedad y estar bien drenados y aireados, asimismo, deben tener una profundidad entre 50 y 100 cm, que permita un desenvolvimiento normal del sistema radicular (Silva 2001). El manejo de la sombra es un factor determinante en la productividad del cacao, por ello, se realizan diversos estudios para determinar el nivel óptimo de sombra que requiere la plantación, para que produzca satisfactoriamente.

El cacao se cultiva bajo diferentes condiciones de radiación solar que dependerán de los objetivos esperados. Se manejan cacaotales con mínima penetración de luz en bosques naturales raleados (Norman 1999, Rice y Greenberg 2000) con sombra regulada (Matos *et al.* 2000, Bentley *et al.* 2004) y a plena exposición solar (Mejía 2000). La sombra es un factor que modifica el microclima de la plantación y determina la actividad fotosintética de las plantas. Con alta radiación solar hay mayor actividad fotosintética, más producción y mayor demanda de agua y nutrientes. Se han reportado incrementos relativamente altos en cacaotales a pleno sol, pero éstos disminuyen rápidamente a lo largo del tiempo, las plantas son menos longevas y más susceptibles al ataque de insectos y patógenas (Mejía 2000). Alvim (1977) y Enríquez (1987) mencionan que para cultivar cacao a pleno sol, los factores ambientales deben ser óptimos para el cultivo y se debe disponer de suficientes nutrientes que compensen la actividad fotosintética de la planta.

El uso de sombra moderada es una forma segura para mantener condiciones microclimáticas más favorables y estables para la producción de cacao (Alvim 1977). Los requerimientos de sombra varían dependiendo del ciclo de vida y del aspecto fenológico del cacao, del manejo agronómico, de las condiciones de sitio (geográficas, topográficas, de suelo), de los genotipos de cacao y de la intensidad de la luz (Norman 1999, Duguma *et al.* 1999, Somarriba 2005). Se recomiendan niveles de sombra entre 50% y 75% para cacaotales jóvenes con poca auto-sombra (Enríquez 1987, Mejía 2000, Silva

2001) y entre 20% y 40% en cacaotales adultos con auto-sombra (López *et al.*, 1996, Duguma *et al.* 1999). Los niveles de sombra también deben ser bajos en la etapa de floración fructificación y llenado y maduración del fruto (Luján 1992).

## **2.2. El rol de la sombra en cacaotales**

Los árboles de sombra ayudan al mejoramiento de los suelos, extrayendo los nutrientes a la superficie de las capas más profundas del suelo; aportan materia orgánica a través de la hojarasca; ayudan a mantener la permeabilidad y la aireación, a proteger el suelo de la erosión, reducir las temperaturas, interceptar las lluvias y a dar mayor longevidad a la plantación (Beer *et al.* 2003, Sánchez *et al.* 2002). Asimismo, brindan condiciones favorables para la reproducción y desarrollo de insectos polinizadores (Mejía 2000), posee beneficios ecológicos como el mantenimiento de la biodiversidad, la cantidad y calidad del agua y el secuestro de carbono (Beer *et al.* 2003, Silva 2001), permite la conservación de la flora y la fauna, así como la conectividad entre paisajes (Suatunce *et al.* 2003, Greenberg 1999, Norman 1999), la producción de madera, leña, medicinas, ornamentales, alimento humano y animal, materiales para la elaboración de artesanías, y rituales (Somarriba y Harvey 2003, Beer *et al.* 2003, Guaricocha *et al.* 2001, Beer 1999).

## **2.3. Selección y uso de especies para sombra**

La selección de especies para sombra está determinada por las características de la región, los atributos o utilidades de la especie y por criterios ambientales, económicos, sociales y culturales. Los productores seleccionan las especies para sombra con base en su conocimiento sobre los árboles y los bienes y servicios que aporta al cultivo y al hogar (Duguma 1994). Diferentes autores mencionan que la sombra de los cacaotales está compuesta por árboles remanentes del bosque original, especies seleccionadas de la regeneración natural y plantaciones con fines específicos. En la zona Atlántica de Costa Rica, los productores utilizan especies remanentes del bosque natural y de la regeneración, por la facilidad del manejo y la utilidad alimenticia, maderable y medicinal (Somarriba y Harvey 2003).

En Panamá, los productores utilizan las especies leguminosas de rápido crecimiento, fácil manejo y alto valor como fijadores de nitrógeno, y especies arbóreas con potencial maderable (Somarriba y Domínguez 1994) además, los productores seleccionaron de la regeneración natural especies con usos maderables y frutales (Pastrana *et al.* 1999). En Waslala, al noreste de Nicaragua, se utilizan especies nativas maderables y frutales comestibles (Sandino *et al.* 1999). La producción de frutales nativos es

tradicional en la región sur del lago de Maracaibo (Venezuela), donde se han utilizado una gran diversidad de frutales como sombra del cacao (Jaimez *et al.* 1999). En cacaotales colombianos se han utilizado una diversidad de especies nativas por su rápido crecimiento, fijación de nitrógeno, alto valor comercial como madera y su adaptación a condiciones ambientales diferentes (Mejía 2000). Los productores cacaoteros en la región sur de México utilizan especies que aportan ingresos extras y semi-permanentes al hogar, principalmente frutales, maderables, artesanía, construcción y medicina (Ramírez 1997).

En África Central y Occidental el cacao se cultiva en bosques raleados, donde se dejan especies forestales silvestres con muchos productos diferentes (Duguma *et al.*, 1999). En la región de Bauli, Costa de Marfil, se encontraron especies de sombra con usos para leña, construcción, medicinas tradicionales y comestibles, productos que juegan un rol importante en la economía local (Herzog 1994). En Malasia y Brasil, el cacao ha sido establecido en asocio con coco para obtener un mayor ingreso de dinero por la venta de este cultivo (Paredes 1993; Almeida *et al.* 2002). En el sur de Bahía (Brasil) se ha utilizado la goma (*Hevea Brasiliensis*) como sombra permanente y en la Amazonía Brasileña, las palmáceas nativas como el asaí (*Euterpe precatoria*) y pejibaye (*Bractis gasipae*) (Brito *et al.* 2002). En Pará, Brasil, los cacaotales se establecen con sombra temporal de banano, porque aportan al productor ingresos a corto plazo y caoba (*Swietenia macrophylla*) por su valor comercial (CEPLAC 1999).

#### **2.4. Atributos de especies arbóreas para sombra**

La selección de especies para sombra es un desafío frente a la alta diversidad de especies arbóreas reportadas para sombra en cultivos perenne tales como café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*) y té (*Camelia sinensis*) (Beer 1987). Diversos autores señalan una lista de atributos deseables de los árboles para sombra considerando características económicas, ecológicas y sociales. Medina (1950) mencionó como atributos deseables la adaptabilidad, la facilidad de propagación y la multiplicación de las especies. Otros autores mencionaron la compatibilidad con el cultivo, la arquitectura de la copa, los cambios fenológicos, la tasa de crecimiento y el desarrollo radicular (Beer 1987, Geilfus 1994, Muschler 2000, Bellow y Nair 2003). Muschler (2000) resaltó características ambientales como la conservación de flora y fauna, la capacidad para el mantenimiento y la conservación del suelo, de manera que ayude en el control biológico.

Las características deseables de las especies de sombra se han agrupado en cinco temas: 1) Botánica de las especies; 2) Compatibilidad con el cultivo; 3) Silvicultura de las especies; 4) Productos secundarios; y 5) Características de los árboles maderables (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características o atributos de las especies arbóreas para sombra.

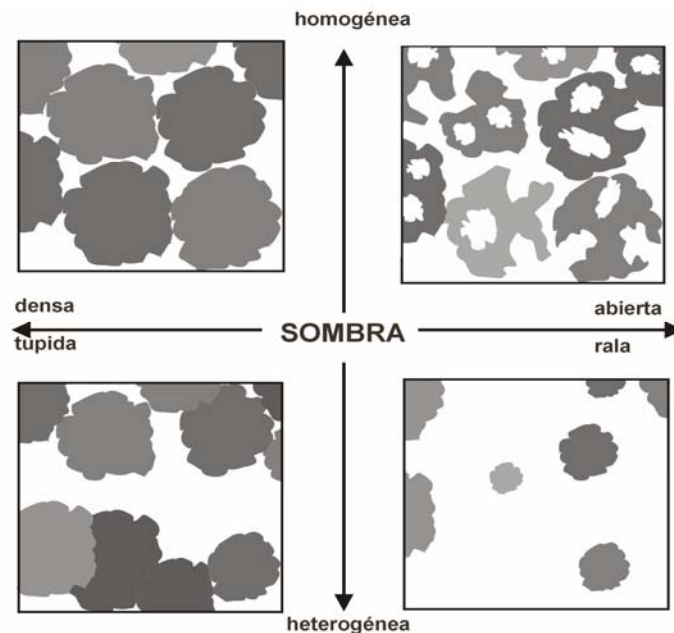
Botánica y ecología de la especie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenología complementaria con el cultivo asociado.</li> <li>• Forma de la copa (uniforme, extendida y paraguas).</li> <li>• Característica de las copas (densas y ralas).</li> <li>• Tipo de hoja (pequeña y grande).</li> <li>• Tipo de tallo y ramas (no quebradizas y libres de espinas).</li> <li>• Sistema radicular fuerte y profundo.</li> <li>• No susceptible a plagas y enfermedades, ni a hospederos de insectos o patógenos que afecten el cultivo</li> <li>• Corteza lisa que permita el hospedero de epifitas.</li> <li>• Rápida descomposición de hojarasca.</li> <li>• Adaptación ecológica.</li> <li>• Tolerancia al estrés ambiental.</li> <li>• Hojas pequeñas que no produzcan erosión con el goteo.</li> <li>• Que no pierda totalmente el follaje en la época seca.</li> </ul>
Silvicultura de la especie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de multiplicación y propagación.</li> <li>• Crecimiento rápido y vida larga (sombra permanente).</li> <li>• En árboles deciduos, regeneración rápida de nuevas hojas.</li> <li>• Resistente a vientos.</li> <li>• Preferible que se autoponden.</li> <li>• Tolerante a podas fuertes.</li> </ul>
Compatibilidad con el cultivo asociado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de efectos alelopáticos.</li> <li>• Poca competencia por agua y nutrientes.</li> <li>• Capacidad para extracción de nutrientes que el cultivo no puede tomar.</li> <li>• Sin potencial de convertirse en maleza agresiva.</li> </ul>
Productos secundarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijadoras de nitrógeno.</li> <li>• Alta producción de biomasa.</li> <li>• Hojas y materiales leñosos de fácil descomposición.</li> <li>• Proveer otros servicios (alimentación humana y animal, madera, frutales, leña, medicina, artesanía, aceites, resinas, tinte, ritual).</li> <li>• Proveer hábitat para aves y otros animales menores.</li> <li>• Control biológico.</li> <li>• Conservación de suelos.</li> </ul>
Características de árboles maderables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera de alto valor comercial.</li> <li>• Rápido crecimiento apical.</li> <li>• Formación de troncos rectos, no bifurcados.</li> <li>• Diámetro de copa pequeño.</li> </ul>

Fuente: Adaptado de las listas de características o atributos mencionas por Medina 1950, Beer, 1987, Geilfus 1994, Muschler 2000, Yépez 2002, Bellow y Nair 2003).

## 2.5. Arquitectura y estructura de doseles de sombra

La arquitectura y estructura de los doseles de sombra determinan la radiación solar que reciben las plantas de los estratos más bajos. El dosel es el conjunto de hojas y ramas que ocupan un volumen determinado sobre el piso de la plantación. En las especies de sombra, el dosel está compuesto por el volumen de hojas y ramas que va desde la base de la copa hasta la altura máxima del árbol (Melnik 1997, Somarriba 2002a), así como por la composición botánica y funcional, la estructura horizontal y vertical, el arreglo espacial (cuadrados, rectangulares, triangulares o sin arreglo), las densidades de siembra y las características de ancho, densidad y altura de las copas determinarán el diseño del dosel.

Los doseles de sombra pueden ser monoespecíficos si están compuestos por una sola especie o multiestratificados, si están formados por varias especies con arreglos espaciales y densidades variadas. La diversidad de especies, su distribución horizontal y vertical y las dimensiones (tamaño) y densidad de la copa (opacidad), determinan la interceptación de luz o grado de sombreamiento, que proyecta el dosel de sombra (Somarriba 2002a). Basados en el grado o nivel de sombreamiento que proyectan las copas, Muschler (2000) caracterizó patrones de doseles de sombra en homogéneos o heterogéneos de acuerdo con la distribución de las plantas; y en densos (tupidos) o ralos (abiertos) de acuerdo con la intensidad de luz que intercepten las copas de los árboles (Figura 1).



**Figura 1.** Patrones de sombra según el grado de sombreamiento (Muschler 2000).

## **2.6. Conocimiento local**

El conocimiento local representa ideas, experiencias, prácticas e información generadas local o extra localmente, transformadas por las poblaciones locales e incorporadas en su modo de vida. El conocimiento local está profundamente enraizado en el contexto cultural, social y económico de un grupo social y depende fuertemente de la intuición y las experiencias históricas, directamente percibidas por sus miembros (Veldhuizen *et al.* 1997). En el contexto agro-campesino, Chambers (1996) menciona que el conocimiento local se origina del proceso natural de producción en un área y por un grupo social determinado y que a su vez genera un específico proceso de formación cognitiva que la gente campesina construye con la influencia de conocimientos externos que se mezclan evolutiva y dinámicamente.

El conocimiento local no es estático y no depende sólo de las ideas locales de la comunidad, sino que también absorbe, transforma e internaliza las ideas provenientes del exterior, de manera que constantemente se van introduciendo nuevos elementos al conocimiento local (Veldhuizen *et al.* 1997), el cual se transmite principalmente a través del lenguaje oral. Este sistema de comunicación incluye conceptos, creencias y percepciones procesadas a través de las dinámicas de los grupos (Chambers 1996). El desplazamiento o migraciones generan una fusión entre el conocimiento adquirido en el lugar de origen y en los elementos del contexto local. Esta fusión del conocimiento local se convierte en un conocimiento híbrido utilizado para manipular el entorno. En la agricultura, esta nueva forma de conocimiento determina la toma de decisiones y el manejo de los sistemas productivos (Valverde *et al.* 1997).

## **2.7. Métodos de obtención de información social**

Existen diversos métodos para la obtención de información social, los más utilizados son la observación participante complementada con caminatas guiadas, entrevistas, diálogos y talleres grupales (Maundu 1996, Martín 1997). Los mitos, las leyendas y el folklore, se emplean con menos frecuencia, pero son métodos complementarios a la investigación antropológica y social (Maundu 1996).

La observación participante consiste en convivir con la gente y compartir los distintos aspectos de la vida cotidiana, el hogar, el productor o la comunidad. La convivencia facilita el acercamiento con el hogar o productor, fomenta un ambiente de confianza y permite observar, analizar e identificar cómo



las personas aplican su conocimiento en la práctica. A través de la observación participante se obtiene un conocimiento más sistemático, profundo y completo de la realidad que se observa (Ruiz 2003). Durante la observación se pueden utilizar recursos que ayuden a corroborar la información observada, por ejemplo, fotografías, grabación acústica, filmografía y notas de campo. En estudios agroecológicos la observación participante combinada con las caminatas guiadas por el campo o finca del productor, permite obtener información que en muchos casos no surge en las entrevistas, debido a que puede considerarse irrelevante para el entrevistado (Martín 1997).

Las entrevistas son métodos de conversación entre dos o más personas, las encuestas pueden ser individuales o grupales, abiertas semi-estructuradas, cerradas o sistemáticas. Las entrevistas semi-estructuradas son guiadas con listas de preguntas basadas en temas generales; se desarrollan a través de conversaciones informales, donde el entrevistado expresa espontánea y libremente todo el conocimiento de su entorno: el rol del entrevistador es dirigir la conversación hacia un tema particular sin interrumpir al entrevistado (Martín 1997). La ventaja de las entrevistas radica en que brindan mayor profundidad sobre la percepción y el conocimiento del entrevistado respecto de un tema específico. Sin embargo, su desventaja es que el éxito de una buena entrevista depende de las habilidades del entrevistador para dirigirla (Maundu 1996).

Las entrevistas cerradas o encuestas consisten en cuestionarios con preguntas cerradas para indagar al entrevistado, son sistemáticas si las opciones de respuestas son “sí o no”. Esta técnica es más efectiva cuando se ha logrado una comunicación más cercana y amistosa con las personas de la comunidad (Karremans 1994, Martín 1997, Geilfus 1997). Las entrevistas grupales se utilizan para obtener información de un mayor número de personas mediante herramientas dinámicas que permiten la participación del grupo de forma espontánea y abierta. Las herramientas pueden ser seleccionadas de acuerdo con los objetivos de la investigación y las capacidades y habilidades del grupo de productores (Geilfus 1997). Su ventaja es que el nivel de recopilación de la información puede ser alto y es útil cuando el tiempo es limitado.

Sin embargo, en muchos casos no hay una contribución igual por parte de todo el grupo, debido a que las personas con más alta estima o líderes comunales pueden dominar la discusión disminuyendo la contribución del resto de participantes (Maundu 1996). Estas desventajas pueden ser minimizadas mediante el empleo de estrategias y dinámicas grupales que permitan una contribución más homogénea y participativa del grupo (Geilfus 1997). Diversas investigaciones utilizan talleres grupales para capacitar e identificar aspectos sociales, económicos, productivos, etc. con la ayuda de



2.000 m, suelos profundos de fertilidad moderada a baja y un escurrimiento superficial de moderado a bajo. Este paisaje está dominado por bosques primarios intervenidos para la extracción de madera. El clima de la zona es cálido y húmedo, con temperaturas mensuales que varían entre los 11 ° C (de junio a agosto, época de heladas o surazos) y los 26 ° C (de enero a marzo, época de verano o lluvias) (Loza y Méndez 1981, López 2001). La precipitación promedio anual es de 1.600 mm y se concentra entre noviembre y marzo, un período de transición con lluvias esporádicas, nubosidad alta y probabilidades de temperaturas moderadamente bajas entre abril y junio; la época seca se presenta de julio a noviembre. La humedad relativa promedio es de 80% y el brillo solar es de 4.7 horas/día (Somarriba 2002b).

Alto Beni forma parte de una gran unidad vegetal de los bosques en las laderas orientales de los Andes denominados Yungas, la cual se divide en tres pisos altitudinales: la ceja de la montaña, los bosques de medio yungas y los bosques de los yungas verdaderos. Alto Beni es parte de los yungas verdaderos ubicados por debajo de los 2.000 metros. La vegetación incluye especies amazónicas y subandinas (Beck 1988). Desde los 300 hasta los 600 m se desarrolla un bosque de transición amazónico de topografía plana a levemente ondulada y una vegetación densa y alta compuesta por varios estratos de hasta 40 m de altura y 100 cm de DAP. Predominan las familias Moraceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae y Palmaceae con géneros como *Iriartea*, *Socratea*, *Euterpe* y *Oenocarpus*. Entre los 600 y los 800 m, el bosque es húmedo permanece casi siempre verde, con estratos de hasta 35 m de altura y 100 cm de DAP. Predominan las especies *Terminalia* spp., *Centrolobium ochroxylum*, *Swietenia macrophylla*, *Calophyllum brasilense*, entre otras. Arriba de 800 m se desarrolla un bosque montano muy húmedo hasta nublado. Predominan palmeras, trepadoras, lianas, epifitas herbáceas y en menor cantidad, helechos arbóreos. Las especies más comunes pertenecen a los géneros *Sloanea*, *Jura*, *Swietenia*, *Schizolobium*, *Aspidospema* (Beck 1988, PIAF 2001).

### **3.1.2. Datos sociales y culturales de los productores cacaoteros de Alto Beni**

El 90% de los productores de cacao de Alto Beni son Quechuas (mineros) y Aymará (agricultores) y provienen del altiplano, principalmente de los Departamento de la Paz, Oruro y Potosí, los cuales llegaron a partir de 1961 con apoyo del Proyecto Colonización Alto Beni (PAB) del Gobierno de Bolivia y por migración espontánea a partir de 1964 (Loza y Méndez 1981). El 10% restante son nativos de la zona perteneciente a la etnia Mosen (PCO 2003). Las fincas tienen un área promedio de 12 ha cantidad entregada por el PAB a cada productor colonizador. Las principales actividades

agrícolas de la zona son el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), de musáceas, (banano y plátano), cítricos (naranjas, mandarinas y limones), papaya (*Carica papaya*), café (*Coffea arabica*), achiote (*Bixa orellana*) y granos básicos (arroz –*Oryza sativa*- y maíz –*Zea mays*-). El cacao y musáceas son las principales fuentes de ingreso económico.

El cacao es cultivado por unos 2.000 productores, 700 organizados en 38 cooperativas de la Central de Cooperativas EL CEIBO fundada 1977, los restantes 1.300 se agrupan en 22 asociaciones formadas a partir del 2003 (PCO 2003). Los productores de cooperativas reciben asistencia técnica para el manejo del cacao de forma regular y continua por parte de EL CEIBO, en cambio, los de asociaciones reciben asistencia técnica mínima e irregular del Estado y ocasionalmente, de ONG's y proyectos locales.

### **3.1.3. Plantaciones de cacao en Alto Beni**

El área de cacao en Alto Beni es de 4.000 ha distribuidas en pequeñas parcelas con una superficie promedio/productor de 2 ha. El cacao se cultiva entre los 400 y 800 m, pero la mayoría de las plantaciones está por debajo de los 600 m; predomina el cacao híbrido introducido en 1961 por el PAB y la Corporación Boliviana de Fomento (CBF), injertos introducidos en 1993 por EL CEIBO y a partir del 2003 por El Proyecto Cacao Orgánico (PCO) (PCO 2003); así como cacao nacional (originario de la zona, localmente conocido como “criollo”) cultivado hace más de 100 años por los Mosestenes (Servicio agrícola interamericano 1960). La poda, la chapea, el control de plagas y enfermedades y la cosecha, son las principales labores culturales que realizan los productores al cacao. La poda no es generalizada entre los productores, muchos cacaotales se dejan a libre crecimiento o se podan poco (se cortan sólo ramas pequeñas), por lo que crecen hasta 8 metros, tienen copas muy densas y anchas que favorecen la incidencia de plagas y enfermedades que disminuyen la productividad del cacao. El cacao se cultiva sin agroquímicos y se vende como producto orgánico a EL CEIBO y como producto convencional (a menor precio) a EL CEIBO y otros intermediarios.

### **3.1.4. Dosel de sombra de cacao en Alto Beni**

El cacao se cultiva en Alto Beni desde hace unos 100 años, inicialmente por los nativos Mosestenes (10% de la población actual) con dirección y apoyo de las misiones católicas a lo largo de los principales ríos del Amazonas. Los Mosestenes plantaron el cacao en siembra directa y utilizaron semilla de cacao nacional extraída del bosque, sin sombra ni manejo (las plantas se dejaban a libre

crecimiento) (Servicio agrícola interamericano 1960, Loza y Méndez 1981). Con la colonización dirigida del Alto Beni entre 1961-1971 y el apoyo del gobierno de Bolivia, se establecieron parcelas de cacao híbridos en campos desmontados y cultivados con arroz de secano y sistemas de tumba y quema, que eliminaron los árboles con potencial para sombra (PCO 2003). El gobierno recomendó para sombra el pacay (leguminosas arbóreas de crecimiento rápido), eliminado durante los primeros años por el exceso de sombra en los cacaotales, convirtiendo nuevamente las plantaciones a pleno sol.

En 1977 se creó la Central de Cooperativas El CEIBO, la cual, con apoyo del Servicio Alemán de Cooperación Técnica (DED), recomendó la plantación de especies arbóreas en los cacaotales de sus cooperativas. Las especies promovidas fueron: la mara (*Swietenia macrophylla*), por su valor maderable y varias leguminosas arbóreas nativas mejoradoras de suelo, especialmente toco blanco (*Schizolobium amazonicum*), villca blanca (*Acacia* spp.), ceibo (*Erythrina poeppigiana*) y nuevamente pacay (Crespo 2004).<sup>1</sup>

A partir de 1995, el equipo técnico CEIBO-DED promovió el uso de sistemas agroforestales sucesionales multiestrato (conocidos localmente como multiestratos o MES) (Milz 2001, Obrador 2002, Yana y Weinert 2003). Los MES, consisten en el asocio masivo de cultivos anuales y perennes con especies arbóreas de diferentes hábitos de crecimiento, usos y beneficios, que imitan la estructura y dinámica del bosque (Milz 2001). Las especies mas frecuentes en los MES fueron: flor de mayo (*Ceiba* cf. *Speciosa*), roble (*Amburana cearensis*), almendrillo (*Dipterix odorata*), colomero (*Cariniana estrellensis*), gabú (*Virola flexuosa*), huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), achachairú (*Garcinia macrophylla*), mara (*Swietenia macrophylla*), paquí (*Hymenaea courbaril*), ocoró (*Garcinia madruno*), ochóo (*Hura cerpitans*) y sangre de grado (*Croton* cf. *draconoides*) (Quelca 2005).

A partir del 2000 EL CEIBO asesora, incentiva, distribuye y vende diferentes especies arbóreas para asociar con cacao, naranja y musáceas (Crespo 2004).<sup>2</sup> Actualmente, la mitad de los productores no utiliza sombra en su cacaotal y donde se utiliza, los árboles son de regeneración natural con poca utilidad para el productor. Las plantaciones tienen sombra irregular con parches muy sombrados y áreas a pleno sol (Quispe 2005).

---

<sup>1</sup> Crespo, JL.2004. Coordinador programa forestal del PIAF-CEIBO (entrevista personal). Alto Beni, Bolivia.

<sup>2</sup> Crespo, JL.2004. Coordinador programa forestal del PIAF-CEIBO (entrevista personal). Alto Beni, Bolivia.

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Metodología de Diagnóstico y Diseño de Doseles de sombra (MDDS)**

La Metodología de Diagnóstico y Diseño de Doseles de Sombra (MDDS) (Somarriba 2005), permite:

- 1) Identificar qué productos y servicios -además del cacao-, esperan obtener del cacaotal el productor y su familia;
- 2) Razonar cuánto es el máximo de sombra que recibe el cacao que debe provenir de los árboles y de otras plantas altas sin afectar negativamente el crecimiento y la producción del cacao. Este máximo fija el límite a la combinación de número de árboles, tamaños y densidad de copas que podemos plantar y manejar en el cacaotal;
- 3) Recopilar el conocimiento de los productores cacaoteros de la zona de estudio sobre las especies de árboles y otras plantas altas que se encuentran (o podrían introducirse) en los cacaotales de la zona de estudio, sus características de sombra y usos; y
- 4) Diseñar intervenciones que mejoren la capacidad del cacaotal para producir los bienes y servicios esperados por el productor y su familia.

En este estudio, se utilizó la MDDS en el Alto Beni, Bolivia, con el fin de: 1) Recopilar y evaluar el conocimiento de los productores cacaoteros sobre los productos y servicios que esperan obtener de los árboles asociados al cacao, y sobre los niveles de sombra que los productores aplicarían en plantaciones en diferentes condiciones agro-ecológicas; así como elaborar listas priorizadas de especies arbóreas locales para los cacaotales del Alto Beni); 2) Diagnosticar los cacaotales de los productores utilizando los criterios propuestos por la MDDS; y 3) Diseñar y proponer doseles adecuados a las condiciones agro-ecológicas del Alto Beni, con los cacaotales diagnosticados.

El estudio se dividió en tres fases: entrevistas y recorridos en las fincas de 21 productores informantes claves y dos sesiones de talleres. En la primera sesión, donde participaron 173 productores, se recopiló e identificó el conocimiento local y se listaron las especies prioritarias para sombra. A la segunda sesión de talleres participaron 50 productores y se diagnosticaron y diseñaron prototipos de doseles de sombra para cacaotales de Alto Beni.

### **3.2.2. Entrevistas con informantes claves**

Se escogieron 21 informantes claves (IC) seleccionados de una lista de 1.300 productores del Proyecto Cacao Orgánico (PCO). Para la selección de los informantes claves, la población de estudio

se estratificó en inmigrantes (Quechuas, Aymarás, mestizos) y nativos (Mosestenes). Se consideró esta estratificación como la más adecuada debido al origen de los productores inmigrantes, que en su mayoría son Quechuas y Aymarás y están familiarizados con cultivos templados, lo cual hace que su conocimiento sea diferente al de los nativos conocedores de los árboles y las plantas útiles del bosque tropical. Se seleccionaron 15 productores inmigrantes y 6 nativos, todos con más de 15 años de producir cacao con sombra y de vivir en la zona (Cuadro 2). Debido a que los productores que tuvieron más conocimiento sobre sombra fueron los primeros colonizadores fundadores de EL CEIBO (Central de Cooperativas de Cacao), la mayoría de los productores seleccionados (17) fueron de cooperativas y cuatro de ellos, de asociaciones.

Las entrevistas tuvieron como objetivos: 1) identificar el origen de los árboles de sombra de los cacaotales; 2) identificar el uso y beneficio de la sombra; 3) identificar los criterios utilizados para incorporar o eliminar especies de árboles a sus cacaotales; y 4) conocer las prácticas de manejo aplicadas para regular la sombra en los cacaotales. Las entrevistas fueron abiertas. Se utilizó una guía de temas (Anexo 1), todas fueron grabadas, transcritas y tuvieron una duración de 40 a 80 minutos por productor.

**Cuadro 2.** Lista de informantes claves entrevistados de Alto Beni, Bolivia.

N°	Nombre del productor	Comunidad	Área de colonización	Años de vivir en la zona	Años de producir cacao	Origen
1	Modesto Quetehuirra	Brecha F	IIa	35	35	Inmigrantes
2	Fidel Zenón Ortiz	Popoy	IIb	30	30	
3	Mariana Arequipa	Popoy	IIb	35	35	
4	Roberto Madani	Popoy	IIb	30	30	
5	Alejandro Agramón	Santa Rosa	I	40	40	
6	Francisco Castillo*	Santa Rosa	I	43	39	
7	Martín Valdez	Santa Rosa	I	44	44	
8	Etanislao Sipe	Brecha T	III	40	40	
9	Max Luna*	San Luis	III	40*	40	
10	Domingo Quetehuirra	Sararí	III	40	40	
11	Bernabé Ramos	San Antonio	IV	42	42	
12	Clemente Yucra	San Antonio	IV	42	42	
13	Nemio Marquéz*	Villa Litoral	IV	---	24	
14	Teodoro Machaca	SM Huachi	VI	30	25	
15	Gilberto Rodríguez	SM Huachi	VI	62	56	
16	Juana Fariño	Covendo	VI	22	22	Nativos
17	Domingo Vani	Covendo	VI	nativo	40	
18	Placido Chiñica	Covendo	VI	nativo	50	
19	Edgar Chacón	Simay	VI	nativo	> 40	
20	Ruben Saravia	Simay	VI	nativo	> 40	
21	Thomas Gigasi	Covendo	VI	50	50	

\* El padre fue uno de los primeros colonizadores.

### 3.2.3. Talleres para identificar y validar la MDDS

Se realizaron seis talleres en cinco de las siete áreas de colonización del Alto Beni, cinco fueron con productores inmigrantes y uno con nativos. Los talleres tuvieron como objetivo recopilar e identificar el conocimiento local y listar las especies prioritarias para sombra del cacao. En cada área se seleccionó la comunidad más céntrica y accesible y se invitó a los productores cacaoteros de cooperativas, asociaciones y a las comunidades cercanas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Comunidades, localización y número de productores asistentes a los talleres de aplicación y evaluación de la MDDS.

Área	Comunidad	Origen de los productores	Nº talleres	Total de productores
Área I	Santa Rosa	Inmigrante	1	23
Área IIa	Sapecho	Inmigrante	1	10
Área III	Sararí	Inmigrante	1	30
Área IV	San Antonio	Inmigrante	1	32
Área VI	S. M. Huachi	Inmigrante	1	48
Área VI	Covendo	Nativo	1	30
Total			6	173

A los participantes en los talleres se les hizo una encuesta individual con un formulario que registró información del productor (nombre, edad, etnia, escolaridad, organización, comunidad, años de vivir en la zona y de producir cacao) y de su cacaotal (área y número de parcelas de cacao, variedad, edad, densidad de siembra y manejo del cacao, uso de árboles de sombra, su origen y manejo) (Anexo 2). Al inicio de cada taller, los productores recibieron un número escrito en grande en un disco de cartulina coloreada de 10 cm de diámetro, sujeta al pecho de la camisa (Figura 3). Los productores anotaron su número en los formularios o tarjetas que llenaron, lo cual permitió registrar y analizar individualmente las respuestas.





Número de identificación

**Figura 3.** Número de identificación de los productores para registrar individualmente las respuestas.

La MDDS (Somarriba 2005) se tradujo en un listado de 20 preguntas sencillas que se presentaron pausadamente a los productores (Cuadro 4). Dieciséis 16 preguntas, (ocho se referían a las características del cacao y las otras ocho a las condiciones del sitio), evaluaron los niveles de sombra que los productores debían mantener en los cacaotales en variadas condiciones agro-ecológicas. Dos preguntas analizaban el conocimiento de los productores sobre la proyección de sombra con copas altas o bajas y la distribución espacial de la sombra (sistemática, desordenada o agrupada). Dos preguntas abiertas identificaron: los productos y servicios (objetivos esperados) que los productores esperan obtener del dosel de sombra de su cacaotal y las especies arbóreas que conocían, las cuales podrían utilizarse para sombra de cacao.

**Cuadro 4.** Preguntas generadas de la MDDS y utilizadas para recopilar las decisiones y el conocimiento de los productores de Alto Beni, Bolivia sobre la sombra en sus cacaotales.

Variables evaluadas	Preguntas utilizadas para recopilar el conocimiento local en dosel de sombra
Objetivos que esperan los productores	1. ¿Cuáles son los productores y servicios que usted espera del dosel de sombra de su cacaotal?
Características del cacao (edad, fenología, densidad de siembra)	2. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando es joven?
	3. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando es adulto?
	4. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando esta en floración?
	5. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando esta en llenado y maduración del fruto?
	6. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando esta en cosecha?
	7. ¿Cuánta sombra necesita la plantación cuando el cacao tiene densidad de siembra baja (5x5 m)?
	8. ¿Cuánta sombra necesita la plantación cuando el cacao tiene densidad de siembra media (4x4 m)?
	9. ¿Cuánta sombra necesita la plantación cuando el cacao tiene densidad de siembra alta (3x3 m)?
	Características del sitio (suelo, topografía y orientación de la pendiente, vegetación lateral)
11. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando el suelo es malo?	
12. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación esta en pendiente con fachada al este?	
13. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación esta en pendiente con fachada al oeste?	
14. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de bosque primario?	
15. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de barbecho alto?*	
16. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de barbecho bajo?*	
Características del dosel de sombra (altura y distribución de la sombra)	17. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de cultivo bajo?
	18. ¿Cuál es la distribución de árboles preferida para mantener buenos niveles de sombra?
Especies útiles para sombra	19. ¿Cuál es la altura de los árboles preferida para mantener buenos niveles de sombra?
	20. ¿Cuáles árboles y palmas conoce que pueden ser utilizadas para sombra del cacao?

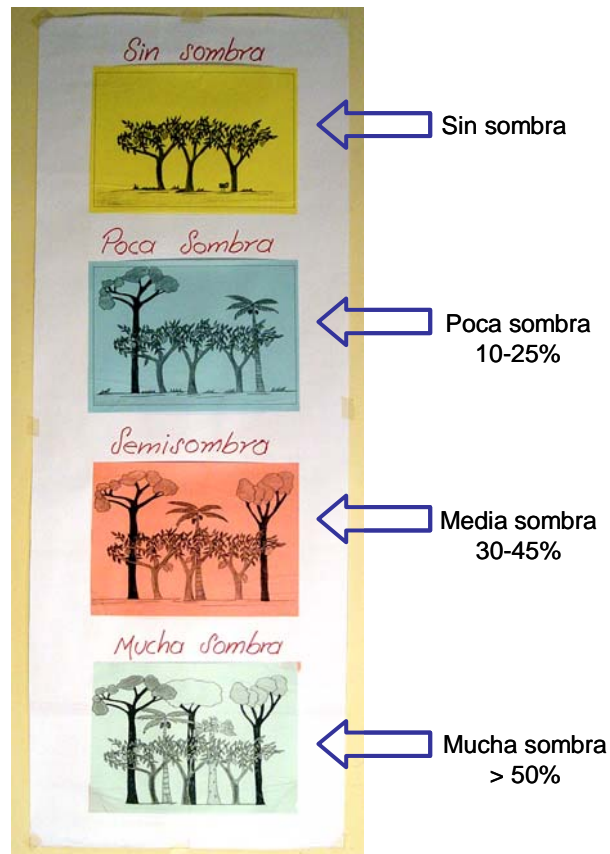
\*Barbecho es un área agrícola en descanso. Los barbechos altos tienen vegetación con alturas mayores a las plantas de cacao y bajos cuando la vegetación es menor que las plantas de cacao.

Las 16 preguntas referidas a los niveles de sombra se anotaron en un formulario (planilla) (Figura 4), que permitía escoger y marcar con una equis entre una escala ordinal de sombra (sin sombra, poca, media y mucha sombra, así como la opción “no conozco”) (Figura 5). La MDDS permite establecer la respuesta “correcta” a cada pregunta según criterios técnicos. Para acordar entre el grupo y visualizar el significado de los niveles de sombra se dibujó en una cartulina grande un gran círculo o rectángulo que representara una plantación de cacao y se dividió con líneas punteadas en cuatro partes iguales.

Luego, se colaron en los cuadrantes figuras de cartulinas de diferentes formas y tamaños, las cuales representaban las copas de los árboles de la zona, en diferentes cantidades que, según acuerdo de los participantes, significaban poca, media o mucha sombra. Se anotó el porcentaje aproximado de sombra que representó cada nivel acordado con los productores. La escala de sombra fue representada con dibujos y colocada en la parte superior del formulario de preguntas (Figura 4). Las preguntas se explicaron una por una con ayuda de dibujos en cartulinas grandes (Anexo 3). Posteriormente, los productores respondieron el formulario marcando con una equis en el nivel de sombra que según su criterio era el correcto (Figura 4).

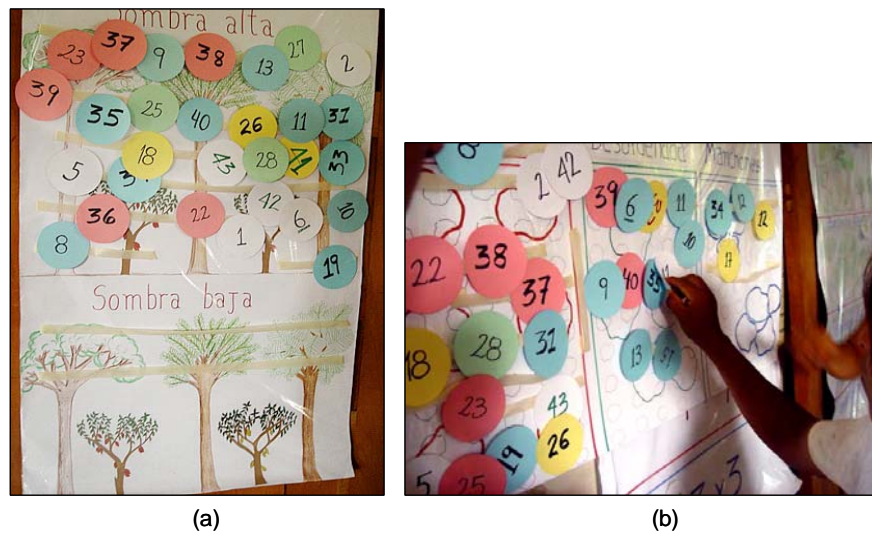


**Figura 4.** Planillas con preguntas, utilizadas para evaluar las decisiones y los conocimientos de los productores sobre los niveles de sombra para cacao.



**Figura 5.** Escala ordinal gráfica de niveles de sombra utilizados para responder a las preguntas que evaluaban la preferencia de los niveles de sombra por los productores de Alto Beni, Bolivia.

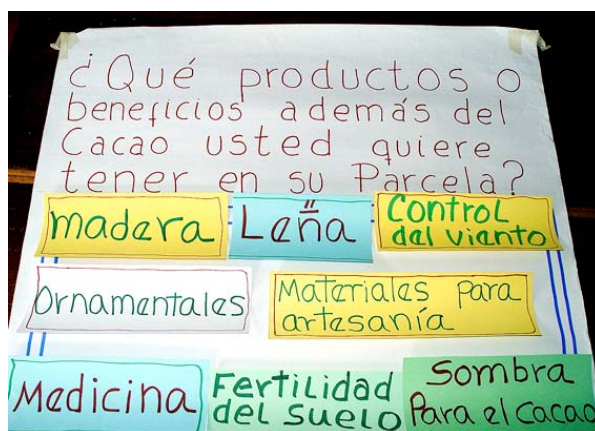
Las dos preguntas que analizaban el conocimiento de los productores sobre la proyección de sombra de copas altas y bajas y la distribución espacial de la sombra, también se representaron con dibujos que ilustraban las opciones de las respuestas. Para la altura de las copas se emplearon las opciones alta ( $> 15$  m) y baja ( $\leq 10$  m) y para la distribución espacial de la sombra, las opciones sistemática, desordenada o agrupada (Figura 6ab). A cada productor se le entregaron dos fichas con su número de identificación; se enunciaron y explicaron las preguntas con el dibujo y luego los productores colocaron las fichas en la opción de altura o distribución que consideraron correcta.



**Figura 6.** (a) Ilustración que representa la altura de las copas de los árboles sobre el suelo, (b) Ilustración de la distribución espacial de la sombra (sistemática, ordenada y agrupada).

Para las dos preguntas abiertas que identificaban los productos y servicios esperados por el productor y las especies arbóreas útiles para sombra, se utilizó la técnica de lluvia de ideas. Para identificar los productos y servicios esperados por los productores, se inició la sesión reflexionando con los productores sobre los bienes y servicios -además del cacao- que obtienen de sus cacaotales. Se explicó la diferencia entre bienes y servicios mediante ejemplos locales y sencillos, por ejemplo, la madera es un bien, un bien es equivalente a un producto, el mejoramiento del suelo es un servicio.

Se presentó a los productores una lista de posibles bienes y servicios que se pueden obtener de los cacaotales (madera, fruta, medicina, mejoramiento de suelo, artesanía, construcción, ornamental, leña, alimento para animales silvestres, control del viento, control biológico y otros identificados durante la reflexión con los productores); escritas en letras grandes, en cartulinas colocadas en un lugar visible para todos (Figura 7). Luego, se entregaron tarjetas de cartulina a cada productor para que anotara su número en cada una y escribiera los productos y servicios que él o ella esperaban obtener de los árboles, asociados con el cacao.



**Figura 7.** Cartulina con bienes y servicios que se quieren obtener de los cacaotales, presentadas en talleres con productores de Alto Beni, Bolivia.

Para identificar las especies útiles para sombra se pidió a los productores que anotaran los nombres de los árboles, las palmas y otras plantas altas que ya existen o que podrían introducirse en los cacaotales del Alto Beni. Las tarjetas se colaron en una pared a la vista de todos y se depuró en plenaria descartando nombres repetidos y otras especies que se consideraron inadecuadas como sombra en el cacaotal, ya fuera porque no tenían utilidad para el productor y su hogar o por tener copas muy grandes y densas. Se elaboró una lista depurada de especies, la cual se enriqueció con sesiones simultáneas de grupos de 6 a 8 productores a quienes se les entregó un formulario (Anexo 4) y entre 4 y 6 especies para que acordaran calificar cada especie en función del producto/servicio que proveía, ancho, opacidad y altura sobre el suelo donde se ubica la copa; meses de caída de follaje; fructificación; tasa de crecimiento; plagas; multiplicación y propagación; y descomposición de su hojarasca.

Para las características de las copas se utilizaron clases calibradas en metros utilizando ejemplos de especies locales (Cuadro 5). En una plenaria, cada grupo presentó sus especies y características y ajustó sus datos según los comentarios y otras informaciones aportados por los productores de los otros grupos.

**Cuadro 5.** Categorías de la altura, ancho y opacidad de la copa, utilizados para identificar las características del dosel de sombra.

Características de la copa	Categorías		
Altura	Baja (< 10 m)	Media (11-20 m)	Alta (>21 m)
Ancho de copa	Angosta (< 8 m)	Mediana (9-15 m)	Ancha (>16 m)
Opacidad de copa	Rala	Semi-densa	Densa

### **3.2.4. Talleres para diagnosticar, diseñar y proponer doseles de sombra utilizando la MDDS**

Se realizaron cinco talleres con 50 productores (promedio de 10 por taller), identificados y seleccionados entre los productores más conocedores de sombra en la primera sesión de talleres. El objetivo de los talleres fue diagnosticar y diseñar doseles de sombra para cacaotales del Alto Beni. Asistieron 42 hombres y 8 mujeres, 56% de cooperativas y 44% de asociaciones. Al inicio de cada taller se impartió a los productores una charla sobre la MDDS y sobre cómo esa metodología se podía utilizar para diagnosticar los cacaotales de cada hogar y para diseñar intervenciones y mejoras en los doseles existentes o en otros nuevos.

Se pidió a los productores que respondieran las 20 preguntas de la MDDS, pensando en sus propios cacaotales, y que anotaran sus respuestas en un formulario (Anexo 5). En el formulario se consignó el área de la plantación de cacao del productor, tipo genético del cacao, edad, auto-sombra (podas del cacao), la condición del sitio (calidad del suelo, latitud, altitud, topografía y orientación del terreno, tipo de vegetación colindante y nubosidad) y las características del dosel de sombra (homogeneidad espacial y nivel de sombra), las especies presentes, el origen (plantación o regeneración natural), y las especies indeseadas y preferidas.

En cada taller se escogieron dos plantaciones de cacao con características contrastantes seleccionadas entre las plantaciones diagnosticadas en el ejercicio anterior. El grupo se dividió en dos subgrupos, a cada uno de los cuales se les encomendó aplicar el protocolo de análisis de la MDDS para diseñar las innovaciones que debían introducirse en la plantación, con el fin de satisfacer -de la mejor manera- los objetivos del propietario, asimismo, se aseguró que el productor propietario de la plantación fuese miembro del grupo apropiado. El trabajo en grupo tuvo la siguiente secuencia: 1) Se consultó con el propietario y se reconfirmaron los productos/servicios que el productor esperaba obtener de los árboles del cacaotal; 2) Se revisaron uno a uno los factores que influenciaban el nivel de sombra apropiado para la plantación y se concluyó evaluando si la plantación tiene un nivel de sombra adecuado, deficiente o excesivo; 3) Se propuso eliminar o plantar árboles y especies para lograr las expectativas del propietario, sin sacrificar el rendimiento del cacao. El dosel mejorado fue presentado por cada subgrupo al resto de los participantes, quienes sugirieron otras alternativas posibles o bien, señalaron mejoras a los diseños.

### 3.3. Organización y análisis de los datos

Las entrevistas con los informantes claves se resumieron en textos interpretativos que contrastaron y explicaron la información de los talleres. La información de las encuestas a los productores se analizó mediante estadística descriptiva (tablas de frecuencias, porcentajes, promedios y desviación estándar). La información sobre los productos y servicios esperado de los productores se digitó en hojas excell y se calculó el porcentaje de productores que mencionó cada producto/servicio, presentado en un cuadro con las hileras (bien/servicio) ordenadas en forma decreciente de porcentaje de mención. Los datos sobre los niveles de sombra se digitaron en hojas Excel y se calculó el porcentaje promedio (y desviación estándar) de productores que respondió acertadamente cada pregunta. Las respuestas de los productores sobre los niveles de sombra se compararon con los niveles de sombra según la información técnica (Cuadro 6). Mediante pruebas de chi-cuadrado y ANDEVA se comparó los niveles de sombra mencionados por los productores entre comunidad, organización, edad, género, origen, escolaridad y años de producir cacao (InfoStat 2004).

La información sobre las especies para sombra se digitaron en hojas Excel para construir curvas de rarefacción de especies con el programa *Estimate* (Colwell, 2004); las curvas se construyeron para diferentes agrupamientos de productores (comunidad, organización género y origen). Asimismo, se realizaron correlaciones para comparar el valor de preferencia de las especies prioritarias entre comunidad, organización, género y origen. Los datos del diagnóstico se utilizaron para calcular: promedios y medidas de dispersión de las condiciones agro-ecológicas de la plantación que influyen el nivel de sombra y textos síntesis de los resultados del diagnóstico. Los datos de los talleres de diseño se presentaron en textos descriptivos de los doseles, en términos de las variables que componen la MDDS.

**Cuadro 6.** Nivel de sombra esperado en cada pregunta evaluada según la información técnica.

Preguntas evaluadas sobre las características del cacao, sitio y dosel de sombra	Nivel de sombra esperado*	Código del nivel de sombra esperado**
<b>Cacao</b>		
Joven	Mucha	4
Adulto	Media	3
Floración	Poca	2
Fructificación	Poca	2
Cosecha	Poca	2
Baja densidad de siembra	Media	3
Media densidad de siembra	Media	3
Alta densidad de siembra	Poca	2
<b>Sitio</b>		
Suelo bueno	Poca	2
Suelo malo	Media	3
Exposición al este	Poca	2
Exposición al oeste	Media	3
Vegetación lateral: bosque primario	Poca	2
Vegetación lateral: barbecho alto	Poca	2
Vegetación lateral: barbecho bajo	Media	3
Vegetación lateral: cultivo bajo	Media	3
<b>Dosel de sombra</b>		
Distribución de la sombra	Sistemática	1
Altura de la sombra	Alta	1

\* Nivel de sombra esperado según criterios técnicos

\*\*Nivel de sombra: Sin sombra =1, poca sombra =2, Media sombra =3, Mucha sombra =4.

\*\*Distribución de la sombra (sistemática =1, desordenada =2, agrupada =3).

\*\*Altura de la sombra (Alta =1, Baja =2)

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Características de los informantes claves entrevistados en Alto Beni

Los 21 informantes claves tenían más de 40 años, 19 fueron hombres y dos, mujeres; 17 pertenecieron a cooperativas y 4 a asociaciones; 15 fueron inmigrantes y 6 nativos. Todos los productores tienen cacao híbrido mayor de 30 años e injertos de 10 años (sólo los productores de cooperativas) y de dos años. Además de híbridos e injertos, los productores nativos tienen cacao nacional. La mitad de los productores de cooperativas (9) tuvieron parcelas de cacao en Sistemas Multiestratos (MES), promovidos por EL CEIBO entre productores de cooperativas.



#### 4.2. Características de los productores participantes en los talleres de identificación y evaluación de la MDDS

A los seis talleres asistieron 173 productores (136 hombres y 37 mujeres), con un promedio de 29 participantes por taller. El 51% pertenecían a cooperativas y el 49% a asociaciones. La mayoría (86%) fueron inmigrantes, el restante 14% fueron nativos de la zona de origen Mosen. El 94% de los inmigrantes fueron de origen andino y el 6% mestizos, de los Departamentos de Santa Cruz y Beni. La mitad de los productores (56%), tuvo edades correspondidas entre 26 y 45 años, el 36% fueron mayores de 46 años y el 7%, menores de 25 años (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Edad de los participantes en los talleres de aplicación y evaluación de la MDDS.

Rangos de edad	Frecuencia	Porcentaje
< 20	7	4,0
21-25	6	3,0
26-30	20	11,6
31-35	27	15,6
36-40	22	12,7
41-45	29	16,8
46-50	13	7,5
51-55	11	6,3
56-60	17	9,8
61-65	13	7,5
> 66	9	5,2
<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>100,0</b>

Los productores tuvieron escasa formación académica, el 6% no estudió y el 69% estudió hasta el nivel básico. Las mujeres tuvieron niveles de escolaridad más bajos que los hombres (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Nivel de escolaridad de los participantes en talleres de identificación y evaluación de la MDDS.

Escolaridad	Porcentajes de productores		Porcentaje total
	Hombres N <sub>136</sub>	Mujeres N <sub>37</sub>	
No estudio	4	13	6
Nivel básico (primaria)	73	57	69
Nivel medio (Secundaria)	22	30	24
Universidad	1	0	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### **4.3. Características de las plantaciones de cacao en Alto Beni**

El cacao se cultiva desde los 350 hasta los 800 m (la mayor parte de la producción se encuentra por debajo de los 550 m). La mitad de los productores tiene más de 11 años de cultivar cacao, 17% tiene cacaotales de 6 a 10 años y el 33% lo cultiva en los últimos cinco años. Los productores tienen de una a dos parcelas de cacao, con un área promedio por parcela de 1 ha., (mínima, media y máxima, 10). El 80% de los productores tiene cacao híbrido con edad promedio de 17 años e injertos de 11 o de menos de dos años, el 20% restante, además del cacao híbrido, tienen cacao nacional con edad promedio de 25 años (principalmente productores mosetenes). La mayoría de los cacaotales tienen densidades de siembra de 625 plantas por ha. Esta densidad de siembra fue considerada por los productores como la más apropiada para cacaotales híbridos y nacionales, porque la distancia entre plantas disminuye el traslape de copas y la auto-sombra en la plantación. Los productores también utilizan densidades de siembra de 816 a 1.333 plantas por ha., principalmente en plantaciones injertadas y densidades menores a 625 plantas por ha., cuando se asocia el cacao con el banano o los cítricos.

El control de plagas y enfermedades (escoba de bruja –*Crinipellis perniciosa*–, mazorca negra –*Phytophthora palmivora*–, chinche –*Monalonion dissimulatum*–), chapeas, podas de formación, rehabilitación y mantenimiento, fueron las principales labores culturales que realizan al cacao. Todos los productores mencionaron que realizan el control de plagas, enfermedades y podas de mantenimiento, lo cual consiste en la eliminación de ramas pequeñas. En cambio, las podas de rehabilitación sólo las realizaron el 30% de los productores, al menos una vez durante la vida de la planta y las podas de formación sólo se realizaron en cacaotales injertados. Más del 70% de los productores mencionó tener sombra en sus cacaotales híbridos e injertados. La sombra está compuesta por árboles de regeneración natural y en menor proporción, por árboles remanentes del bosque original y especies plantadas, principalmente frutales y maderables. El cacao nacional se cultiva sin sombra, algunas parcelas tienen árboles aislados de la regeneración natural.

### **4.4. Características de los doseles de sombra en Alto Beni**

#### **4.4.1. Origen de la sombra en cacaotales**

El origen de la sombra en los cacaotales de Alto Beni inició por recomendaciones técnicas con la introducción del cacao híbrido en la década de 1961 (Figura 9). “El cacao híbrido lo sembramos sin sombra, como no sabíamos la importancia de la sombra para el cacao cortamos y quemamos todos

*los árboles del monte (bosque primario), sembrábamos arroz o maíz y luego sembrábamos cacao”* (Productor de la asociación Florida. Comunidad de Popoy, área de colonización IIa).

Entre 1961-1970, la asistencia técnica del gobierno recomendó el uso de pacay (*Inga spp.*) para sombra del cacao. Los pacay plantados a alta densidad de siembra sin manejo, crecieron rápidamente y sombrearon excesivamente al cacao, afectando negativamente su crecimiento y producción. Los productores ralearon fuertemente el pacay, dejando nuevamente las plantaciones a pleno sol. “*Al principio de la colonización nos recomendaron sembrar en las parcelas pacay o ciquil, estaban muy cerca y producían mucha sombra por eso los quité, ahora tenemos como sombra árboles sobrados (regeneración natural) y forestales plantados que nos dio EL CEIBO”* (Productor del la Cooperativa Brecha T, comunidad de Brecha T, área de colonización III).

En la década de 1980, El CEIBO recomendó a sus asociados utilizar sombra de leguminosas arbóreas seleccionadas de la regeneración natural, tales como toco blanco (*Schizolobium amazonicum*), villca (*Acacia spp.*), ceibo (*Erythrina poeppigiana*), nuevamente pacay, y mara (*Swietenia macrophylla*), por la calidad de la madera: “*EL CEIBO nos aconsejó desde hace varios años poner sombra en el cacao, nos recomendó árboles para la fertilidad del suelo y la mara, porque es una madera valiosa, hubiese sido bueno que nos aconsejaran desde un principio a utilizar diferentes tipos de maderables”* (Señor de la Cooperativa Flor de Mayo, comunidad de Remolino, área de colonización VI).

Asimismo, en la década de 1980 a 1990, el proyecto OSCAR (Obras Sociales a Camino de Acceso Rural), administrados por los padres franciscanos, recomienda y distribuye a los productores de las comunidades del este del área IV (Mercedes, Litoral, etc.), árboles forestales para plantar en las fincas, principalmente en linderos a la orilla de los caminos recién abiertos por el proyecto y para asociar con el cacao: “*Yo empecé a sembrar árboles en las parcelas de cacao hace más de 20 años con el apoyo y asesoramiento del proyecto OSCAR, con ellos hicimos viveros y luego plantábamos los arbolitos a la orilla de los caminos y en dentro del cacao. Al principio, plantamos leguminosas para proteger el suelo de la erosión y aportar materia orgánica y la mara por su valor maderable”*, señaló un señor de la. Cooperativa San Antonio, comunidad de San Antonio, área de colonización IV.

Durante la década de 1992 al 2000, el proyecto OSCAR se traslada a la parte oeste del área IV y capacita y distribuye a los productores árboles forestales; las principales especies introducidas fueron: cedro (*Cedrela odorata*), roble (*Amburana cearensis*) y paquí (*Hymenaea courbaril*). En 1993, con

la introducción de injertos, EL CEIBO creó un plan de crédito para sus asociados, entregando junto con los injertos árboles forestales para sombra.

Los productores independientes -actualmente organizados en asociaciones-, no recibieron recomendaciones ni capacitaciones sobre el uso de sombra en el cacao. Desde la década de 1980 hasta 1990, aproximadamente, estos productores experimentaron con sombra de heliofitas de crecimiento rápido y regeneración natural. Las principales especies empleadas para sombra fueron: llausamoras (*Heliocarpus americanus*), motacú (*Scheelea princeps*), ambaibo (*Cecropia* spp.), palo balsa (*Ochroma pyramidale*), toco blanco (*Schizolobium amazonicum*), villca blanca (*Cacia* spp.) y ceibo (*Erythrina poeppigiana*). Los pacay no fueron apreciados para sombra debido a la mala experiencia con estas especies durante los primeros años de la colonización. “Desde hace mas de 20 años decían que había que dejar sombra en el cacao y dejamos que creciera solo (regeneración natural). Antes no se usaba sombra”. (Señor de la. Asociación Florida, comunidad de Popoy, área de colonización IIb).

A partir de 1996, EL CEIBO, con el apoyo del DED (Servicio Alemán de Cooperación Técnica) promovió el uso de sistemas agroforestales sucesionales multiestratos -conocidos localmente como Sistemas Multiestratos o MES- entre los socios de cooperativas y del proyecto PATAG (Programa de Asistencia Agrícola y Ganadera). Los MES son un asocio masivo de cultivos anuales y perennes con especies arbóreas de diferentes hábitos de crecimiento, usos y beneficios, y que imitan la estructura y dinámica del bosque. A partir del 2000, EL CEIBO asesora, incentiva, distribuye y vende diferentes especies arbóreas para asociar con cacao, naranja y musáceas (José Luis Crespo, Jefe Forestal de EL CEIBO. Comunicación, personal, 2004).

En el 2003 el proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica de Alto Beni (PCO) conformado por EL CEIBO, PATAG (una ONG local) y EL CATIE promueve, asesora y distribuye a unos 2.000 productores diferentes, especies maderables y frutales para asociar con cacao. Las especies son establecidas bajo un diseño agroforestal. En el 2004 el PCO estableció parcelas demostrativas en fincas de productores, con el objetivo de que sirvan como sitios de capacitación y como fuente de información sobre el comportamiento de las especies de sombra, los genotipos de cacao y las interacciones sombra-productividad.

<b>Etapas de desarrollo de sombra en cacaotales de Alto Beni</b>	<b>Especies utilizadas para sombra</b>					
1960 Colonización e introducción de cacao híbrido	Pacay					
1977 – 1992 Recomendaciones de EL CEIBO. Experimentación de productores	<table border="0"> <tr> <td>Mara y leguminosas arbóreas (toco blanco, villa, ceibo y pacay)</td> <td rowspan="2">} Asociados a EL CEIBO</td> </tr> <tr> <td>Heliofitas de regeneración natural: toco blanco, motacú, llausamoras.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>} Productores no-CEIBO</td> </tr> </table>	Mara y leguminosas arbóreas (toco blanco, villa, ceibo y pacay)	} Asociados a EL CEIBO	Heliofitas de regeneración natural: toco blanco, motacú, llausamoras.		} Productores no-CEIBO
Mara y leguminosas arbóreas (toco blanco, villa, ceibo y pacay)	} Asociados a EL CEIBO					
Heliofitas de regeneración natural: toco blanco, motacú, llausamoras.						
	} Productores no-CEIBO					
1992 Introducción de cacao injerto con apoyo de EL CEIBO. Experimentación de productores.	<table border="0"> <tr> <td>Forestales entregados con los injertos</td> <td rowspan="2">} Asociados a EL CEIBO</td> </tr> <tr> <td>Heliofitas de regeneración natural: toco blanco, motacú, llausamoras.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>} Productores no-CEIBO</td> </tr> </table>	Forestales entregados con los injertos	} Asociados a EL CEIBO	Heliofitas de regeneración natural: toco blanco, motacú, llausamoras.		} Productores no-CEIBO
Forestales entregados con los injertos	} Asociados a EL CEIBO					
Heliofitas de regeneración natural: toco blanco, motacú, llausamoras.						
	} Productores no-CEIBO					
1996 – 2000 Establecimiento de parcelas multiestratos promovidos por EL CEIBO, PATAG y Proyecto OSCAR	Principales especies: Flor de mayo, roble almendrillo, colomero, gabú, huasicucho achachairú, mara, paquí ocoró, sangre de grado, pácay y poro.					
2000 – actualmente	EL CEIBO vende, distribuye especies arbóreas para asociar con cacao, cítricos y musáceas.					
2003 – 2005. Introducción de variedades de injertos por PCO.	Distribución de diferentes especies forestales a 2000 productores, asistencia técnica para el diseño, establecimiento y manejo. Parcelas demostrativas en fincas de productores con arreglo y diseños de sombra.					

**Figura 8.** Etapas de la introducción de sombra en cacaotales de Alto Beni, Bolivia.

#### 4.4.2. Percepciones del rol de la sombra en el cacao

Los principales beneficios de la sombra reportados por los productores fueron la fertilidad y la humedad del suelo, el control de arvenses y la protección de las plantas de cacao por la incidencia de luz en el verano. Mencionaron como desventaja que la sombra aumenta la incidencia del chinche (*Monalonion dissimulatum*) y la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), y disminuye la floración y productividad del cacao (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Rol de sombra en los cacaotales de Alto Beni, Bolivia (N =21).

N° productor	Percepciones sobre la sombra
1-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege al cacao del sol.</li> <li>• Mantiene la humedad del suelo en la época seca.</li> <li>• Las hojas de los árboles ayudan al mejoramiento del suelo.</li> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche y mazorca negra.</li> </ul>
2-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege al cacao del sol.</li> <li>• Fertilidad del suelo.</li> <li>• Mantiene la humedad del suelo.</li> </ul>
3-	No respondió.
4-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantiene la humedad del suelo.</li> <li>• Protege el cacao en la época seca.</li> </ul>
5-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye la incidencia de arvenses.</li> <li>• Mantiene la fertilidad del suelo.</li> <li>• Disminuye la incidencia de escoba de bruja.</li> <li>• Fertilidad del suelo.</li> <li>• El cacao produce mejor con sombra.</li> <li>• Las plantas de cacao son más saludables y se mantienen mas años produciendo bien.</li> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche.</li> </ul>
6-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a controlar la incidencia de escoba de bruja. Con plantaciones a pleno sol aumenta la incidencia de escoba de bruja.</li> <li>• Sin sombra se secan las guías crecimiento.</li> <li>• Fertilidad y humedad del suelo.</li> <li>• Disminuye la incidencia de arvenses.</li> </ul>
7-	No respondió.
8-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin sombra se secan la guías de crecimiento.</li> <li>• Con sombra el cacao se mantiene el follaje verde.</li> <li>• Mucha sombra aumenta la incidencia de mazorca negra y chiche.</li> <li>• Fertilidad al suelo.</li> </ul>
9-	No respondió.
10-	No respondió.
11-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilidad del suelo.</li> <li>• Humedad del suelo en la época seca (septiembre-noviembre).</li> <li>• Protege las plantas del sol.</li> <li>• Sin sombra hay mas incidencia de mazorca negra y chinche*.</li> </ul>
12-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege las plantas del sol.</li> <li>• Humedad y fertilidad del suelo.</li> </ul>
13-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilidad del suelo.</li> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche y mazorca negra.</li> <li>• Mantiene verde el follaje del cacao.</li> </ul>
14-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilidad y humedad del suelo.</li> <li>• En áreas de pendientes ayuda a controlar la erosión del suelo.</li> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche y mazorca negra.</li> <li>• Sin sombra aumenta la incidencia de escoba de bruja.</li> </ul>
15-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche y mazorca negra.</li> <li>• Fertilidad al suelo.</li> <li>• Protege los árboles del sol en la época seca.</li> <li>• Ayuda a controlar la escoba de bruja.</li> <li>• Las plantas de cacao pequeñas no se desarrollan.</li> </ul>
16-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilidad del suelo.</li> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche.</li> </ul>
17-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilidad del suelo.</li> <li>• Protege las plantas del sol en la época seca.</li> </ul>
18-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con mucha sombra aumenta la incidencia de chinche y mazorca negra.</li> <li>• Fertilidad y humedad del suelo.</li> </ul>
19-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regula la floración.</li> <li>• Proporciona materia orgánica.</li> <li>• Humedad y fertilidad del suelo.</li> <li>• Mucha sombra aumenta la incidencia de chinche y mazorca negra.</li> </ul>
20-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia orgánica.</li> <li>• Mantiene el follaje verde en el cacao.</li> </ul>
21-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con mucha sombra las plantas no florecen.</li> <li>• Disminuye la incidencia de arvenses.</li> <li>• Fertilidad y humedad del suelo.</li> </ul>

\* Según este productor la incidencia del chinche y la mazorca negra tienen relación con las bajas temperaturas y no con la sombra.

#### 4.4.3. Tipo y manejo de la sombra en cacaotales de Alto Beni, Bolivia

La sombra del cacao en Alto Beni está compuesta por árboles de regeneración natural, especies plantadas en parcelas multiestratos (MES) y árboles forestales y frutales establecidos en parcelas de híbridos e injertos. Los productores de las asociaciones tienen principalmente sombra de árboles de regeneración natural, las cooperativas tienen MES + plantaciones forestales o regeneración natural + plantaciones forestales (Cuadro 10). Las plantaciones forestales iniciaron en la década de 1990, con más intensidad entre 1996 y 1998. Actualmente, la mayoría de los productores siembra diferentes especies forestales.

**Cuadro 10.** Tipo de dosel de sombra utilizados por los productores de Alto Beni, Bolivia (N =21).

<b>Tipo de sombra</b>	<b>Número y porcentaje de productores</b>
Solo regeneración natural	6(28)
Solo MES	0
Solo forestales y frutales plantados	0
Regeneración natural + MES	5(28)
Regeneración natural + plantaciones forestales	4(19)
Plantaciones forestales + MES	5(24)
Plantaciones forestales + regeneración natural + MES	1(4)
<b>Total de productores</b>	<b>21(100)</b>

El manejo del dosel de sombra es esporádico e irregular y se realiza de acuerdo con la necesidad de apertura del dosel, las actividades que se realizan son raleo y podas. Los productores ralean por anillamiento los árboles de regeneración natural no útiles; las especies que más se ralearon fueron el pacay, motacú, llausamoras, ambaibo y palo balsa. La poda fue una actividad incorporada con el estableciendo de las parcelas MES, se realiza en las especies de crecimiento rápido, principalmente pacay y ceibo. Dos productores realizaron selección de especies útiles de la regeneración natural (Cuadro 11). Una de las limitaciones para la selección y el manejo de la regeneración natural es el desconocimiento de las especies en estado de plántulas. En este sentido, EL CEIBO realiza capacitaciones a técnicos y productores para identificar semillas y plántulas de árboles útiles para incorporar en las fincas.

Con el aumento de la información y la asistencia técnica hacia los productores, éstos incorporan nuevas actividades de manejo tales como identificación de especies útiles, raleo y podas selectivas y diseño de sombra temporal y permanente.

**Cuadro 11.** Manejo de la sombra en cacaotales de Alto Beni, Bolivia (N<sub>u</sub>=21).

Manejo de la sombra	Número (porcentaje) de productores
No hace manejo	3(14)
Eliminación de árboles no útiles que producen mucha sombra	10(48)
Selección de árboles de la regeneración natural	2(9)
Podas en parcelas MES	6(28)
<b>Total de productores</b>	<b>21(100)</b>

#### 4.5. Productos y beneficios de los árboles para sombra mencionados por los productores cacaoteros de Alto Beni

Los productores de Alto Beni mencionaron 11 productos y servicios que tienen las especies para sombra y que esperan obtener de su cacaotal (Cuadro 12). La madera, fruta y el mejoramiento de las condiciones de fertilidad del suelo fueron los más mencionados. Estas tres funciones fueron también señaladas por los informantes claves que resaltaron la importancia de los árboles por el aporte económico de la venta de madera y frutas, y por el mejoramiento del suelo a través del aporte de materia orgánica, mantenimiento de la humedad, control de erosión y reducción de malas hierbas. Por ejemplo, un señor de la Cooperativa Brecha T, comunidad de Brecha T. dijo: *“La sombra es buena porque ayuda a fertilizar el suelo y disminuye las arvenses; además, se pueden obtener ingresos por la venta de madera y frutas.”*

**Cuadro 12.** Usos y beneficios de los árboles para sombra identificados por los productores de Alto Beni, Bolivia.

Uso y beneficios de los árboles para sombra	Frecuencia N =173	Porcentaje
Madera	153	88
Frutas	142	82
Mejoramiento de suelos	90	52
Medicina	51	29
Leña	20	12
Materiales para construcción	11	6
Materiales para artesanía	11	6
Alimento para animales silvestres	13	8
Ornamentales	7	4
Control del viento	5	3
Control biológico para chinche	3	1



#### 4.6. Niveles de sombra mencionados por los productores para cacaotales de Alto Beni

De las 16 preguntas referidas al cacao y al sitio, los productores seleccionaron niveles de poca y media sombra (43% y 35% respectivamente); las categorías sin y mucha sombra fueron poco aceptadas entre los productores (5% y 11% respectivamente). Sin embargo, la categoría de mucha sombra tuvo un porcentaje alto de respuestas en las preguntas sobre el suelo malo (35%), baja densidad de siembra y exposición oeste (29% cada una), lo cual indica que los productores aumentarían los niveles de sombra esperando mejorar las condiciones del suelo, así como proteger las plantas de altas radiaciones solares, cuando las plantaciones tienen poca auto-sombra. En los niveles de mayores frecuencia (poca y media sombra) las preguntas con mayor preferencia fueron: para poca sombra, la vegetación lateral de bosque primario (75%), cosecha (66%), floración (63%), alta densidad de siembra (60%); para media sombra la vegetación lateral de barbecho bajo (67%), baja densidad y media de siembra (51% y 47% respectivamente) y exposición este (48%) (Cuadro 13).

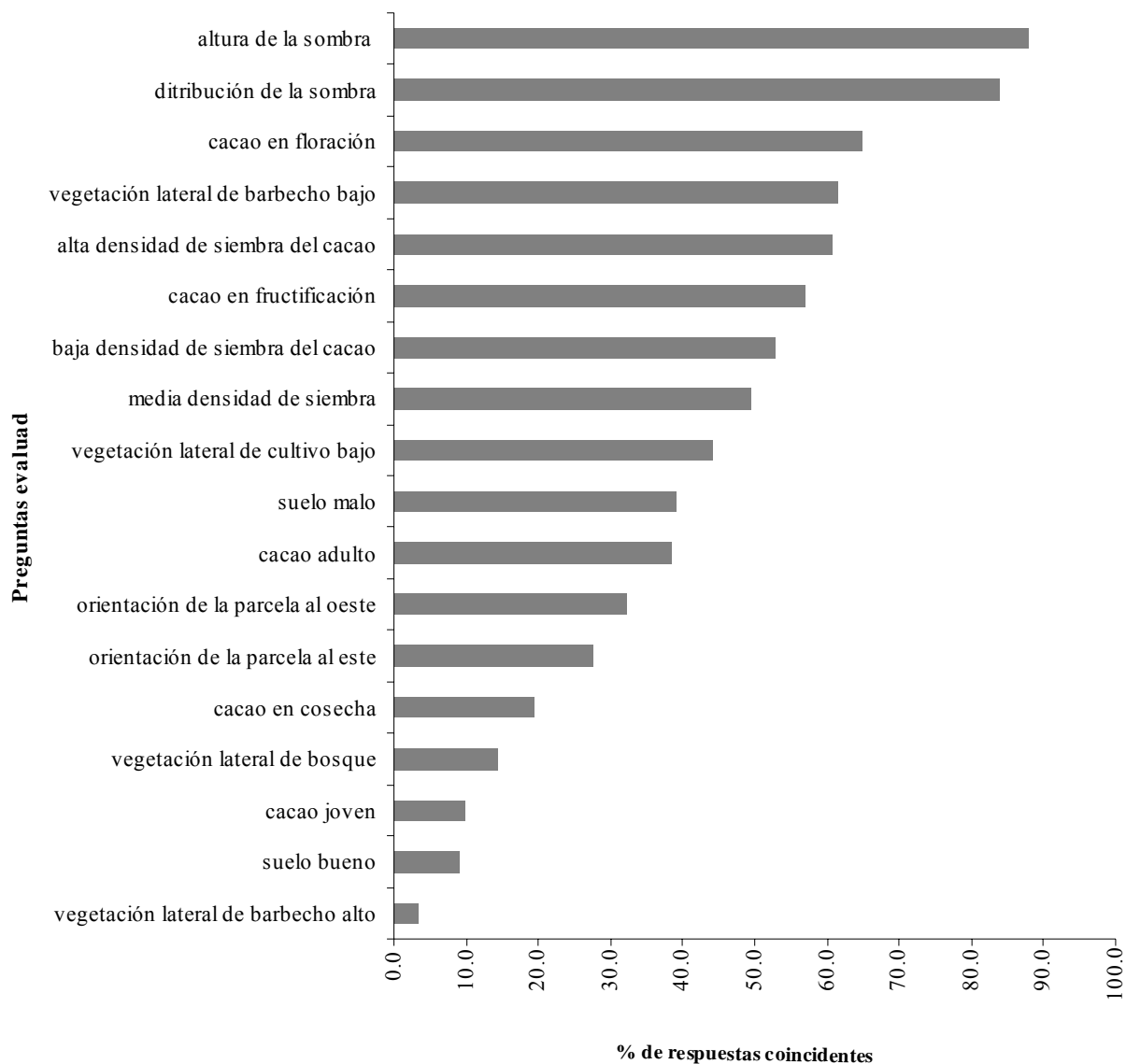
**Cuadro 13.** Características del cacao, sitio y nivel de sombra seleccionado por los productores cacaoteros de Alto Beni, Bolivia (N =173).

Características evaluadas (preguntas)	Nivel de sombra				
	Porcentaje de productores				
	No conoce	Sin sombra	Poca sombra	Media sombra	Mucha sombra
<b>Cacao</b>					
Joven	2	10	42	39	8
Adulto	4	5	42	44	5
Floración	10	7	63	17	2
Fructificación	8	5	56	30	1
Cosecha	7	7	66	18	3
Baja densidad de siembra	7	1	15	51	29
Media densidad de siembra	5	3	44	47	3
Alta densidad de siembra	6	14	59	16	2
<b>Sitio</b>					
Suelo bueno	9	3	58	26	4
Suelo malo	8	1	16	41	35
Exposición al este	4	3	29	48	18
Exposición al oeste	3	2	33	33	29
Vegetación lateral: bosque primario	2	16	75	06	2
Vegetación lateral: barbecho alto	3	2	53	40	1
Vegetación lateral: barbecho bajo	2	2	17	67	12
Vegetación lateral: cultivo bajo	3	2	28	44	23
<b>Porcentaje total</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>43%</b>	<b>35%</b>	<b>11%</b>

\*No conoce/no responde: Sin sombra = 0% sombra, Poca sombra = 10–25% sombra, Media sombra = 30–45% sombra, Mucha sombra = > 50% sombra.

#### 4.7. Niveles de sombra: concordancia entre las respuestas de los productores y la recomendación técnica.

La concordancia entre las respuestas de los productores sobre niveles de sombra a mantener en los cacaotales y la información técnica, fue baja. Sólo en dos variables los porcentajes de respuestas coincidentes sobrepasaron el 90%, en el resto, los porcentajes de concordancia variaron entre 5% y 60% (Figura 9).



**Figura 9.** Porcentaje de respuestas coincidentes entre niveles de sombra mencionados por los productores y la recomendación técnica.

#### 4.8. Comparación entre grupos de productores y sus respuestas sobre los niveles de sombra para cacaotales en Alto Beni

Se compararon las respuestas de los productores sobre niveles de sombra, según grupos de la comunidad, organización, edad, escolaridad, género, origen de los productores y años de producción del cacao. Los comunidades difieren estadísticamente entre el nivel de sombra para la mayoría de las características del cacao (joven, adulto, fructificación, floración, cosecha y baja densidad de siembra) y tres de sitio (vegetación lateral de cultivos bajos y la distribución y altura de la sombra) (Cuadro 14; Anexo 6).

**Cuadro 14.** Comparación entre comunidades respecto de niveles de sombra para las variables significativas (prueba de Chi-cuadrado).

Características de cacao y sitio	No conoce	Sin sombra	Poca sombra	Media sombra	Mucha sombra	Significancia P < 0,05
Cacao joven	--	6	1, 2, 4	6, 2, 3	5	p=0,0336
Cacao adulto	1, 2, 3, 4	5	6	1, 2, 3, 4	--	p=0,0005
Floración	5	1	1, 2	4	--	p=0,0147
Fructificación	4	1, 5	3, 2, 6	5	--	p=0,0004
Cosecha	1	2	6	3	--	p=0,0051
Baja densidad de siembra del cacao	6	6	1, 2, 4	3	5	p=0,0063
Vegetación lateral de cultivos bajos	--	--	1,6	1,6	--	p=0,0005

Comunidades: Covendo =1, San Antonio =2, Santa Rosa =3, Sararí =4, Sapecho =5, San Miguel de Huachi =6

La edad del productor mostró diferencias estadísticas en cacao adulto, suelo bueno y malo, vegetación lateral de barbecho bajo y distribución de la sombra (p=0,0022, p=0,0042, p=0,0305, p=0,0243, p=0,0458, respectivamente). Hombres y mujeres difieren estadísticamente en el nivel de sombra para la floración del cacao y la distribución de la sombra (p=0,0243; p=0,0438 respectivamente). Los hombres mencionaron la distribución de sombra desordenada o sistemática, en cambio, las mujeres mencionaron sólo la distribución desordenada. Al igual que el género, el origen del productor también mostró diferencias estadísticas en la distribución y altura de la sombra (p=0,0150; p=0,0137), los productores de origen andino mencionan una distribución de sombra sistemática y alta, en cambio, los nativos mencionan una distribución agrupada y baja.

La organización fue estadísticamente significativa en los niveles de sombra para cacao adulto y distribución de la sombra (p=0,0150; p=0,0494 respectivamente), las diferencias en la distribución se deben probablemente a la experiencia de los productores de cooperativas con parcelas MES –

caracterizadas por una distribución desordenada-, contrario a los productores de asociaciones, quienes sólo tienen sombra de árboles de regeneración natural o plantaciones con distribución sistemática (Anexo 6).

#### 4.9. Conocimiento local de especies arbóreas que pueden ser utilizadas para sombra del cacao.

Los productores mencionaron 101 especies que pueden ser utilizadas para sombra del cacao, pertenecientes a 41 familias botánicas (Anexo 7). La familia Fabaceae fue la más mencionada, con 18 géneros y 21 especies (21 % del total de especies). Las Moraceae fue la segunda familia mejor representada, con seis géneros y ocho especies (8 %), las Guttiferae y Palmaceae estuvieron representadas por cinco especies cada una (10%) y 3-5 géneros respectivamente, las Euphorbiaceae por cuatro especies (4 %) y cuatro géneros. Dieciséis familias estuvieron representadas por tres y dos especies (16 %), mientras que 18, por una única especie (18 %) (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Familias, género y especies más mencionadas por los productores de Alto Beni, Bolivia.

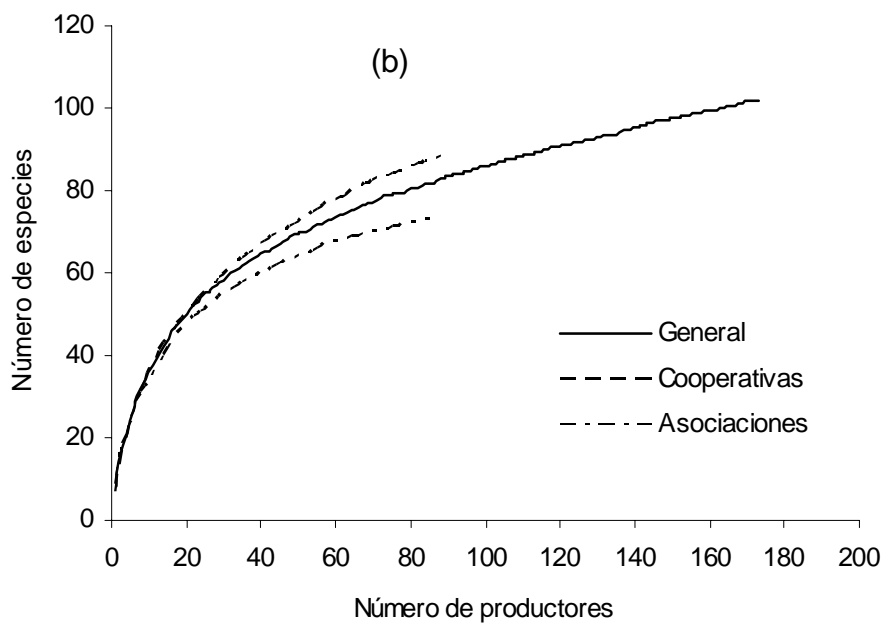
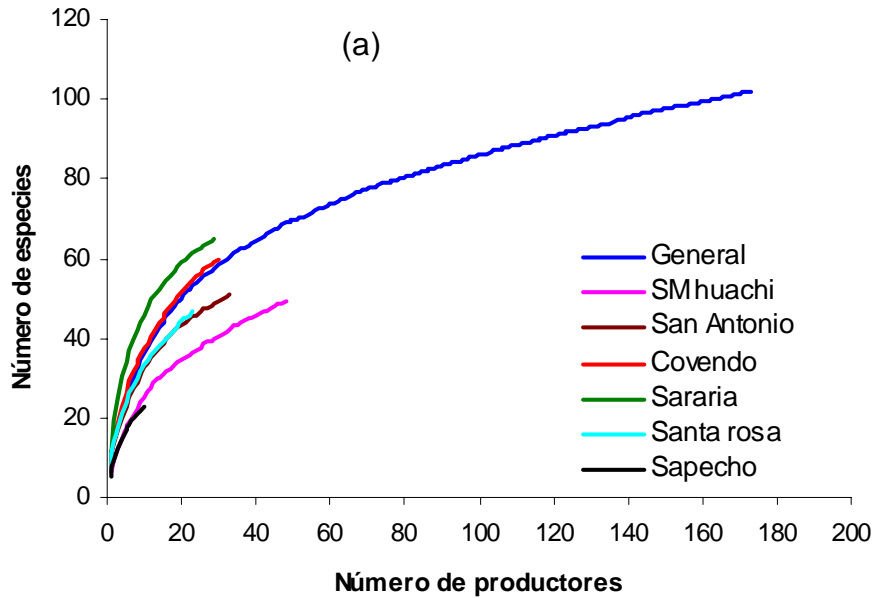
Familias	Género	Número de especies (n = 101)	Porcentaje
Fabeceae	18	21	21
Moraceae	6	8	8
Guttiferae	3	5	5
Palmaceae	5	5	5
Euphorbiaceae	4	4	4
Meliaceae	3	3	3
Rubiaceae	3	3	3
Anacardiaceae	2	3	3
Bombacaceae	2	3	3
Rutaceae	1	3	3

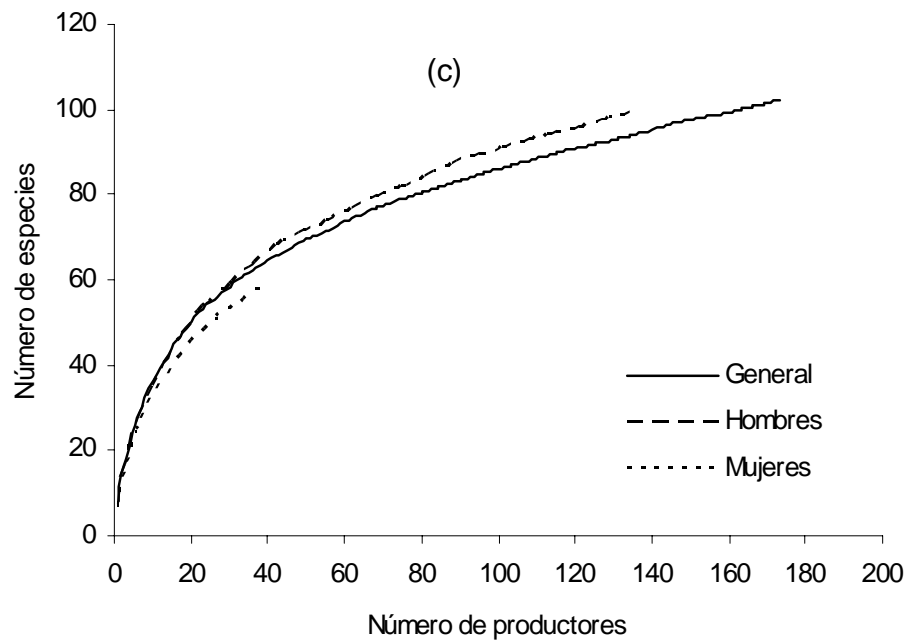
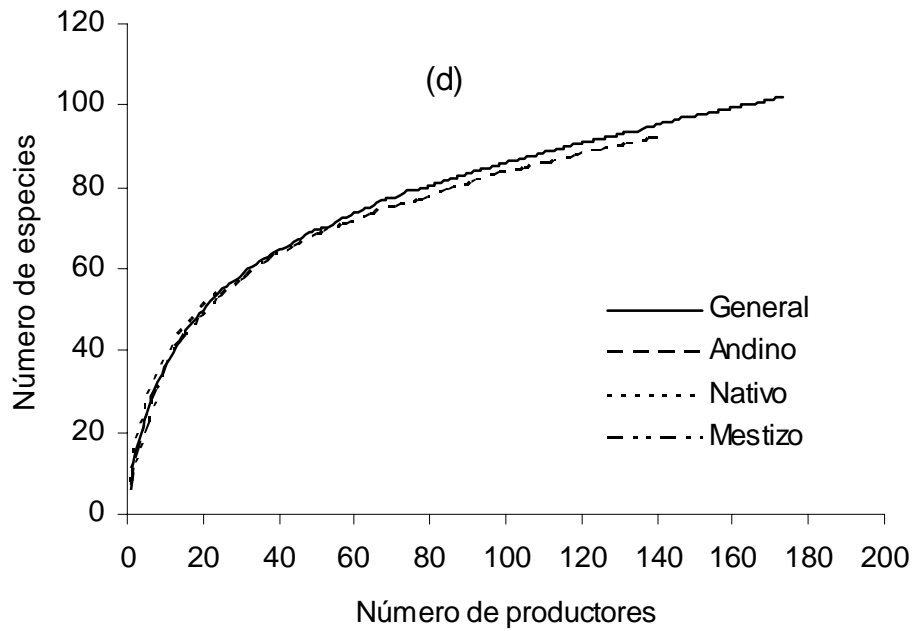
#### 4.10. Conocimiento sobre especies para sombra por comunidad, género, origen y organización

Los productores mencionaron 101 especies, con un promedio por productor de  $7.82 \pm 4.69$  (mínimo 1, máximo 31 especies). El 80% de las especies conocidas fueron mencionadas por el 35% de los productores (60) (Figura 10). El número de especies conocidas entre comunidades varió de 23% a 65% ( $p= 0.0080$ ). Sararia mencionó el mayor número de especies (65%), las otras comunidades mencionaron entre 20% y 50% (Figura 10a). No hubo diferencias estadísticas entre las especies conocidas entre organización, género y origen del productor ( $p = 0,3725$ ,  $p = 0,5514$ ,  $p = 0,1721$ ,

respectivamente), en ninguna de las agrupaciones las curvas de rarefacción de especies alcanzó la asíntota (Figura 10 bcd).

El orden de preferencia de las especies fue estadísticamente significativo y altamente positivo entre organización ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,0001$ ), origen ( $r = 0,46$ ;  $p < 0,0001$ ) y género ( $r = 0,78$ ;  $p < 0,0001$ ), lo cual indica que los productores identifican las mismas especies y le dan la misma priorización.





**Figura 10.** Curva de rarefacción de especies arbóreas mencionadas por los productores por: (a) comunidad, (b) organización, (c) género, y (d) origen del productor.

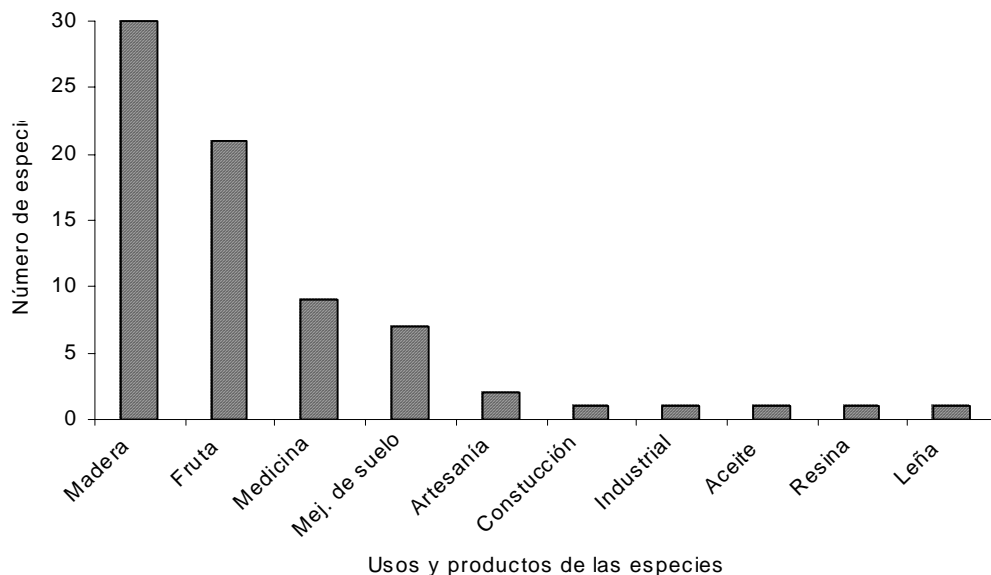
Seis de las diez especies más mencionadas son maderables (mara -*Swietenia macrophylla*-, roble -*Amburana cearensis*-, huasicucho -*Centrolobium ochroxylum*-, cedro -*Cedrela odorata*-, paquío -*Hymenaea courbaril*-, toco colorado -*Piptadenia* spp.-), tres frutales (chima -*Bactris gasipaes*-, palta -, pacay -*Inga* spp.- y *Persea americana*-) y dos, mejoradoras de suelo (pacay y ceibo -*Erythrina*

*poepigiana*-). Mara, chima, roble y huasicucho fueron mencionadas por más del 50% de los productores, las otras especies tuvieron porcentaje de mención entre 20% y 40%.

#### 4.11. Especies arbóreas prioritarias para sombra del cacao.

De las 101 especies arbóreas mencionadas, los productores priorizaron 60 que pueden ser utilizadas para sombra del cacao. Las familias Fabaceae (14 especies), Palmaceae (5), Moraceae (4), Meliaceae (3) y Guttiferaceae (3), fueron las mas mencionadas (Anexo 8).

Los productores escogieron las especies, primeramente, por su valor como madera (48 % del total de especies), fruta (35 %), medicina (15 %) y mejoradoras de suelo (10 %). El aporte de leña, artesanía, construcción, industrial, aceite y resina, fueron usos y productos a los que los productores dieron menor importancia, estas especies representan solamente el 12 % del total (Figura 11).



**Figura 11.** Uso de especies arbóreas mencionadas para sombra en cacaotales por los productores de Alto Beni, Bolivia.

Los árboles con copas ralas fueron preferidos sobre los de copas densas. Sin embargo, el uso, la familiaridad y la densidad de las copas fueron los atributos que más peso tuvieron en la selección. La mara fue la especie más preferida para sombra, por su alto valor comercial. Sin embargo, la alta densidad de siembra y el poco manejo del barrenador apical *Hypsiphyla grandella*, muestra entre los productores la preferencia por otros maderables conocidos en la zona y con mayor valor comercial, como el roble (*Amburana cearensis*), el paquí (*Hymenaea courbaril*), el cedro (*Cedrela odorata*),

(otra Meliaceae afectada por *H. grandella*), el huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) y el toco colorado (*Piptadenia* spp.), estas dos últimas de crecimiento rápido.

Los frutales fueron menos mencionados que los maderables, debido a que estos últimos fueron más recomendados para sombra por la asistencia técnica. La chima (*Bactris gasipaes*), el pacay (*Inga* spp.) y la palta (*Persea americana*) fueron los frutales más mencionados, son consumidos en el hogar y se venden localmente a comerciantes provenientes de La Paz o Caranavi.

Se mencionaron seis especies como mejoradoras de suelo, cuatro nativas que crecen de regeneración natural en los cacaotales [(pacay, el ceibo, la flor de mayo (*Ceiba speciosa*) y la papaya de monte (*Jacaratia digitata*)], y dos exóticas introducidas hace diez años [(cuchi verde (*Gliricidia sepium*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*)]. El pacay y el ceibo fueron recomendadas para sombra en las décadas de 1960, 1970 y 1980. La papaya de monte y la flor de mayo fueron mencionadas porque, según los productores, ayudan a mantener la humedad del suelo, conocimiento empírico generado a partir de la experiencia de los productores. *G. sepium* y *L. Leucocephala* son poco conocidas, solamente fueron mencionadas por productores que las plantaron en parcelas MES.

Se mencionaron cinco especies medicinales: sangre de grado (*Corton draconoides*), ajo ajo (*Gallesia integrifolia*), cuchi (*Astronium urundeuva*), copaibo (*Copaifera reticulata*) y cuta (*Antronium graveolens*). Con excepción de *C. draconoides*, las otras especies tienen usos maderables. El *C. draconoides* fue la especie con usos medicinales más mencionada, aunque su uso y presencia en las parcelas de cacao es bajo (encontrada solamente en el 5% de las parcelas) (Quispe 2005). Esta especie es tradicionalmente utilizada como medicina por los indígenas amazónicos y actualmente, se cultiva y vende para diferentes afecciones, principalmente como cicatrizante de heridas por el alto contenido el alcaloide tasmaína en su látex.

#### **4.12. Conocimiento de las características físicas y biológicas de las especies arbóreas**

Los productores tienen un conocimiento amplio de las características de la copa de los árboles (altura total, ancho y densidad) y sus características biológicas (rapidez de crecimiento, caducifolio, época de caída de hojas, fructificación, floración, tipo de suelo, plagas, descomposición de la materia orgánica y aporte de nutrientes, y servicios ecológicos) de las especies más utilizadas en sus plantaciones. Los productores conocen la información sobre las dimensiones de los árboles y las copas de las especies más comunes en los cacaotales (pacay, palta, chima, mara, cedro, roble, achachairú, huasicucho, toco



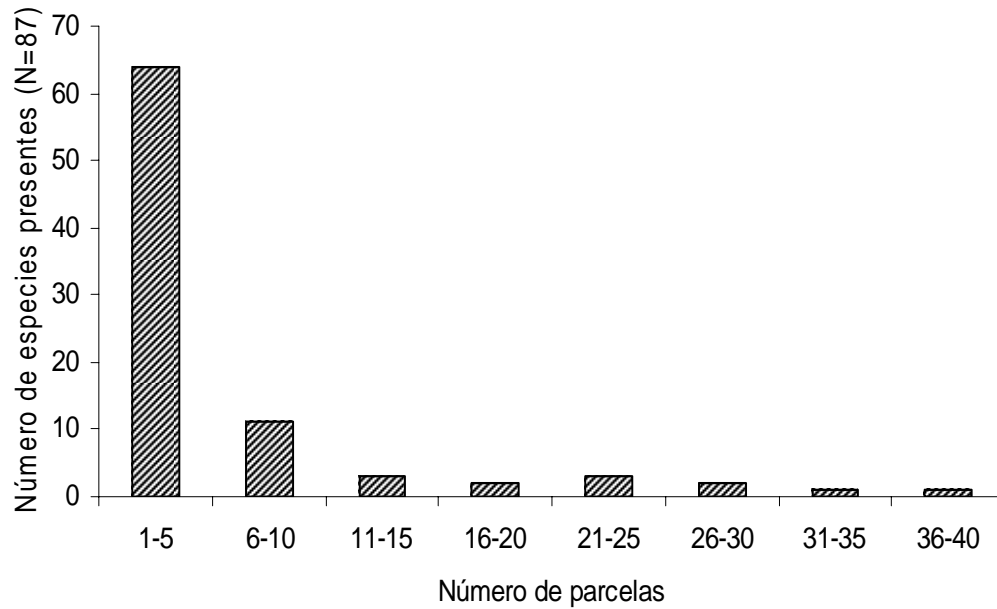
colorado, ceibo y el motacú) (Anexo 8). Los productores no observan regularmente la opacidad de las copas, pero responden rápidamente cuando se les interroga sobre la rapidez de crecimiento y si el árbol es caducifolio. Para algunas especies, los productores conocen sólo en forma fragmentaria los aspectos de floración, fructificación, plagas, multiplicación, propagación y descomposición de la hojarasca.

#### **4.13. Diagnóstico del cacao y dosel de sombra de cacaotales de Alto Beni**

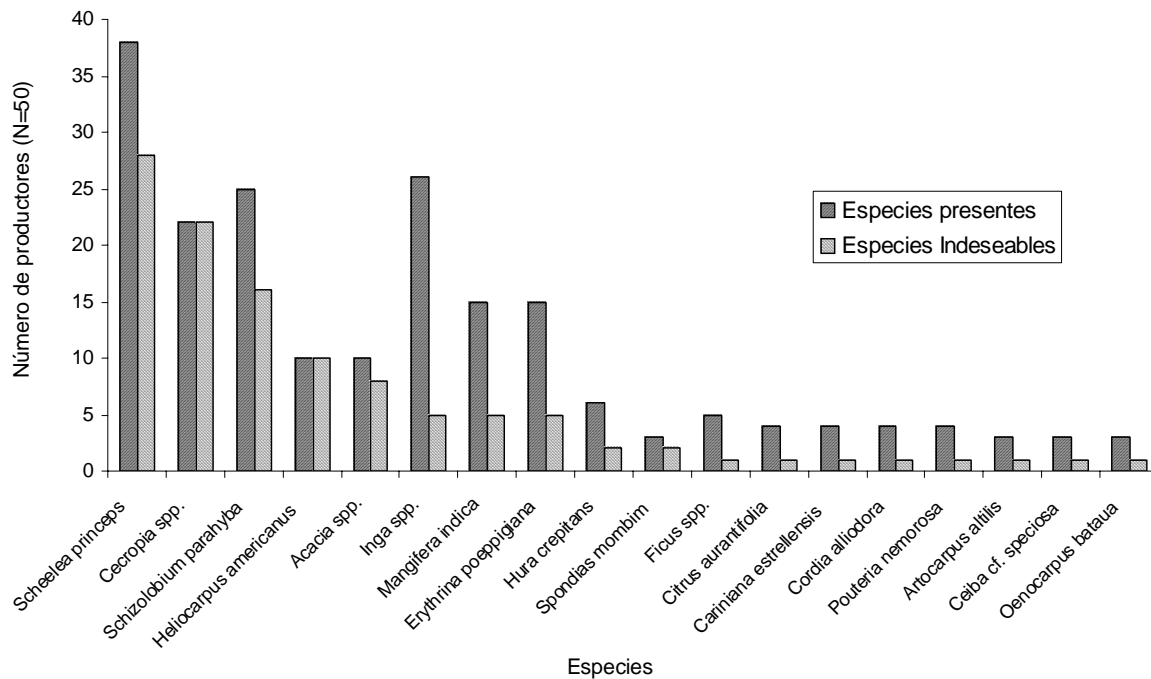
Los cacaotales diagnosticados tienen un área promedio de 1,16 ha  $\pm$  0,68; el 76% de las parcelas tuvo cacao híbrido, 16% injertos y 8% cacao nacional. La mayoría de las parcelas (78%) tienen espaciamiento de 4 x 4 m, las parcelas restantes (22%) tienen espaciamientos mínimos de 3 x 3 m y máximos de 5 x 5 m. La edad promedio de los cacaotales fue 15,42  $\pm$  12.13 años (1-50 años). Las podas de mantenimiento se realizan una vez al año por el 80% de los productores; el 60% de los productores aplicó poda de rehabilitación al menos una vez durante la vida de las plantaciones mayores de 10 años. La topografía de la mayoría de las parcelas (66%) es plana, 20% son onduladas y con pendientes menores de 30% y 14% tienen pendientes mayores del 30%. La mayoría de los productores (84%) consideraron buenos los suelos de sus parcelas; los restantes (16%), los consideran muy secos. Los árboles en las parcelas tienen una distribución desordenada en el 80% de las parcelas y sistemática con diferentes espaciamientos en el 20% de las parcelas. Los productores mantienen poca o media sombra en sus cacaotales.

Los productores mencionaron 87 especies arbóreas presentes en sus cacaotales, la mayoría de estas especies (75%) estuvo presente en menos de cinco parcelas (Anexo 9). La mayor parte de las parcelas tuvieron una baja diversidad de especies (Figura 12). El 30% (29) de las especies presente en los cacaotales fueron consideradas indeseables para sombra del cacao, principalmente las heliofitas de crecimiento rápido (motacú –*S. princeps*–, ambaibo –*Cecropia* spp.–, toco blanco –*Schizolobium parahyba*–, villca blanca –*Acacia* spp.– y llausamora –*Heliocarpus americanus*–) fueron consideradas indeseables por todos los productores que la tuvieron en sus parcelas (Anexo 9). Para las otras especies, su categoría de indeseable dependió del criterio utilizado por los productores, el cual varió, por ejemplo, el pacay estuvo presente en 26 parcelas y 5 productores (19%), las consideraron indeseables para sombra por su crecimiento rápido y la copa densa, en cambio, otros productores la consideraron buena para sombra temporal por el aporte de materia orgánica, sus frutos y su facilidad de poda. Por otro lado, el ceibo y mango (*Mangifera indica*) estuvieron presentes en 15 parcelas y

cinco productores (33%) las consideraron indeseables para sombra por su copa ancha y densa que produce mucha sombra, en cambio, el 40% de los productores las consideran buenas para sombra si se establece a bajas densidades (Figura 13).



**Figura 12.** Número de especies presentes en las parcelas de cacao de Alto Beni, Bolivia.



**Figura 13.** Especies indeseables para sombra en los cacaotales de Alto Beni, Bolivia.

Los productores mencionaron 56 especies arbóreas que quieren incluir para sombra del cacao, 43 de estas especies estuvieron presentes en los cacaotales de al menos cinco parcelas. Mara, huasicucho, cedro, roble, chima, quina quina y palta, fueron las especies más mencionadas.

#### 4.14. Características de las parcelas seleccionadas para proponer mejoras de doseles de sombra

Las diez parcelas seleccionadas para proponer prototipos de doseles de sombra eran representativas de los cacaotales del área de colonización donde se realizó el diseño. Cinco de las parcelas tuvieron cacao híbrido de 10 a 25 años, dos cacao injerto menor de dos años y una cacao nacional de cinco años; la densidad de plantación de cacao mas utilizada fue de 625 plantas/ha. La altitud de las parcelas varió entre 350 a 650 m, la mayoría tuvieron topografía plana, suelos buenos y vegetación lateral baja que no produce sombra al cacao, la cual estaba compuesta, principalmente, por cacao híbrido, cítricos, cultivos anuales, barbecho bajo, caminos o ríos. La madera, fruta y mejorar la fertilidad del suelo, fueron los principales usos y productos que esperan los productores de los árboles que componen el dosel de sombra (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Objetivos del productor, características del cacao y condiciones de sitio de las parcelas seleccionadas para proponer mejoras en los doseles de sombra.

Parcela	Características del cacao	Condición de sitio	Objetivo del productor
1	Híbrido, 12 años, 625 plantas/ha, medio auto-sombra, sin asocio a otros cultivos.	Plana, suelos buenos, VL baja al N, E, O y alta densa al S.	Madera, fruta, mejoramiento de suelo
2	Híbrido, 12 años, 816 plantas/ha, poco auto-sombra, sin asocio a otros cultivos.	Ondulada, con pendiente de E-O, suelos buenos, VL baja al N, E, O y alta densa al S.	Madera, fruta, mejoramiento de suelo
3	Híbrido, 20 años, 625 plantas/ha, medio auto-sombra, sin asocio a otros cultivos.	Plana, suelos buenos muy húmedos, VC baja al S y O y alta densa al N y E.	Madera, fruta, mejoramiento de suelo
4	Híbrido, 25 años, 625 plantas/ha, poco auto-sombra, sin asocio a otros cultivos.	Plana, suelos buenos, VL baja al E y O y alta densa al N y S.	Madera, fruta, mejoramiento de suelo
5	Injertos, un año, 555 plantas/ha, poca auto-sombra, asocio con naranja.	Plana, suelos buenos, VL baja al N, S y O y alta densa al E.	Madera, fruta, mejoramiento de suelo
6	Injertos, un año, 625 plantas/ha, poca auto-sombra, sin asocio a otros cultivos.	Pendiente de N-S, suelos buenos, VL baja al N, S y E y alta densa al O, nubosidad durante las horas de la mañana.	Madera
7	Híbridos 24 años, 625 plantas/ha, medio auto-sombra, sin asocio a otros cultivos.	Plana, suelos buenos, VL baja al E y O y alta densa al N y S	Madera, fruta, mejoramiento de suelo
8	Criollo cinco años, 400 plantas/ha, poco auto-sombra, asocio con banano.	Plana, suelos buenos, VL baja al S y E y alta densa N y O	Madera, fruta, medicina, ornamental, mejoramiento de suelo

#### **4.15. Doseles de sombra propuestos para diferentes condiciones del Alto Beni**

Los productores analizaron y propusieron ocho diseños de doseles de sombra. Los diseños se agruparon en cuatro prototipos de doseles representativos de las condiciones agro-ecológicas de los cacaotales del Alto Beni. Las propuestas de diseños de sombra incluyeron 44 especies, 15 eran maderables, 22 frutales, tres mejoradoras de suelo y cuatro para leña. Mara, chima, huasicucho, cedro y roble fueron las especies más recomendadas para sombra, porque aportan madera y frutas valiosas para el consumo del hogar y la venta (Anexo 10). Los diseños tienen dos a tres estratos de sombra; el estrato alto (mayor de 20 m) contiene la mayor diversidad de especies maderables de copas anchas y medianas, ralas y semi-densas, el intermedio (entre 10 y 20 m) incluye frutales y especies mejoradoras de suelo de copas medianas, densas y semi-densas (por ejemplo, pacay y motacú) y el bajo (< de 10 m), incluye, principalmente, frutas con copas medianas y pequeñas, y a bajas densidades. A continuación se describen los tipos de diseños de sombra propuesto para cacaotales de Alto Beni.

#### **Tipologías de doseles de sombra propuestos por los productores cacaoteros de Alto Beni.**

**1. Cacao con estrato simple.** Cacaotales adultos con densidades de 625 plantas ha<sup>-1</sup>, altitudes mayores de 600 m con topografía quebrada y con condiciones de nubosidad durante las primeras horas de la mañana. Dosel de sombra compuesto por menos de cuatro especies, con uno o dos estratos verticales de sombra, distribución espacial sistemática de 16 a 25 árboles ha<sup>-1</sup> y menos del 25% de sombra. Predominan especies maderables con copas grandes semi-densas y ralas.

**2. Cacao multiestratificado.** Cacaotales adultos con densidades de 500 a 625 plantas ha<sup>-1</sup>, altitudes entre 500 y 600 m, con topografía plana o pendientes menores de 30%; vegetación lateral de bosques primarios y tacotales altos. El dosel de sombra compuesto por más de 12 especies, tres estratos de sombra vertical, distribución espacial irregular con más de 100 árboles ha<sup>-1</sup> y de 35% a 45% de sombra. En el estrato alto predominan maderables con copas grandes densas y semi-densas, el medio y bajo está compuesto por frutales, medicinales, ornamentales y especies mejoradoras de suelo.

**3. Cacao con especies maderables y frutales.** Cacaotales adultos, densidades de siembra de 500 a 816 plantas ha<sup>-1</sup>, altitudes menores de 450 m con topografía plana a levemente ondulada, vegetación lateral baja compuesta por cultivos anuales y perennes. Dosel de sombra compuesto de 6 a 10 especies que forman dos a tres estratos de sombra vertical; distribución espacial homogénea con 40 a 100 árboles ha<sup>-1</sup> y 30% a 40% de sombra. En el estrato alto predominan maderables con copas

grandes densas y semi-densas, el medio y bajo por frutales y especies mejoradoras de suelo (leguminosas arbóreas como sombra temporal).

**4. Cacaotales jóvenes con especies maderables, frutales y sombra temporal.** Cacaotales menores de cinco años de edad, asociados con otros cultivos (musáceas o cítricos); densidades de siembra de 500 a 816 plantas ha<sup>-1</sup>; altitudes menores de 450 m con topografía plana a levemente ondulada; vegetación lateral baja compuesta por cultivos anuales y perennes. Dosel de sombra compuesto por 8 a 12 especies con tres estratos verticales; distribución espacial homogénea de 60 a 250 árboles ha<sup>-1</sup> y 45% de sombra. El estrato alto contiene especies maderables con copas grandes densas y semi-densas, frutales en el estrato medio y cultivos asociados en el estrato bajo.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Usos y productos de las especies para sombra

Los productores de Alto Beni seleccionan los árboles para sombra esperando obtener productos maderables, frutales y para recuperar la fertilidad del suelo, coincidiendo así con lo mencionado por otros autores que resaltaron la importancia de la utilidad de las especies en la selección de árboles para sombra (Duguma *et al.* 1999, Sánchez 1999, Suárez y Somarriba *et al.* 2003, Bentley *et al.* 2004, Gamarra Rojas *et al.* 2004). Las principales especies arbóreas seleccionadas para sombra en Alto Beni fueron árboles maderables y frutales con valor comercial y para el consumo del hogar, reforzando, de esta forma, sus objetivos para el uso de árboles para sombra del cacao. Resultados similares fueron mencionados por productores en el este de África y en Bahía, Brasil (Herzog 1994, Asare 2005, Norman 1999), donde árboles frutales y maderables son asociados al cacao y manejados como un cultivo que provee productos para el hogar y la venta.

Diferentes autores mencionan el uso de árboles asociados al cacao, que además de sombra provee de productos y servicios para el productor. Por ejemplo, en la región atlántica de Panamá y Costa Rica, los productores seleccionan de regeneración natural o plantan árboles de *Cordia alliodora* por su valor comercial y uso en el hogar (Pastrana *et al.* 1999, Matos *et al.* 2000). En Waslala, al noreste de Nicaragua, se utilizan maderables nativos y frutales comestibles (Sandino *et al.* 1999). La producción de frutas nativas es una actividad tradicional en la región sur del lago de Maracaibo, Venezuela, donde se asocia el cacao con una diversidad de frutas que provee de sombra al cacao y sirven para el consumo del hogar (Jaimez *et al.* 1999). En cacaotales colombianos se ha utilizado una diversidad de especies nativas para sombra, por su rápido crecimiento, fijación de nitrógeno, alto valor comercial

como madera y su adaptación a condiciones ambientales diferentes (Mejía 2000). Los productores cacaoteros en la región sur de México utilizan especies que aportan ingresos extras y semi-permanentes al hogar principalmente frutales, maderables, artesanía, construcción y usos medicinales (Ramírez Díaz 1997).

En África Central y Occidental el cacao se cultiva bajo bosques raleados donde se dejan especies forestales silvestres por proveer varios productos diferentes (Duguma *et al.* 1999). En la región de Bauli, Costa de Marfil, se encontraron especies arbóreas asociadas al cacao con usos para leña, construcción, medicina tradicional y comestibles, todos estos productos juegan un rol importante en la economía local (Herzog 1994). En Malasia y Brasil, el cacao se asocia con coco para obtener mayores ingresos monetarios (Paredes 1993, Almeida *et al.* 2002). En el sur de Bahía, Brasil, se ha utilizado la goma (*Hevea Brasiliensis*) como sombra permanente y en la Amazonía Brasileña, palmáceas nativas como asaí (*Euterpe precatoria*) y pejibaye (*Bractis gasipaes*) (Brito *et al.* 2002). En Pará, Brasil, los cacaotales se establecen con sombra temporal de banano, porque aportan ingresos a corto plazo, asimismo, se siembra caoba (*Swietenia macrophylla*), por la calidad de la madera y su alto valor comercial (CEPLAC 1999).

## **5.2. Criterios para selección de árboles para sombra**

Aunque la literatura menciona una lista de atributos o características deseables de los árboles para sombra (Medina 1950, Beer 1987, Geilfus 1994, Muschler 2000, Yépez 2002, Bellow y Nair 2003), los productores de Alto Beni, mencionaron como atributos importantes el uso (maderable, frutales, mejoradoras de suelo y medicinales), la familiaridad con la especie (conocida entre los productores) y la densidad de la copa. Las especies con copas ralas fueron preferidas sobre las de copas densas, sin embargo, el uso de la especie tuvo más peso en la selección; por ejemplo, la mara es preferida por su valor comercial en vez de la densidad y ancho de su copa, que no fue un criterio relevante para su selección; en cambio, el mango y los cítricos, aunque son frutas utilizadas para el hogar y para el comercio, algunos productores las consideraron indeseables para sombra. El mango, porque tiene copa ancha y densa que produce mucha sombra, y los cítricos, porque tienen copas bajas y densas que compiten con el cacao, esto refleja que los criterios de selección de árboles para sombra dependerán de los criterios de valor e importancia que le den los productores a las especies, que varía entre regiones, comunidades y productores (Asare 2005). Linkimer (2002) y Yépez (2002), en estudios realizados con productores de café que tradicionalmente manejan árboles de sombra, mencionaron una lista de criterios utilizados para la selección de árboles para sombra, se destacó la compatibilidad

con el cultivo, la rectitud y altura del fuste en maderables, los usos y la contribución a la biodiversidad. En general, la mayoría de los criterios reportados por los productores en estos dos estudios coincidieron con la literatura.

Los productores de Alto Beni identificaron 36 especies indeseables para sombra, destacándose las heleofitas de crecimiento rápido –comunes en los cacaotales de Alto Beni–, por su baja utilidad, interacción negativa con el cacao o por su alta densidad de sombra. Por ejemplo, la *Schelea princeps*, es la especie más abundante en los cacaotales (Quispe 2005), sus hojas y frutos son utilizados en el hogar, sin embargo, a los productores no les gusta para sombra por la densidad de su copa, prefieren eliminarlas de sus cacaotales y cuidarlas en otras áreas de la finca. Otras especie indeseables es la *Schizolobium parahyba* y la *Acacia* spp., ambas recomendadas para sombra en la década de 1980. Los productores mencionaron que *S. parahyba* hospeda insectos dañinos para el cacao y que la caída de sus ramas, producto de la autopoda, produce daño al cacao; mientras que la *Acacia* spp. reseca el suelo. En el Distrito de Praso, Ghana, los productores identificaron como indeseables para sombra los árboles de copa densa, porque resecan el suelo y compiten con el cacao por el agua del suelo. En cambio, en Costa de Marfil, los árboles indeseables son los que no tienen valor económico y no ayudan a mejorar las condiciones de fertilidad del suelo. En esta misma región, la *Elaies guinensis* fue considerada como indeseable porque atrae ardillas, asimismo el aguacate (*Persea americana*), porque aloja insectos dañinos para el cacao. En Camerún, los productores consideraron deseables los frutales que se pueden vender en el mercado (Asare 2005).

Los productores de Alto Beni, seleccionan para sombra 48 árboles maderables, 24 frutales, 8 mejoradoras de suelo y 3 medicinales. Otros estudios mencionan especies con estos mismos productos y servicios, pero el orden de preferencia de la especie varía dependiendo de la importancia económica, social y cultural. Por ejemplo en la región de Baoule en Costa de Marfil, los productores dieron más preferencia a las especies frutales por su valor en el comercio local y externo, seguido de la leña por la importancia en el hogar y tercero, los maderables y medicinales (Herzog 1994). Este mismo patrón fue mencionado por productores de la región sur del Lago de Maracaibo en Venezuela (Jaimez *et al.* 1999, Rondón 2002), y en Camerún, donde el dosel de sombra está compuesto principalmente por frutales que también tienen propiedades medicinales (Asare 2005).

Por otro lado, los productores de Talamanca, Costa Rica, dieron más prioridad a los maderables y frutales, seguido de las medicinales, artesanía y los árboles para ceremonias y ritos (Somarriba *et al.* 2003). Productores de café en la parte occidental de El Salvador, dieron importancia a los árboles que

aportan leña debido a la importancia de la leña en la economía del hogar (Escalante 1999). En Alto Beni, los productores identificaron árboles utilizados para leña, la mayoría de regeneración natural que crecen en áreas desmontadas, pero estas especies no son consideradas útiles para sombra porque se pueden cuidar o cultivar en otras áreas de la finca.

### **5.3. Conocimiento local sobre las especies para sombra**

El conocimiento local no es uniforme debido a que su modo de transmisión es variables entre comunidades (Chambers 1996, Veldhuizen *et al.* 1997). En Alto Beni, el conocimiento sobre árboles para sombra y la preferencia de especies es similar y podría considerarse uniforme debido a la influencia de factores externos (programas de extensión y capacitación locales y externos) con un mismo patrón de recomendación; a los aspectos culturales y sociales de la población (inmigrantes de una región ecológica diferentes al Alto Beni –zona templada-, sin bagaje de conocimiento en cultivos tropicales, lo cual influyó en la forma de adopción, experimentación y transmisión de la información); y a la apertura de los programas de capacitación en los últimos años, que benefician a la mayoría de los productores cacaoteros. Durante los últimos cuatro años los productores tienen igual acceso a información sobre las especies arbóreas, que les permite conocer e identificar el valor maderable, frutal y medicinal de los árboles más mencionados. EL CEIBO es la organización líder en la asistencia técnica a los productores, desde su creación en 1977, tiene programas de capacitación dirigidos exclusivamente a sus asociados. A partir del 2000 vende, distribuye y capacita a los productores para que planten árboles en asocio con el cacao, las musáceas y cítricos; los productores no asociados a EL CEIBO tienen acceso y reciben los beneficios de este programa (Crespo 2004). A partir del 2003, el Proyecto Cacao Orgánico (PCO) conformado por EL CEIBO, PATAG Y CATIE, distribuye especies arbóreas para asociar con el cacao y capacita a unos 2.000 productores de cooperativas y asociaciones (PCO 2003).

En este estudio, los productores conocieron y priorizaron 60 árboles que pueden ser utilizados para sombra. Las especies más importantes fueron recomendadas por técnicos externos y locales en años anteriores, lo cual indica que el conocimiento local sobre especies arbóreas para sombra se ha generado a través de experiencias locales e información externa que ha sido transformada por la población e incorporada a su modo de vida (Veldhuizen *et al.* 1997). *Swietenia macrophylla* fue la especie más conocida y preferida por los productores, esta especie es plantada en los cacaotales desde 1980 por recomendación de EL CEIBO; es la especie maderable más abundante en las plantaciones de cacao (Quispe 2005). Los otros maderables (*C. odorata*, *A. caerensis*) son recomendados e



introducidos en las plantaciones de forma aislada a partir de 1993, también por recomendación de EL CEIBO y con más intensidad de 1996 a 1998, con el establecimiento de los MES en parcelas de socios de la cooperativa EL CEIBO (Obrador 2002, Yana y Weinert 2003).

*Bactris gasipaes* y *Persea americana* son los frutales preferidos por los productores y los más abundantes en las parcelas de cacao (Quispe 2005). Ambas especies fueron anteriormente recomendadas para asociarlas con el cacao, por el valor nutritivo y comercial de sus frutos. Estas especies son muy cultivadas y consumidas por agricultores en muchas regiones tropicales de América y se asocian comúnmente con cultivos perennes por el valor de sus frutos y para proveer sombra. Los productores de cacao en Talamanca y Bocas del Toro en Panamá, comúnmente utilizan la *B. gasipaes* en asocio con el cacao, porque es una especie con copa pequeña y sombra rala y sus frutos son tradicionalmente consumidos por la población (Méndez *et al.* 1999, Trujillo *et al.* 2003, Suatunce *et al.* 2003). La *P. americana*, aunque tiene copa densa, es muy apreciada por sus frutos, se encuentra presente en cacaotales y cafetales mexicanos (Ramírez Díaz 1997, Yopez 2002), en cacaotales de la región del lago de Maracaibo en Venezuela (Jaimez *et al.* 1999) y en cafetales en Matagalpa, Nicaragua (Méndez y Bacon 2005).

Las especies mayormente mencionadas para el mejoramiento de suelos tuvieron el siguiente orden de priorización: *Inga edulis* > *Erythrina poeppigiana* > *Ceiba speciosa* > *Jacaratia digitata*. Las dos primeras son árboles leguminosos ampliamente conocidos como mejoradores de suelo. *I. edulis* fue recomendada para sombra en la década de 1960 y nuevamente en 1980 y 1990, esta vez junto con la *E. poeppigiana*. Sin embargo, por la falta de manejo de estas especies, su uso para sombra fue bajo. Con la promoción de los MES en 1996, se capacitó a los productores en el manejo de estas especies (poda durante los primeros años), lo cual los motivó para utilizarlas como mejoradoras de suelo. Ambas especies son muy utilizadas para sombra en plantaciones de cacao y café en Panamá y Costa Rica (Pastrana *et al.* 1999, Linkimer 2002). En Ecuador, *I. edulis* es apreciada como sombra temporal por su rápido crecimiento y fácil manejo (Bentley *et al.* 2004). *C. speciosa* y *J. digitata* son especies nativas preferidas porque, según los productores, ayudan a mantener la humedad de los suelos. El género *Ceiba* ha sido mencionado como especie deseable para mantener la humedad del suelo por productores del este de África, sin embargo, los técnicos no consideran esta especie como buena para sombra porque es hospedadora de enfermedades (Asare 2005).

#### 5.4. Origen del dosel de sombra en Alto Beni

En Alto Beni, el uso de sombra en cacao ha sido un proceso dinámico y secuencial originado por los servicios de extensión local y externo que promovieron la producción de cacao sin sombra. El cultivo de cacao en Alto Beni data de más de 100 años, los padres Franciscanos recomendaron el establecimiento del cacao en pequeñas parcelas sin sombra ni manejo. La colonización de Alto Beni por agricultores, principalmente de la región andina a partir 1961, estableció cacao sin sombra apoyada por los servicios de extensión del gobierno de Bolivia. A partir de 1961, la mayoría de los bosques fueron chaqueados y quemados para el establecimiento de granos básicos y cacao sin sombra (Somarriba 2002b). Luego, estos mismos servicios de extensión recomendaron el uso de pacay (leguminosa arbórea) para sombra del cacao. La irregularidad y falta de seguimiento de la asistencia técnica a los productores colonizadores que no tenían experiencia en el cultivo de cacao, promovió la producción masiva de cacao sin sombra. No obstante, después de 1980, se realizaron diversos esfuerzos locales y externos para promover el uso de árboles de sombra (Crespo 2004).

En otras regiones productoras de cacao del mundo, al igual que en Alto Beni, los servicios de extensión han promovido la producción de cacao sin sombra entre productores migrantes y nativos. Por ejemplo, en Costa de Marfil, África (mayor productor de cacao del mundo) a finales de 1970, el Estado apoyó la migración masiva de agricultores provenientes de las sabanas del centro y norte de la costa de Marfil y de la vecina Burkina Faso, e introdujo cambios técnicos que promovieron el cambio de sistemas agroforestales de cacao a monocultivos como una fuente de empleo y divisas. En esta región grandes extensiones de bosque fueron cortados y para establecer cacaotales sin sombra (Ruf y Schoroth 2005, Asare 2005). En la provincia de Moa, Sulawesi-Indonesia, los productores establecen cacao en campos desmontados, sin sombra, con el objetivo de asegurar la propiedad de la tierra y obtener ingresos económicos a corto plazo debido a limitaciones de tierras disponibles y la cercanía de parques nacionales que les impide expandir la frontera agrícola (Belsky y Siebert 2003). En la costa pacífica del Ecuador se cultiva cacao con sombra de árboles plantados hace 40 años, los cuales dan la impresión de ser remantes del bosque natural. El bosque original fue cortado para el establecimiento de bananos, caña y cultivos anuales, posteriormente se estableció cacao (Boa *et al.* 2000). Contrario a Costa de Marfil, Ghana y Sulawesi, en Bahía en Brasil, los sistemas Cabruca, que datan de mas de 100 años, se caracterizan por su alta diversidad de especies arbóreas remanentes del bosque original; en esta región, el cacao se estableció luego del raleo del bosque original (Ruf y Schoroth 2005).

En Camerún, así como en los sistemas Cabruca en Brasil, el cacao crece en sistemas naturales con una alta diversidad de árboles de sombra. La presencia de productores indígenas nativos y los servicios de extensión del gobierno recomendaron el uso de sombra, favoreciendo de esta forma la prevalencia de dichos sistemas. Otras regiones de Camerún con altos niveles de inmigrantes siguen un patrón de cultivo de cacao sin sombra o poca sombra, similar a Costa de Marfil y Ghana. En Alto Beni, al igual que en otras regiones cacaoteras, conforme los productores experimentan y conocen los beneficios y el manejo del nivel de sombra adecuado para la productividad del cacao, están dispuestos a experimentar con diversos doseles de sombra que favorezcan la producción del cacao, la sostenibilidad económica y ecológica a largo plazo y la obtención productos y beneficios para el hogar y la venta.

### **5.5. Niveles de sombra para cacaotales**

Los niveles de sombra adecuada para el cacao dependerán de las características del cultivo, del sitio, así como de las especies de árboles de sombra utilizadas por sus características de altura, ancho y densidad de copa (Somarriba 2005). La sombra que recibe el cultivo proviene de los árboles que componen el dosel de sombra, la auto-sombra del cacao y los árboles altos que componen la vegetación lateral de las plantaciones. Agrónomos cacaoteros recomiendan para cacaotales jóvenes entre 50% y 60% de sombra y disminuirlos paulatinamente hasta niveles de 25% y 40% conforme la planta aumenta su follaje y produce auto-sombra (Enriquez 1987, Mejía 2000, Silva 2001). Estos niveles de sombra deben mantenerse bajos durante la floración, el llenado y la maduración de los frutos, etapa donde el cacao requiere más radiación solar (Alvim 1977).

El análisis conjunto de las características que intervienen en la selección de la sombra adecuada, permite conocer el nivel de sombra para un cacaotal particular. En este estudio se analizaron individualmente 18 características. Para la mayoría de ellas, los productores seleccionaron el nivel de poca sombra (de 10% a 25%) o media sombra (de 30 a 45%), escogiendo uno u otro nivel dependiendo de las características del cultivo o sitio. Los productores conocen las interacciones sombra-productividad, pues la mayoría de las características del cultivo afectan la productividad (fenología, llenado y maduración de frutos y cosecha), por ello, prefieren el uso de poca sombra, el cual señala que a mayor densidad de sombra disminuyen los rendimientos cacao.

En la cosecha, la selección de bajos niveles de sombra también está vinculada a la incidencia de plagas y enfermedades que afectan el fruto, como el chinche (*Monalonion dissimulatum*) y la

mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), las cuales presentan sus índices más altos de incidencia en los meses más fríos y nubosos (abril-junio), que coinciden con la cosecha del cacao. Belsky y Siebert (2003) y Ruf y Schroth (2004), han señalado que las plagas y enfermedades del cacao son las principales razones por las que los productores mantienen bajos niveles de sombra o ninguna sombra en los cacaotales. La fertilidad del suelo también fue un factor relevante en la determinación de niveles de sombra. Los productores aumentan la sombra en presencia de suelos con baja fertilidad, esperando mejorar las condiciones del suelo con el aporte de materia orgánica a través de los árboles.

Otro factor relacionado con la selección de bajos niveles de sombra, es la edad del cacao y el manejo tradicional. Los cacaotales híbridos son viejos (de 20 a 40 años) y altos (de 6 a 8 m), con copas cerradas que dificultan las podas, las cosechas y el control de enfermedades; la intensidad de manejo es baja, la poda se realiza poco y de forma leve (se cortan sólo ramas pequeñas), lo cual resulta en mucha auto-sombra y baja productividad (Somarriba 2002b). Los cacaotales necesitan de poda de renovación, de mantenimiento y sanitarias para aumentar su productividad. Los productores no están acostumbrados a un manejo regular e intensivo de las plantaciones y tienen poca tradición en el manejo de cacao con sombra. Por lo tanto, el uso de árboles de sombra está condicionado al manejo que le den los productores a las plantaciones.

Los productores no utilizan los principios de la MDDS en el diseño, el establecimiento y el manejo de la sombra, lo cual se refleja en la poca coincidencia entre la selección de niveles de sombra y la recomendación técnica. Las recomendaciones sobre el uso de árboles para sombra iniciaron en 1961, pero estuvieron dirigidas hacia la selección e introducción de árboles con potencial para sombra. El manejo del dosel de sombra no es generalizado entre los productores, en las parcelas donde se realiza es irregular y consiste en la eliminación por anillamiento de los árboles que producen mucha sombra. La poda tampoco es una actividad común, sólo fue mencionada entre productores que tuvieron parcelas MES, es decir, parcelas multiestratos. El manejo tecnificado de la sombra a través de diseños con arreglos bien estructurados, tanto espaciales como temporales, inició en el 2003 con el establecimiento de parcelas demostrativas en fincas de productores (Mesén 2003).

## **5.6. Evaluación de la Metodología de Diagnóstico y Diseño de Doseles de Sombra**

El Diagnóstico y Diseño es una herramienta utilizada en numerosas investigaciones para aumentar la participación de los productores en la investigación, extensión y el desarrollo de las comunidades rurales (Nair 1993, Raintree 1994, Melnyk 1997, Veldhuizen *et al.* 1997, Somarriba *et al.* 2003, Vega

2005). Sin embargo, para garantizar la participación del productor, se requiere del desarrollo de técnicas y herramientas eficaces que permitan una buena comunicación entre investigadores y productores (Raintree 1994). Los productores en Alto Beni, autodiagnosticaron sus parcelas de cacao utilizando una lista de preguntas generadas por la MDDS. El autodiagnóstico permite el análisis de los problemas de la comunidad y del productor, así como revalorizar los recursos positivos y negativos existentes para encontrar posibles soluciones (Moncayo 1991). En este estudio, el autodiagnóstico de las parcelas de cacao permitió a los productores analizar su parcela de cacao pensando en sus objetivos y en los requerimientos de sombra de su cacaotal. Según Ortiz (1999), las metodologías de enseñanza y capacitación que utilicen como herramientas de aprendizaje los elementos conocidos por los productores, tienen más éxito que cuando se utilizan sólo los elementos externos.

### **5.7. La MDDS en la recolección de información, caracterización y diseño de sombra**

El uso de la MDDS para evaluar la preferencia de los productores sobre niveles de sombra y el conocimiento sobre especies arbóreas para sombra, fue aceptable. La metodología es dinámica, flexible y permite ajustarse a las condiciones sociales y culturales de la población (Moncayo 1991, Mikkelsen 1997). Sin embargo, se debe considerar que para el uso de la metodología en la obtención de información se deben diseñar herramientas prácticas, sencillas y dinámicas que faciliten una comunicación fluida y concisa entre el facilitador y el productor (Geilfus 1997). La mala aplicación de la metodología y la comunicación con los productores puede distorsionar los resultados de la investigación (IPRA/CIAT 1998), incluso, fallas probables en la comunicación con los productores pueden deberse a que no entiendan bien los conceptos que se exponen o por diferencias socioculturales del grupo, como la edad, la educación, el género, etc. (Geilfus 1997, Ortiz 1999). La presentación de las preguntas, paulatina y secuencialmente, con ejemplos relacionados con su contexto local, facilitó la comprensión de los productores y su interés por las características que influyen en la selección del nivel de sombra. Cuando los productores conocen los conceptos y la importancia del tema que se está tratando, están más interesados en cambiar y adoptar métodos nuevos (Ortiz 1999).

La aplicación de la metodología para recopilar el conocimiento local utilizando talleres, permitió la obtención de información rápida con un mayor número de productores, pero no se profundizó en el conocimiento del productor. Por lo tanto, la triangulación de los datos mediante diferentes fuentes de información amplía la validez de los de la investigación (Veldhuizen *et al.* 1997, Ruiz 2003). La

observación participante, los recorridos guiados y las entrevistas informales son fuentes de información complementaria a los talleres participativos (Maundu 1996, Martín 1997, Ruiz 2003).

El uso de la metodología en el autodiagnóstico de los cacaotales y en los diseños de doseles de sombra permitió a los productores autodiagnosticar sus cacaotales y pensar en mejoras para el dosel de sombra. La participación activa de los productores en la toma de decisiones permite una mayor adopción de tecnologías externas (IPRA CIAT 1998). La investigación y aplicación de nuevas prácticas debe partir de la base del conocimiento de la comunidad utilizando la experiencia de los productores (Chambers 1996, Ortiz 1999). Actualmente, el concepto “sombra para cacao” es parte del bagaje cultural de los productores; por lo tanto, se hace necesario formular programas de capacitación y extensión para el uso de la MDDS, acordes con las condiciones y necesidades de los productores cacaoteros del Alto Beni.

## **6. CONCLUSIONES**

Los productores de Alto Beni prefieren especies para sombra que aporten ingresos adicionales y que mejoren las condiciones de fertilidad del suelo. Los árboles preferidos para sombra son los maderables, frutales y leguminosas nativas con valor comercial y para uso en el hogar; las principales especies seleccionadas fueron: mara, cedro, roble, chima, huasicucho, palta, ingas, quina quina y toco colorado. No se encontraron diferencias estadísticas entre el conocimiento de especies arbóreas para sombra y la priorización de especies entre organización (cooperativas y asociaciones), género y origen del productor (inmigrantes y nativos). Los principales criterios para la selección de especies para sombra fueron el uso, la familiaridad con la especie y la densidad de la copa; los árboles con copas ralas fueron preferidos sobre las copas densas, pero el uso de las especies fue el criterio más relevante en la selección de árboles para sombra. Los productores conocen las características de ancho, densidad y altura de la copa, así como la fenología y rapidez de crecimiento de las especies más utilizadas y frecuentes en las fincas. Sin embargo, estas características no son tomadas en cuenta en el diseño, establecimiento y manejo del dosel de sombra. En este contexto, se requiere realizar más estudios para identificar específicamente los criterios locales de selección de especies para sombra, contrastándolo con los atributos reportados por la literatura.

Los productores seleccionan poca a media sombra para utilizar en sus cacaotales con diferentes características del cultivo y sitio. Hubo poca coincidencia entre los niveles de sombra mencionados por los productores y lo reportado por la información técnica, sólo dos características coincidieron en

más del 90% con la recomendación técnica (altura y distribución de la sombra). Los productores no establecen ni manejan la sombra considerando los criterios de la MDDS. El único manejo que recibe el dosel de sombra es el raleo de los árboles, este manejo es esporádico e irregular y se realiza cuando los productores consideran que los árboles están produciendo mucha sombra que perjudica la productividad del cacao.

La MDDS permitió identificar los objetivos de los productores para utilizar sombra, así como el conocimiento sobre los niveles y las especies para sombra, lo cual fue una herramienta práctica en el autodiagnóstico de cacaotales y diseños de doseles de sombra. Ambas aplicaciones de la MDDS (recopilar el conocimiento de los productores y realizar el autodiagnóstico de los cacaotales y diseño de sombra), tuvieron un componente de capacitación que motivó a los productores a participar en los talleres y mostrar interés en recibir capacitaciones que les permitiera utilizar de forma eficiente la MDDS para autodiagnosticar sus fincas y elaborar un plan de mejoramiento del dosel de sombra de su cacaotal. Los talleres participativos permitieron recopilar información rápida y precisa con un mayor número de productores. Herramientas gráficas, dinámicas participativas, preguntas sencillas hechas en el lenguaje local y ejemplos explicativos que identificaran el contexto en el que se desenvuelve el productor (parcelas típicas de cacao, árboles de sombra conocidos), facilitó la comunicación entre los productores y el facilitador y permitió mantener el interés entre los productores sobre la utilidad de la metodología. Cabe destacar que la MDDS es una herramienta de aprendizaje que puede ser utilizada de forma individual o grupal.

Los enfoques participativos son esenciales para aplicar y discutir la metodología MDDS con los productores, su éxito dependerá de las herramientas de facilitación empleadas en la comunicación con los productores, que deben ser adecuadas al contexto local donde se aplique la MDDS. Previo a la aplicación de la metodología, se deben utilizar métodos que permitan conocer aspectos sociales y culturales de la población, por ejemplo, la observación participante complementada con recorridos por las fincas y entrevistas a profundidad, son métodos prácticos y sencillos que ayudan a entender los aspectos sociales, culturales y agronómicos del cultivo, lo cual facilita el desarrollo de herramientas acordes con las condiciones locales. Los talleres participativos son adecuados si se utilizan herramientas prácticas de acuerdo con el contexto local. La experiencia sugiere que los métodos que emplean como herramientas de capacitación elementos conocidos por los productores y que valorizan el conocimiento tradicional o local, pueden contribuir a lograr un mejor entendimiento e interés entre los productores. Se recomienda iniciar un plan de capacitación para los productores de

Alto Beni, el cual les permita autodiagnosticar sus cacaotales y establecer diseños de sombra utilizando los principios de la MDDS.

## 7. LITERATURA CITADA

- Alvim, P; Kozlowski, T. 1977. Ecophysiology of Tropical Crops. ACADEMIC PRESS. London, UK. p 279 –313.
- Almeida, CMVC de; Willy, M; Sena-Gomes, A.R; Matos, PGG de. P. 2002. Sistemas agroflorestais com o cacaueriro como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas, no estado de Rondônia, Brasil. *Agrotrópica*. 14 (3): 109-120.
- Arévalo Gardini, E; Zuñiga Cernades, L; Arévalo Arévalo, C; Adiazola del Aguila, J. 2004. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía Peruana. Tarapoto-Perú. Lima, Perú. 184 p.
- Asare, R. 2005. Cocoa agroforests in West Africa: a look at activities or preferred trees in the farming systems. *Forest & Landscape Working Papers* no. 6-2005. World Cocoa Foundation.
- Beck, S. 1988. Las regiones ecológicas y las unidades fitogeográficas de Bolivia. In *Manual de Ecología*, Instituto de Ecología. UMSA, La Paz, Bolivia. Pág. 233-271.
- Beer, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry systems*. 5: 3-37.
- \_\_\_\_\_. Harvey, C; Muhammand, I; Harmand, J. M; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*. 10 (37-38): 80-87.
- Belsky, J.M; Siebert, SF. 2003. Cultivating cacao: Implications of sun-grown cacao on local food security and environmental sustainability. *Agriculture and Human Values*. 20: 277-285.
- Bellow, J.G; Nair, PKR. 2003. Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry systems. *Agricultural and Forest meteorology*. 114: 197-211.
- Bentley, J.W; Boa, E, Stonehouse, J. 2004. Neighbour trees: Shade, intercropping and cacao in Ecuador. *Human Ecology* 32 (2): 241-269.
- Brito, A.M de; Silva, GCV da; Almeida, CMVC de; Matos, PGG de. 2002. Sistemas Agroflorestais com o cacaueriro: Uma tentativa de busca do desenvolvimento sustentável do Estado do Amazonas, Brasil. *Agrotrópica*. 14 (2): 61-72.
- CEPLAC. 1999. Agroforestería en la comisión ejecutiva de planeación de la actividad cacaotera. *Agroforestería en las Américas*. 6 (22): 31-32.
- Chambers, R. 1996. *Rural Development: Putting the last first*. Longman, Malaysia. 246 p.
- Chevalier, J. 2004. *El Sistema de Análisis Social (SAS)*. Cartelon University Ottawa, Canadá. 367 p. Consultado el 20 noviembre 2005. Disponible en : <http://www.sas-pm.com>.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). *Manual para la evaluación de tecnología con productores*. IPRA, CIAT. 101 p.
- Cowell, R.K. 2004. *Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from simples*. Versión 7. User guide and applications. <http://viceroy.eeb.econnu.edu/eEstimates>
- Current, D; Lutz, E; Scherr, S. 1995. Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: Experiencias en América Central y el Caribe. Serie Técnica. Informe técnico N° 268. CATIE, IFPRI, Banco Mundial y PNUD. Turrialba, Costa Rica. 39 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.



- Enríquez, G. 1987. El cultivo del cacao para agricultores. UNED. San José, Costa Rica. 117 p.
- Gamarra Rojas, G; Galvão Freire, A; Macedo Moreira, J; Almeida, P. 2004. Las frutas nativas, testimonio del hambre a exquisiteces en la mesa. *Revista de Agroecología LEISA* 20 (1): 5-8.
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol 1. Principios y Técnicas. Editorial Enda-Caribe. Turrialba, Costa Rica. 657 p.
- \_\_\_\_\_. 1997. 80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico Planificación Monitoreo Evaluación. IICA-Holanda/LADERAS C.A, GTZ. San José, Costa Rica. 207 p.
- Greenberg, R; Bichier, P; Sterling, J. 1999. Biodiversity in the cocoa agroecosystem. Shade management and landscape consideration. *Bioscience* 42: 354-362.
- Guaricocha, G; Harvey, C; Somarriba, E; Krauss, U; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8 (8): 7-11.
- Herzog, F. 1994. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d' Ivoire. *Agroforestry systems*. 27 (3): 259-267.
- InfoStat, 2004. InfoStat, versión 2004. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera edición, Editorial Brujas Argentina. 318 p.
- Jaimez, RE; Franco, W. 1999. Producción de hojarasca, aporte en nutrientes y descomposición en sistemas agroforestales de cacao y frutales. *Agrotropica* 11 (1): 1-8.
- Karremans, J. 1994. Sociología para el Desarrollo. Métodos de Investigación y Técnicas de la entrevista. Serie Técnica. Informe técnico N° 228. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 50 p.
- 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.
- López, M.A. 2001. Asistencia técnica y capacitación en sistemas agroforestales tipo multiestratos. Departamento de promoción económica. Publicación N° 11/01. ALADI. Montevideo, Uruguay. 50 p.
- Loza, H; Méndez, M. 1981. Apuntes sobre colonización. Segunda parte. La colonización en Alto Beni. La Paz, Bolivia. p 51-150.
- Lujan, R.F. 1992. Dinámica de doseles de tres especies de leguminosas de sombra y efectos sobre la fenología de seis cruces interclonales del cacao. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 101 p.
- Martín, G.J. 1997. Etnobotánica. Manual de métodos. WWF-UK, UNESCO. Editorial Norman, Montevideo, Uruguay. 240 p.
- Matos, E.N de; 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.
- Maundu, P. 1996. Metodologías para recolectar y compartir los conocimientos locales. Un estudio de caso. *Bosques, Árboles y Comunidades Rurales*. 27: 32-36.
- Mejia, L.A. 2000. Aspectos Ecofisiológicos relacionados con el cultivo del cacao. CORPOICA. En: Tecnología para el mejoramiento del Sistema de producción del cacao. Com. L.A. Mejia; O. Argüello. Bucaramanga, Colombia. p 26-32.
- Melnyk, M. 1997. Manual de métodos de campo. Herramientas de Diagnóstico para apoyar los Sistemas de Manejo Conjunto de Bosques. USAID, FAO. Turrialba, Costa Rica. 106 p.
- Méndez, V. E; Ortiz, M. 1999. Caracterización de la comunidad Ngöbe de Valle de Risco, Bocas del Toro, Panamá. *Revista Forestal Centroamericana*. 28: 32-36.
- Méndez, V.E; Bacon, C. 2005. Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. *LEISA, Revista de Agroecología*. 20: 4. 27-30.
- Mesén, F. 2003. Informe de consultoría al proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni. En: Modernización de la Cacaocultura Orgánica de Alto Beni. Informes de consultorías Vol. 3. p 102-139.

- Mikkelsen, B. 1997. Methods for development work and research. A guide for practitioners. Thousand Oaks, California. 295 p.
- Milz, J. 2001. Guía para el establecimiento de Sistemas Agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. DED, CARE- MIRNA. La Paz, Bolivia. 91 p.
- Moncayo, R. 1991. Lecturas de extensión. Los campesinos y la participación. Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Quito, Ecuador. 193 p.
- Muschler, R. 2000. Árboles en cafetales. Módulo de enseñanza agroforestal. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 139 p.
- Mussak, M; Alarman, J. 1989. Farmers' production of timber trees in the cacao-coffe region of coastal Ecuador. *Agroforestry Systems* 9: 155-170.
- Nair, P. K. R. 1993. An introduction to agroforestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 499 p.
- Norman, J. 1999. Conservation in Brazil chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa Agroecosystem. *Environmental Management*. 23 (1): 31-47.
- Obrador, P. 2002. Informe de evaluación de la experiencia multiestrato en Alto Beni, Bolivia. ded-IIAB. Sapecho, Alto Beni. Bo. 38 p.
- Ortiz, O. 1999. Understanding interactions between indigenous knowledge and scientific information. *Indigenous Knowledge Development Monitor*. 7 (3): 7-10.
- Paredes, A. 1993. Asociación de cacao con palmacéas. Seminario regional "Sombras y cultivos asociados al cacao". Ed. P. Mora. p 81-90. lugar.
- Pastrana, A; Lok, R; Ibrahim, M; Víquez, E. 1999. El componente arbóreo en sistemas agroforestales tradicionales de los indígenas Ngöbe, La Gloria, Changuinola, Panamá. *Agroforestería en las América*. 6 (23): 69-71.
- PCO (Proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica de Alto Beni). 2003. Documento de línea base. 198 p.
- PIAF (Programa de Implementaciones Agroecológicas y Forestales, El Ceibo). 2001. Sub-Programa de Aprovechamiento Forestal. Guía de especies forestales del Alto Beni. Sapecho. 196 p.
- Quelca, A. 2005. Percepciones y valoración de los productores cacaoteros del Alto Beni sobre el Sistema Agroforestal Multiestrato (SSME). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA 154 p.
- Quispe, J. 2005. Estudio de la diversidad de componentes de dosel de sombra en el cultivo del cacao en Alto Beni. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. (En preparación).
- Raintree, J. 1994. Participación de los agricultores en la selección de las prioridades de la investigación agroforestal en las granjas. *Unasyuva*. 45: (177).
- Ramírez Díaz, FJ. 1997. Sistema agroindustrial cacao en México y su comportamiento en el mercado. Universidad Autónoma de Chapingo (CIESTAAM). Chapingo, México. 161 p.
- Rice, R.A; Greenberg, R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29:167-173.
- Rietbergen-McCracken, J. 1998. Participation and Social assessment. Tools and Techniques. The World Bank. Washington. D. C. USA. 347 p.
- Rondón, O.M. 2002. Caracterización del potencial para la producción de cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.) en los municipios Cagigal y Arismendi del Estado Sucre, Venezuela. Tesis Mag. Sc.Turrialba, Costa Rica. CATIE. 108 p.
- Ruf, F; Schroth, G. 2004. Chocolate forests and monoculture: a historical review of cocoa growing and its conflicting role in tropical deforestation and forest conservation. *In Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscape*. In Schroth, GA; Fonseca, G; Harvey, C; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, AMN. Editores press. Washington, D.C. pp 107-134.
- Ruiz Olabuénaga, JI. 2003. Metodología de investigación cualitativa. Universidad de Deusto Bilbao 3ª Edición. Bilbao, España. p 165-189.
- Sánchez, J. 1999. Cacaotero por más de veinte años. *Agroforestería en las Américas*. 6 (22): 5-6.
- Sandino, D; Grebbe, H; Malespín, M. 1999. Desarrollo agroforestal con cacao en Waslala, Nicaragua.

- Agroforestería en las Américas. 6 (22): 29-30.
- Servicio Agrícola Interamericano. 1960. Summary of reconnaissance survey Alto Beni. Resettlement Project. La Paz, BO. p 1-13.
- Silva Neto PJ. 2001. Sistema de produção de cacau para a Amazônia Brasileira. Belem. CEPLAC, Brasil. 125 p.
- Somarriba, E; Domínguez, L. 1994. Maderables como alternativa par la substitución de sombra en cacaotales establecidos. Manejo y crecimiento. Serie técnica. Informe Técnico N° 240. 95 p.
- \_\_\_\_\_. 2002a. Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. Agroforestería en las Américas. 9 (35-36): 86-94.
- \_\_\_\_\_. 2002b. Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni. Informe técnico 2002. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- \_\_\_\_\_. Harvey, C. 2003. Como integrar simultáneamente producción sostenible y conservación de la biodiversidad en cacaotales orgánicos indígenas. Agroforestería en las Américas. 10 (37-38):12-17.
- \_\_\_\_\_. Trivelato, M; Villalobos, M; Suárez, A; Benavides, P; Moran, K; Orozco, L; López, A. 2003. Diagnóstico agroforestal de pequeñas fincas cacaoteras orgánicas de indígenas Bribi y Cabécar de Talamanca. Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 10 (37-38):24-35.
- \_\_\_\_\_. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales? Agroforestería en las Américas. 41-42: 122-130.
- Suárez, A; Somarriba, E. 2003. Aprovechamiento sostenible de madera de cordia alliodora de regeneración natural en cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 9 (35-36): 50-54.
- Suatunce, P; Somarriba, E; Harvey, C; Finegan, B. 2003. Composición florística y estructura de bosques y cacaotales en los Territorios Indígenas de Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en la Américas. 10 (37-38): 31-35.
- Trujillo, L; Somarriba, E; Harvey, C. 2003. Plantas útiles en las fincas cacaoteras de indígenas Bribi y Cabécar de Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en la Américas. 10 (37-38): 36-41.
- Valverde, J; Zappacosta, M. 1997. Configuración sociocultural y producción de conocimientos campesinos. Bosques, Árboles y Comunidades Rurales. 30-31:56-65 .
- Veldhuizen, L van; Waters-Bayer, A; Zeeuw, H de. 1997. Developing technology with farmers. A trainer's guide for participatory learning. Zed Books LTD. London and New York. 230 p.
- Yana, W; Weinert, H. 2003. Técnicas de sistemas agroforestales multiestratos. Manual Práctico. CEFREC, PIAF-CEIBO. Alto Beni, Bolivia. 59 p.
- Yépez, 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.

## **V. ANEXOS**

### **Anexo 1. Guía de entrevistas con informantes claves**

#### **1. Origen y manejo de la sombra**

Tiempo de utilizar sombra en los cacaotales  
Origen de las especies (plantadas o de regeneración natural)  
Manejo de la sombra  
Uso de podas, cuáles especies en que intensidad?  
Uso de raleos, cuáles especies en que intensidad?  
Capacitaciones sobre establecimiento y manejo de la sombra

#### **2. Usos y beneficios de los árboles de sombra**

Criterios para la selección de árboles para sombra  
Productos y beneficios que aportan las especies de sombra  
Especies utilizadas para sombra  
Especies que pueden ser utilizadas para sombra

#### **3. Conocimiento sobre Interacciones**

##### **3.1. Interacción- dosel de sombra- productividad y desarrollo del cacao**

Efectos de la sombra sobre la producción de cacao.  
Efectos de la sombra sobre el desarrollo y sanidad del cacao  
Efectos de la sombra sobre la fertilidad del suelo

##### **3.2. Interacción- dosel de sombra- plagas (las plagas más importantes en la zona son el chinche y tujo) mencionar cada plaga por separado**

Plagas mas frecuentes en el cacao  
Efectos entre la sombra y las plagas.  
Relación entre la incidencia de plagas, cantidad de sombra y la época del año  
Cantidad de sombra adecuada cuando hay mayor incidencia de plagas

##### **3.3. Interacción- dosel de sombra- enfermedades (las enfermedades más importantes en la zona son el mazorca negra, escoba de bruja y mal de machete)**

Enfermedades más frecuentes en el cacao  
Efectos entre la sombra y las enfermedades  
Relación entre la incidencia de enfermedades, cantidad de sombra y la época del año  
Cantidad de sombra adecuada cuando hay mayor incidencia de enfermedades.

## Anexo 2. Guía de encuesta a productores participantes a los talleres

### I. INFORMACIÓN GENERAL

Área de colonización \_\_\_\_\_ Organización \_\_\_\_\_

Nombre del productor \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Años de vivir en la zona \_\_\_\_\_ De donde vino? \_\_\_\_\_

Género \_\_\_\_\_ Escolaridad \_\_\_\_\_

### II. INFORMACIÓN DEL CACAO

¿Hace cuantos años produce cacao? \_\_\_\_\_

¿Que genotipo de cacao tiene?

	Número de parcelas	Tamaño de la parcela (area)		Edad		Distancia de siembra		Realiza poda		Que tipo de poda realiza	Desde que año realiza poda	Tiene árboles de sombra
<b>Híbrido</b>										Mantenimiento		
										Rehabilitación		
<b>Injertos (clones)</b>										Rehabilitación		
										Mantenimiento		
<b>Criollo</b>										Mantenimiento		
										Rehabilitación		

### III. INFORMACIÓN DE LA SOMBRA

¿Tiene árboles de sombra en su cacaotal?

¿Desde que año tiene la parcela con árboles de sombra? / \_\_\_\_\_ /

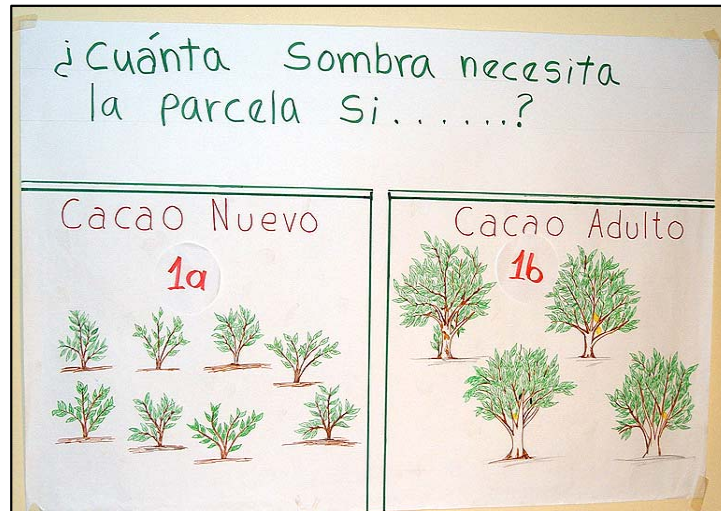
¿Origen de los árboles de sombra?

¿Conoce todos los árboles que hay en su parcela? Si / \_\_\_ / No / \_\_\_ /

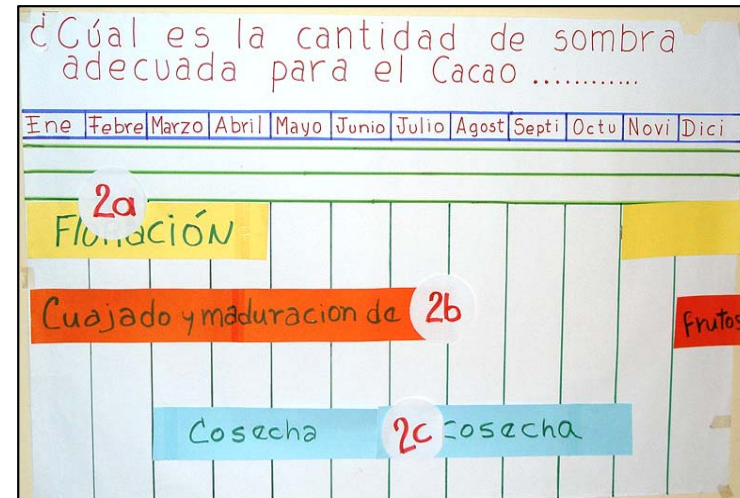
¿Cuáles conoce?

¿Manejo de la sombra? Tipo de manejo.

**Anexo 3. Preguntas e Ilustración utilizadas para identificar las decisiones de los productores sobre los niveles de sombra a utilizar en sus cacaotales**



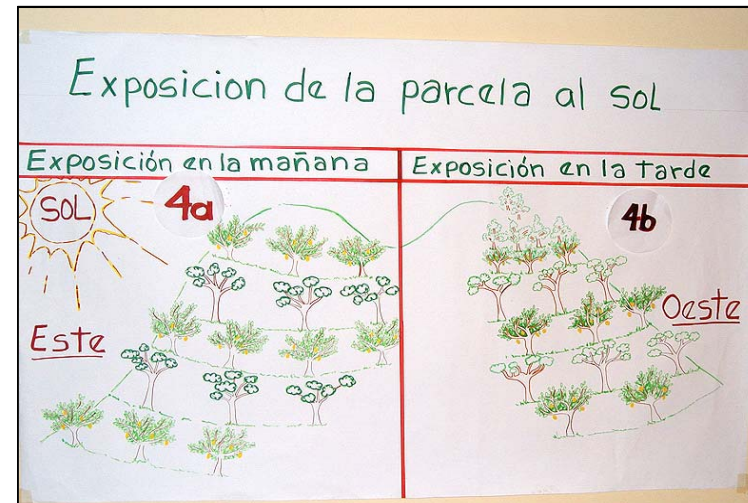
- 1a. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando es joven?  
1b. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando es adulto?



- 2a. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando esta en floración?  
2b. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando esta en llenado y maduración de frutos?  
2c. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando esta en cosecha?

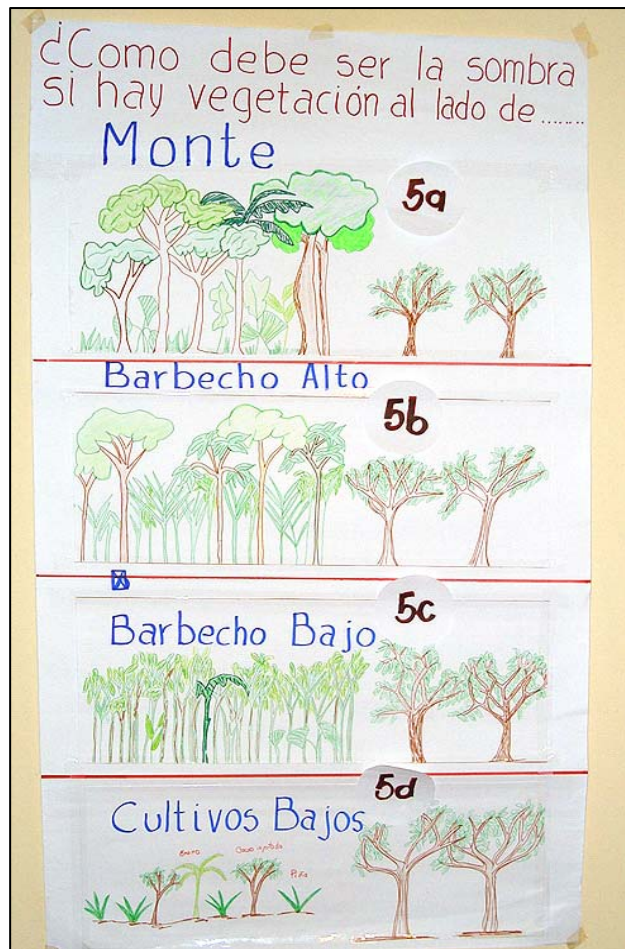


- 3a. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando el suelo es malo?  
3b. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando el suelo es bueno?

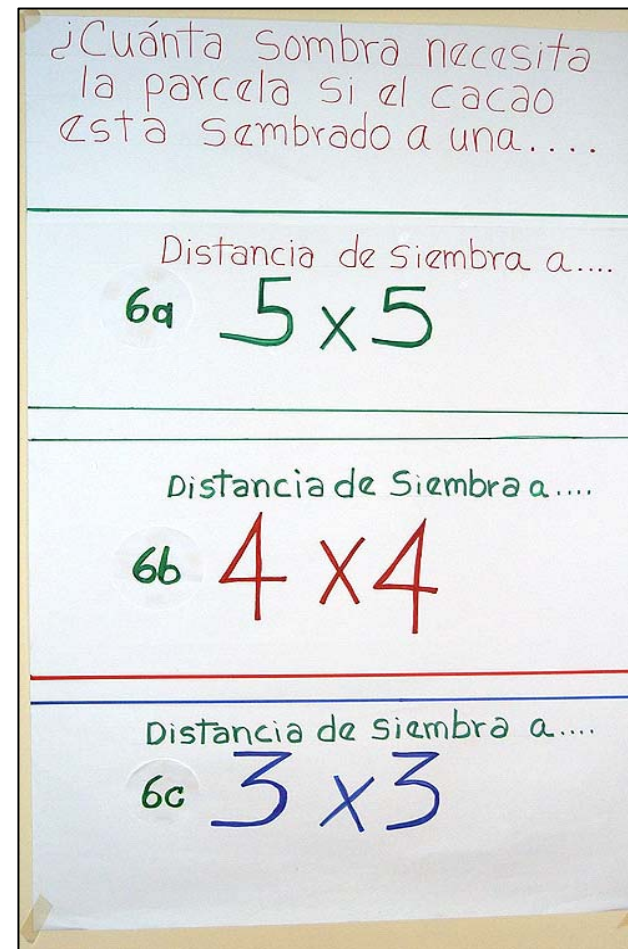


- 4a. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación esta en pendiente con fachada al este?  
4b. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación esta en pendiente con fachada al oeste?





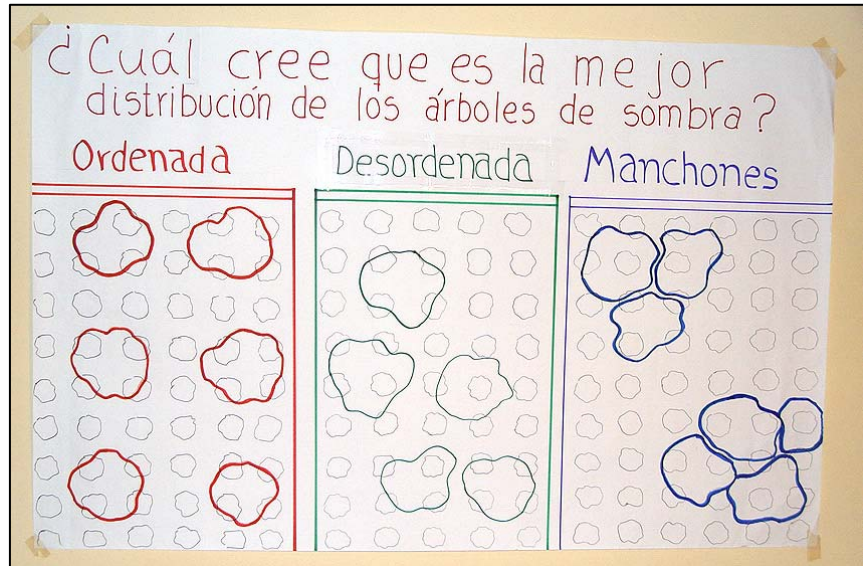
- 5a. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de bosque?
- 5b. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de barbecho alto?
- 5c. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de barbecho bajo?
- 5d. ¿Cuánta sombra necesita el cacao cuando la plantación tiene vegetación lateral de cultivo bajo?



- 6a. ¿Cuánta sombra necesita la plantación cuando el cacao tiene densidad de siembra baja (5x5 m)?
- 6b. ¿Cuánta sombra necesita la plantación cuando el cacao tiene densidad de siembra media (4x4 m)?
- 6c. ¿Cuánta sombra necesita la plantación cuando el cacao tiene densidad de siembra alta (3x3 m)?



7. ¿Cuál es la altura de los árboles preferida para mantener buenos niveles de sombra?



8. ¿Cuál es la distribución de árboles preferida para mantener buenos niveles de sombra?



**Anexo 4. Guía de preguntas para que los productores identificaran las características de las especies útiles para sombra de cacao en Alto Beni, Bolivia**

1. ¿Cuál es el uso o beneficio que aporta este árbol?
2. ¿Este árbol se encuentra en la zona alta o en una zona baja?
3. ¿Este árbol crece rápido o lento?
4. ¿Este árbol en la edad adulta es bajo o alto?
5. ¿Cuál es la altura máxima cuando es adulto?
6. ¿Que altura tiene la copa cuando es adulto?
7. ¿Cuál es el tamaño de la copa? Pequeña \_\_\_\_\_, mediana \_\_\_\_\_ grande \_\_\_\_\_
8. ¿La copa es coposa (densa) o rala?
9. ¿Se le caen las hojas?
10. ¿En que meses se le caen las hojas?
11. ¿Cuántos meses dura sin hojas?
12. ¿En que meses produce frutos?
13. ¿Los frutos sirven como alimento para animales o pájaros?
14. ¿Qué animales consumen los frutos?
15. ¿Se le caen las ramas? Mucho \_\_\_\_\_ poco \_\_\_\_\_
16. ¿Cuándo se caen las ramas produce daño al cacao?
17. ¿Tiene ataque de plagas? Mucho \_\_\_\_\_ poco \_\_\_\_\_
18. ¿Cuáles plagas afectan mas los árboles?
19. ¿Las hojas se descomponen rápido o lento?
20. ¿Sirve para abonar el suelo?
21. ¿Esta árbol crece de regeneración natural o hay que plantarlo?





**Anexo 6. Pruebas de Chi-Cuadrado entre las variables que indican la MDDS y las características sociales de los productores**

Variables evaluadas	*Comunidad	*Origen	*Edad	*Escolaridad	*Años de producir cacao	*Organización	*Genero
1. Cacao joven	<b>0,0333</b>	0,2847	0,6742	0,5751	0,2303	0,2139	---
2. Cacao adulto	<b>0,0003</b>	0,2315	<b>0,0022</b>	0,7730	0,0536	<b>0,0150</b>	0,2370
3. Floración	<b>0,0189</b>	0,2906	0,1192	0,7879	0,1085	0,2765	<b>0,0243</b>
4. Fructificación	<b>0,0004</b>	0,1486	0,4724	0,4326	<b>0,0344</b>	0,8692	0,7116
5. Cosecha	<b>0,0061</b>	0,4293	0,1932	0,1401	<b>0,0166</b>	0,2975	0,1302
6. Alta densidad (5x5 m)	0,0545	0,8334	0,3982	0,7360	0,4150	0,9431	0,3611
7. Media densidad (4x4 m)	0,0713	0,4455	0,2283	<b>0,0464</b>	0,7925	0,7773	0,6789
8. Baja densidad (3x3 m)	<b>0,0058</b>	0,2516	0,3858	0,7312	0,1303	0,2265	0,2642
9. Suelo bueno	0,1084	0,8068	<b>0,0042</b>	0,6103	0,8403	0,0613	0,2727
10. Suelo malo	0,3654	0,7849	<b>0,0305</b>	0,1587	0,6711	0,3994	0,6080
11. Orientación este	0,0874	0,1070	0,3392	0,5318	0,9250	0,2899	0,6904
12. Orientación oeste	0,4210	0,9721	0,6680	0,9227	0,2231	0,1418	0,6659
13. Vegetación lateral: bosque	0,3880	0,2787	0,2043	0,3065	0,3228	0,2844	0,5704
14. Vegetación lateral: barbecho alto	0,1867	0,3334	0,2092	0,2564	0,0686	0,5398	0,4346
15. Vegetación lateral: barbecho bajo	0,1711	0,7131	<b>0,0243</b>	0,1161	<b>0,0228</b>	<b>0,0108</b>	0,8793
16. Vegetación lateral: cultivos bajos	<b>0,0013</b>	0,8957	0,1385	0,5666	0,1212	0,5211	0,4768
17. Distribución de la sombra	<b>0,0001</b>	<b>0,0150</b>	<b>0,0458</b>	<b>0,0053</b>	0,0555	<b>0,0494</b>	<b>0,0438</b>
18. Altura de la copa	<b>0,0001</b>	<b>0,0137</b>	0,4074	0,6013	0,9068	0,1518	---

**\*valores resaltados son significativos  $P < 0,05$**

**Anexo 7. Especies para sombra nombradas por los productores de Alto Beni, Bolivia**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Número de productores que la mencionaron N=173</b>
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i>	Cuchi	13
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Cuta	8
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	21
Anonaceae	<i>Rollinia mucosa</i>	Chirimoya/Biribá	23
Apocynaceae	<i>Aspidosperma rigidum</i>	Gabetillo	1
Apocynaceae	<i>Aspispema</i> spp.	Topero	5
Araceae	<i>Euterpe precatória</i>	Asaí	5
Araceae	<i>Scheelea princeps</i>	Motacú	26
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i>	Guitarrero	2
Bignonaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	1
Bignonaceae	<i>Sloanea cf. empetiginosa</i>	Urucocillo	1
Bombacaceae	<i>Ceiba cf. speciosa</i>	Flor de mayo/taborochi	19
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Mapajo	2
Bombacaceae	<i>Ochoroma pyramidale</i>	Palo balsa	4
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Picana negra	18
Burceraceae	<i>Dacryodes</i> spp.	Copal	2
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	2
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i>	Papaya de monte	3
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> spp.	Ambaibo	5
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Verdolago colorado	6
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragans</i>	Cabeza de mono	5
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Goma	12
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Ochoó/solimán	11
Euphorbiaceae	<i>Croton draconoides</i>	Sangre de grado	21
Euphorbiaceae	<i>Drypetes amazonica</i>	Naranjillo	7
Fabaceae/	<i>Phaseolus</i> spp.	Cornabé	1
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Caesapinia pluviosa</i>	Momoqui	7
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Schizolobium parahyba</i>	Toco blanco	18
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Copaifera reticulata</i>	Copaibo	9
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Piptadenia</i> spp.	Toco colorado	36
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Hymeneae courbaril</i>	Paquíó	44
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	4
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Acacia</i> spp.	Villca	11
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Acacia ioretensis</i>	Cari cari	1
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Mara macho	10
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Leucaena leucacephala</i>	Leucaena	8
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Inga edulis</i>	Pacay	57
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Ceibo	37
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Cajanus cajan</i>	Chicharrilla	1
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Huasicucho	84
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Ormosia</i> spp.	Huayruro	14
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Quina quina, bálsamo	27
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Amburana cearensis</i>	Roble	87
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Platymiscium fragans</i>	Tarara	2
Fabaceae/Papilionaceae	<i>Dipterix odorata</i>	Almendrillo	3
Guttiferae	<i>Garcinia madruno</i>	Camoruro	9

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Número de productores que la mencionaron N=173</b>
Guttiferae	<i>Rheedia acuminata</i>	Ocoró/chapi	3
Guttiferae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Palo maría	4
Guttiferae	<i>Rheedia acuminata</i>	Simayo/ocoró	5
Guttiferae	<i>Garcinia macrophylla</i>	Achachairú	30
Hippocrateacea	<i>Salacia Impressifolia</i>	Chuchuhuasi	2
Hippocrateacea	<i>Salacia elliptica</i>	Guapomó	5
Juglandeaceae	<i>Junglans boliviana</i>	Nogal	17
Lauraceae	<i>Aniba canelilla</i>	Canelón	2
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Palta	37
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Colomero	9
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	73
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mara	126
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo	1
Mirtaceae	<i>Zyzygium malacense</i>	Manzana brasileña	1
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Leche de perra	3
Moraceae	<i>Porouma tomentosa</i>	Manatí	3
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Tulfo/oje	2
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Yaca	4
Moraceae	<i>Ficus spp.</i>	Bibosi	3
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Mascajo amarillo	2
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	Mascajo blanco	2
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	Pan de fruta	7
Musaceae	<i>Musa spp.</i>	Banano y plátano	9
Myristicaceae	<i>Virola flexuosa</i>	Gabú	17
Myristicaceae	<i>Parvifolia otoba</i>	Sangre de toro	6
Myrtaceae	<i>Eugenia Jambolana</i>	Aceituna tropical	1
Myrtaceae	<i>Eucaliptus spp.</i>	Eucalipto	1
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	4
Palmaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Chima	98
Palmaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Chonta	2
Palmaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	27
Palmaceae	<i>Iriarteia deltoidea</i>	Copa	4
Palmaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	Majo	49
Papilionaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cuchi verde	5
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	Ajo ajo	24
Pinaceae	<i>Pinus spp.</i>	Pino	1
Poaceae	<i>Gynerium sagittatum</i>	Chayro	1
Rubiaceae	<i>Coffea spp.</i>	Café	1
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Manzana de monte	4
Rubiaceae	<i>Uncaria tomentosa</i>	Uña de gato	1
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	7
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	19
Rutaceae	<i>Critus spp.</i>	Toronja	2
Sapindaceae	<i>Sapindus Saponaria</i>	Sululo/jabón vegetal	1
Sapotaceae	<i>Pouteria nemorosa</i>	Coquillo de monte	1
Sapotaceae	<i>Pouteria macrophylla</i>	Lujma	6
Sterculaceae	<i>Theobroma grandiflora</i>	Copoazú	3

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Número de productores que la mencionaron N=173</b>
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i>	Palo zapallo	5
Tiliaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	Ajipa	1
Verbenaceae	<i>Vitex Cymosa</i>	Taruma	1
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	5
----	----	Paraíso	1
----	----	Trisisa	1

## Anexo 8. Características de las especies arbóreas para sombra de cacaotales en Alto Beni, Bolivia

Nombre científico	Nombre común	Altura	Densidad de copa	Ancho de copa	Rapidez de crecimiento	Usos
<i>Garcinia macrophylla</i>	Achachairú	B	D	M	R	Fr
<i>Gallesia integrifolia</i>	Ajo Ajo	A	D	G	L	Ma, Me
<i>Dipterix odorata</i>	Almendrillo	A	D	G	R	Ma
<i>Euterpe precatoria</i>	Asái	M	R	A	R	Fr
<i>Musa spp.</i>	Banano	B	R	A	R	Fr
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	B	R	A	R	Fr
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	A	S	M	L	Ma
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Ceibo	M	D	G	R	Ms
<i>Bactris gasipaes</i>	Chima	B	R	A	R	Fr
<i>Rollinia mucosa</i>	Chirimoya/Biribá	B	S	M	R	Fr
<i>Salacia Impressifolia</i>	Chuchuhuasi	A	R	M	L	Me
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos	B	S	A	R	Fr
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	M	R	A	R	Fr
<i>Cariniana estrellensis</i>	Colomero	A	S	G	L	Ma
<i>Iriartea deltoidea</i>	Copa/palma	A	--	--	--	Ms
<i>Copaifera reticulata</i>	Copaibo	A	D	G	L	Ma, Me
<i>Dacryodes spp.</i>	Copal	A	S	M	L	Ma
<i>Astronium urundeuva</i>	Cuchi	A	R	M	L	Ma, Me
<i>Gliricidia sepium</i>	Cuchi verde	M	S	M	R	Ms
<i>Astronium graveolens</i>	Cuta blanca	A	S	G	L	Ma, Me
<i>Ceiba speciosa</i>	Flor de Mayo	A	R	G	R	H
<i>Virola flexuosa</i>	Gabú	A	D	M	L	Ma
<i>Hevea brasiliensis</i>	Goma	A	S	M	L	I
<i>Salacia elliptica</i>	Guapomo	M	D	A	L	Fr
<i>Didymopanax morototoni</i>	Guitarrero	A	--	G	L	--
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Huasicucho	A	D	M	R	Ma
<i>Ormosia spp.</i>	Huayruro	A	D	M	R	Ma, A
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	A	S	G	R	O
<i>Leucaena leucacephala</i>	Leucaena	B	R	A	R	Ms, L
<i>Pouteria macrophylla</i>	Lujma	A	S	G	L	Ma, Fr
<i>Oenocarpus bataua</i>	Majo	M	R	A	L	Fr
<i>Genipa americana</i>	Manzana de monte	A	S	G	R	M3, Fr
<i>Ceiba pentandra</i>	Mapajo	A	D	G	L	Ma
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mara	A	D	M	L	Ma
<i>Clarisia racemosa</i>	Masajo amarillo	A	S	G	L	Ma
<i>Caesapinia pluviosa</i>	Momoqui	A	S	G	L	Ma
<i>Scheelea princeps</i>	Motacú	M	D	M	R	Ct, Fr, aceite
<i>Junglans boliviana</i>	Nogal	A	D	G	L	M1
<i>Garcinia madruno</i>	Ocoró/simayo	B	D	M	R	Fr
<i>Inga spp.</i>	Pacay	B	S	M	R	Fr, Ms, L
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Palo María	A	D	M	L	Ma
<i>Sterculia apetala</i>	Palo zapallo	A	S	G	R	Ma
<i>Persea americana</i>	Palta	M	S	M	R	Fr, Me
<i>Artocarpus altilis</i>	Pan de fruta	M	S	M	R	Fr
<i>Jacaratia digitata</i>	Papaya de monte					H, Ms



Nombre científico	Nombre común	Altura	Densidad de copa	Ancho de copa	Rapidez de crecimiento	Usos
<i>Hymenaea courbaril</i>	Paquíó	A	S	G	L	Ma
<i>Cordia alliodora</i>	Picana negra	A	R	M	R	Ma
<i>Musa spp.</i>	Plátano	B	R	A	R	Fr
<i>Myroxylon balsamum</i>	Quina Quina	A	S	M	L	Ma
<i>Amburana cearensis</i>	Roble	A	S	M	L	Ma, Me
<i>Croton draconoides</i>	Sangre de grado	M	S	M	R	Me
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	M	D	M	R	Fr y Me
<i>Platymiscium fragans</i>	Tarara	A		G	L	Ma
<i>Piptadenia spp</i>	Toco colorado	A	R	G	R	Ma
<i>Aspidosperma spp.</i>	Topero	A	S	M	L	Ma
Desconocido	Trisisa	--	--	--	--	--
<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo	A	R	G	L	Ma
<i>Terminalia amazonica</i>	Verdolaga	A	S	M	R	Ma
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Yaca	M	D	M	R	Co

**Usos**= A (Artesanía), Fr (Fruta), Ct (Construcción), H (Humedad para el suelo), L (Leña), Ma (Madera), Me (Medicinal), Ms (Mejoramiento de suelo), O (ornamental) **Altura**= B (baja < 8 m), M (mediana entre 9 a 20 m), A (alta > 20 m). **Densidad de copa**= R (rala), S (semi densa), D (densa). **Ancho de copa**= A (angosta), M (mediana), G (grande). **Rapidez de crecimiento**= R (rapido), L (lento).

**Anexo 9. Especies presentes en las parcelas de cacao en Alto Beni, Bolivia productores**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Número de productores que la mencionaron como presente en las parcelas N=50</b>	<b>Número de productores que la mencionaron como indeseables N=50</b>
<i>Scheelea princeps</i>	Motacú	38	28
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mara	31	0
<i>Bactris gasipaes</i>	Chima	27	1
<i>Inga</i> spp.	Pacay	26	5
<i>Schizolobium parahyba</i>	Toco blanco	25	16
<i>Cecropia</i> spp.	Ambaibo	22	22
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	21	0
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Huasicucho	19	0
<i>Persea americana</i>	Palta	19	1
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Ceibo	15	5
<i>Mangifera indica</i>	Mango	15	5
<i>Amburana cearensis</i>	Roble	14	0
<i>Acacia</i> spp.	Villca blanca	10	8
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	10	0
<i>Heliocarpus americanus</i>	Llausamora, pulimora	10	10
<i>Critus</i> spp.	Toronja	9	3
<i>Myroxylon balsamum</i>	Quina Quina	8	0
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	7	0
<i>Gallesia integrifolia</i>	Ajo ajo	7	0
<i>Hymenaeae courbaril</i>	Paquio	7	0
<i>Terminalia amazonia</i>	Verdolaga	7	0
<i>Genipa americana</i>	Manzana de monte	6	0
<i>Hura crepitans</i>	Soleman/ochóo	6	2
<i>Ficus</i> spp.	Bibosi	5	1
<i>Garcinia macrophylla</i>	Achachairú	5	0
<i>Piptadenia</i> spp.	Toco colorado	5	0
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Yaca	4	0
<i>Cariniana estrellensis</i>	Colomero	4	0
<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima	4	1
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	4	0
<i>Guarea guidonia</i>	Trompillo, guapi	4	1
<i>Pouteria nemorosa</i>	Coquino	4	2
<i>Rheedia acuminata</i>	Ocoró/simayo	4	0
<i>Artocarpus altilis</i>	Pan de fruta	3	0
<i>Ceiba cf. Speciosa</i>	Flor de mayo	3	0
<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	3	1
<i>Oenocarpus bataua</i>	Majo	3	0
<i>Platymiscium fragans</i>	Tarara	3	3
<i>Spondias mombim</i>	Cedrillo	3	0
<i>Tectona grandis</i>	Teca	3	0
<i>Vitex Cymosa</i>	Taruma	3	0
<i>Astronium graveolens</i>	Cuta	2	0
<i>Astronium urundeuva</i>	Cuchi	2	0
<i>Croton draconoides</i>	Sangre de grado	2	1

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Número de productores que la mencionaron como presente en las parcelas N=50</b>	<b>Número de productores que la mencionaron como indeseables N=50</b>
<i>Duguetia spixiana</i>	Chirimoya silvestre	2	1
<i>Hevea brasiliensis</i>	Goma	2	0
<i>Jacaratia digitata</i>	Papaya de monte	2	0
<i>Pouteria macrophylla</i>	Lujma	2	0
<i>Rollinia mucosa</i>	Biribá	2	1
<i>Salacia elliptica</i>	Guapómo	2	0
<i>Sapindus Saponaria</i>	Sululo	2	1
<i>Sterculia apetala</i>	Palo sapallo	2	1
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Tajibo	2	0
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	2	0
<i>Vermonia bacchoroides</i>	Chilca	2	2
<i>Virola flexuosa</i>	Gabú	2	0
<i>Anacardium occidentale</i>	Cayú	1	0
<i>Aniba canelilla</i>	Canelillo	1	0
<i>Astrocaryum murumuru</i>	Chonta duro	1	0
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	1	0
<i>Cabanillecia arborea</i>	Palo sapecho	1	1
<i>Caesapinia pluviosa</i>	Momoquí	1	0
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Palo maria	1	0
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Guayabochi	1	0
<i>Cassia reticulata</i>	Vilca colorada	1	0
<i>Citrus grandis</i>	Pomelo	1	0
<i>Copaifera reticulata</i>	Copaibo	1	0
<i>Desconocido</i>	Árbol silvestre	1	0
<i>Ficus insipida</i>	Tulfo	1	0
<i>Garcinia madruno</i>	Camoruro	1	0
<i>Leucaena leucacephala</i>	Leucaena	1	1
<i>Ormosia spp.</i>	Huayruro	1	1
<i>Parvifolia otaba</i>	Sangre de toro	1	1
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	1	0
<i>Scheelea spp.</i>	Palmera	1	1
<i>Sloanea fragans</i>	Cabeza de mono	1	1
<i>Smilax spp.</i>	Sarzaparrilla	1	0
<i>Theobroma bicolor</i>	Papaste	1	0
<i>Theobroma grandiflora</i>	Copoazú	1	0
<i>Zyzygium malacense</i>	Manzana brasileña	1	0
<i>Citrus spp.</i>	Limón	1	0
----	Trisisa	1	1
----	No identificada	1	1
----	Itapallo	1	1
----	Limoncillo	1	0
----	Palo santo macho	1	0

**Anexo 10. Especies arbóreas incluidas en los diseños de doseles de sombra**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Número de diseño donde si incluyo N=8</b>	<b>Productos/beneficios</b>
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mara	7	madera
<i>Bactris gasipaes</i>	Chima	6	fruta
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	5	madera
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Huasicucho	5	madera
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Tajibo	5	madera
<i>Garcinia macrophylla</i>	Achachairú	4	fruta
<i>Persea americana</i>	Palta	4	fruta
<i>Amburana cearensis</i>	Roble	4	madera
<i>Piptadenia spp.</i>	Toco colorado	4	madera
<i>Astronium urundeuva</i>	Cuchi	3	madera
<i>Scheelea princeps</i>	Motacú	3	construcción, fruta
<i>Gallesia integrifolia</i>	Ajo ajo	2	madera
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Ceibo	2	mej, suelo
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	2	fruta
<i>Platymiscium fragans</i>	Tarárá colorado	2	madera
<i>Artocarpus altilis</i>	Árbol pan	1	fruta
----	Árbol silvestre	1	sombra
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	1	fruta
<i>Spondias mombim</i>	Cedrillo	1	madera
<i>Garcinia spp.</i>	Chapi-simayo	1	fruta
<i>Duguetia spixiana</i>	Chirimoya de monte	1	sombra
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	1	fruta
<i>Theobroma grandiflora</i>	Copoazú	1	fruta
<i>Pouteria nemorosa</i>	Coquino	1	fruta
<i>Ceiba cf. speciosa</i>	Flor de mayo	1	mej. suelo
<i>Hevea brasiliensis</i>	Goma	1	madera
<i>Salacia elliptica</i>	Guapomó	1	fruta
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	1	fruta
<i>Pouteria macrophylla</i>	Lujma	1	fruta
<i>Mangifera indica</i>	Mango	1	fruta
<i>Zyzygium malacense</i>	Manzana brasileña	1	fruta
<i>Junglans boliviana</i>	Nogal	1	madera
<i>Rheedia acuminata</i>	Ocoró	1	fruta
<i>Inga spp.</i>	Pacay	1	fruta, mej. suelo
<i>Hymenaea courbaril</i>	Paquio	1	madera
<i>Theobroma bicolor</i>	Pataste	1	fruta
<i>Citrus grandis</i>	Pomelo	1	fruta
<i>Myroxylon balsamum</i>	Quina quina	1	madera
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	1	madera
<i>Tectona grandis</i>	Teca	1	madera
<i>Schizolobium parahyba</i>	Toco blanco	1	madera
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Yaca	1	fruta