

Avances de Investigación

Árboles maderables en fincas de cacao orgánico del Alto Beni, Bolivia¹

Luis Orozco²; Eduardo Somarriba³

Palabras clave: enriquecimiento agroforestal, inventario, conocimiento silvícola, regeneración natural, talleres participativos, *Theobroma cacao*.

RESUMEN

Se inventariaron los árboles maderables (dap \geq 10 cm) en las áreas agrícolas de 100 fincas de productores cacaoteros de asociaciones y cooperativas del Alto Beni, Bolivia. Se estimaron la riqueza de especies y la densidad de maderables en las áreas agrícolas y se hizo una comparación entre fincas de cooperativas y de asociaciones y entre usos de la tierra. Se registraron 33 familias, 50 géneros, 54 especies y 2211 árboles maderables en un área agrícola de 614 ha (3,5 árboles ha⁻¹; 5 especies ha⁻¹). La densidad y la riqueza de maderables en las áreas agrícolas fue similar en fincas de cooperativas y de asociaciones y entre usos de la tierra. El 8% de las fincas no tiene maderables. Las especies más abundantes fueron *Swietenia macrophylla*, *Schyzolobium parahyba*, *Amburana cearensis*, *Centrolobium ochroxylum* y *Cedrela odorata*. Los usos de la tierra con mayor riqueza de maderables fueron huerto casero, cacaoal y bananal. Las fincas tienen muy poca madera en los campos agrícolas, la mayoría de los árboles son jóvenes, de pequeñas dimensiones y tienen fustes con torceduras fuertes y baja calidad. Los productores requieren de germoplasma superior de especies maderables valiosas, apoyo en la producción de plantines y capacitación y asistencia técnica en varios aspectos silviculturales.

Timber trees in organic cacao farms in Alto Beni, Bolivia

Key words: enrichment planting with timber trees, inventories, natural regeneration, participatory workshops, silvicultural knowledge, *Theobroma cacao*.

ABSTRACT

Timber trees (dbh \geq 10cm) in the agricultural areas of 100 cacao farms, belonging to participants in associations or cooperatives in Alto Beni, Bolivia, were inventoried. Species richness and density of timber trees in agricultural land were estimated and comparisons were made between farms of participants in cooperatives with those in associations, as well as between land uses. In the 614 ha of agricultural areas that were sampled, 33 families, 50 genera and 54 species were identified amongst the 2,211 individual timber trees found (3.5 trees ha⁻¹; 5 species ha⁻¹). Density and species richness of timber trees in agricultural areas were similar for farms in cooperatives vs. associations, and for different land uses. Eight percent of the farms didn't have timber trees. The most abundant species were *Swietenia macrophylla*, *Schyzolobium parahyba*, *Amburana cearensis*, *Centrolobium ochroxylum* and *Cedrela odorata*. Land uses with the greatest species richness of timber trees were home gardens, cacao and banana plantations. These farms have low timber reserves in agricultural areas and the majority of the trees found therein are young, of small dimensions and have twisted trunks and low quality. The farmers need superior germplasm of valuable timber species, help with the production of seedlings and training and technical assistance in various silvicultural aspects.

INTRODUCCIÓN

La colonización dirigida de la región amazónica del Alto Beni, Bolivia, se inició en la década de los 70 mediante el traslado de quechuas (mineros) y aymaras (agricultores) del Altiplano boliviano, que desconocían las condiciones agroecológicas, la agricultura y las especies útiles del trópico amazónico. Las fincas, originalmente cubiertas de bosques, fueron deforestadas y convertidas a campos agrícolas mediante el "chaqueo" (roza, tumba y quema de la vegetación) para cultivar arroz y preparar el terreno donde establecer los cultivos perennes (cacao, banano, cítricos) en que se basan las economías familiares del Alto Beni.

El desconocimiento de los colonos del Altiplano sobre el valor de las especies maderables del bosque original y la sobreexplotación por madereros ilegales provocó la casi desaparición de especies valiosas como la mara (*Swietenia macrophylla*), cedro (*cedrela odorata*) y roble (*Amburana cearensis*) del paisaje altobeniano; el resto de especies valiosas se quemó para cultivar arroz (PIAF 2000, Milz 2001), dejando las fincas con muy pocos árboles útiles (maderables, leña, frutales, medicinales, etc.). La vegetación actual de las fincas está dominada por especies pioneras de vida corta y de poco valor económico y ecológico (Somarriba et al. 2002). En este estudio se inventariaron

¹Basado en Orozco, L. 2005. Enriquecimiento agroforestal de fincas cacaoteras con maderables valiosos. Tesis Mag. Sc., Turrilba, CR, CATIE. 100 p.

²Mag. Sc. Agroforestería Tropical. Correo electrónico: luisoroz@catie.ac.cr (autor para correspondencia)

³Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: esomarri@catie.ac.cr

los árboles maderables presentes en las áreas agrícolas de 100 fincas cacaoteras del Alto Beni y se comparó la riqueza y el promedio de maderables por hectárea agrícola entre asociaciones y cooperativas y entre usos de la tierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Alto Beni está ubicado a 270 km al noreste del departamento de La Paz (15°10' y 15°55'S, 66°55' y 67°40'O), tiene una extensión de 250000 ha y está dividido en siete áreas de colonización y 17 localidades. La temperatura promedio mensual varía desde 11 °C en los meses de julio y agosto (frentes fríos o "surazos") hasta 26 °C en enero y febrero. La precipitación anual varía entre 1300 mm en las zonas bajas y 2000 mm en las partes altas; el período lluvioso va desde noviembre hasta marzo y el período seco de mayo a septiembre. La humedad relativa es de 78% y el brillo solar de 4,7 horas día⁻¹ (CATIE 2002). La región incluye las zonas de vida bosque húmedo sub-tropical, bosque húmedo sub-tropical transición a seco y bosque muy húmedo subtropical (PIAF 2001).

El paisaje está compuesto por valles aluviales y colinas que ascienden hasta 1600 m. Los valles se extienden en ambas márgenes del río Beni, la topografía es plana a levemente ondulada, altitud entre 350 y 600 m y suelos de origen aluvial, profundos y de fertilidad moderada a baja con dominancia de Ultisoles, seguidos de Inceptisoles, Alfisoles y Oxisoles (Vega 1995). El pie de monte se cultiva entre 500 y 1000 m de altitud; el cacao se cultiva hasta 800 m, pero la mayoría de las plantaciones se ubican entre 400 y 600 m (PIAF 2001, Somarriba et al. 2002).

Se inventariaron 100 fincas de dos tipos de productores cacaoteros: 1) cooperativistas de la Central de Cooperativas El Ceibo, que aglutina a 38 cooperativas de base, y 2) asociados a 22 nuevas asociaciones de productores no-Ceibo. Se inventariaron 50 fincas de cada tipo de organización, seleccionadas al azar de una lista de 2000 productores cacaoteros de seis áreas de colonización del Alto Beni. La muestra se distribuyó de manera proporcional al número de productores por área de colonización. Los inventarios se complementaron con una entrevista al productor en el día de visita a su finca.

En cada finca, junto al productor y con el croquis de la finca en mano, se recorrieron todos los campos agrícolas (usos de la tierra), identificando y midiendo todos los árboles maderables con dap \geq 10 cm. Las parcelas de barbecho y bosque adulto se excluyeron de los recorridos e inventarios. A cada árbol se le midió el dap, altura total y comercial (clinómetro y cinta métrica), forma del fuste

(1 - recto, 2 - curvatura leve y 3 - curvatura fuerte y otros defectos), edad estimada del árbol según el productor, uso de la tierra y origen del árbol (plantado o regeneración natural).

Durante el recorrido por la finca y, posteriormente, en su residencia, se entrevistó al productor para conocer las razones por las que mantiene ciertas especies de árboles maderables presentes en su finca, indagar sobre el manejo que les da, identificar problemas y posibles incentivos que permitirían aumentar la plantación de árboles maderables en su finca, caracterizar la asistencia técnica y capacitación recibida para plantar y manejar maderables, frecuencia de aprovechamiento, destino de los productos, forma de cubrición y venta de la madera, tenencia de la tierra, años de residencia en la finca, conocimiento de leyes forestales y su estimación del precio de la tierra en su finca.

Los datos se digitaron en el programa Excel. La información de las entrevistas se analizó mediante estadísticas descriptivas. Los conteos de especies y árboles de los inventarios se utilizaron para calcular la riqueza y densidad en las áreas agrícolas por finca para luego evaluar las diferencias (prueba de *t* pareada, InfoStat 2004) entre fincas de asociaciones y cooperativas y entre usos de la tierra. Los datos de composición botánica y riqueza se compararon entre cooperativas y asociaciones usando curvas de rarefacción (Programa EstimateS, Collwell 2005; SigmaPlot para elaborar las figuras) construidas con los datos de los inventarios. Las mediciones de los árboles se utilizaron para calcular el índice de valor de importancia (Lamprecht 1990) por especie y por especie dentro de uso de la tierra. Se calculó el área basal, volumen total y comercial de madera con corteza utilizando un factor de conversión de 0,45 para todas las especies.

RESULTADOS

Las fincas y los productores

Se inventariaron 1262 ha, incluyendo 678 ha de fincas de asociaciones y 584 ha de fincas de cooperativas. La superficie promedio por finca fue de aproximadamente 13 ha (4-25 ha); aproximadamente la mitad (5,9-6,3 ha) son campos agrícolas y el resto son barbechos y bosque adulto. Las fincas se localizaron a una altitud promedio de 500 m (350-840 m); el precio promedio de la tierra fue de 1000 US\$ ha⁻¹, pero varió ampliamente entre 100 y 2000 US\$ ha⁻¹, dependiendo de la cercanía a caminos y de los cultivos. Los productores han residido y cultivado sus fincas por unos 20 años. La mayoría (75%) de los productores tiene título de propiedad; el restante 25% está tramitando la legalización de la tenencia de su finca.

Se registraron 15 usos de la tierra. Bosques, cacaotales, barbechos y cítricos son los usos más importantes, ya que cubren el 77% (10 ha) de la superficie promedio y ocurren en el 70-100% de las fincas del Alto Beni. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en el área bajo bosque adulto, maíz cacao y cacao-plátano cultivados por productores de asociaciones y cooperativas (Cuadro 1).

Composición botánica, riqueza, densidad y madera

Se contabilizaron 2211 árboles maderables, pertenecientes a 33 familias, 50 géneros y 54 especies en un área agrícola muestreada de 614 ha. Las familias con mayor número de especies fueron Papilionoideae (8 especies), Moraceae, (5), Euphorbiaceae (4), y Meliaceae, Caesalpinioideae y Anacardiaceae con 3 especies cada una. Las familias con mayor número de árboles fueron Caesalpinioideae, Meliaceae, y Papilionoideae. Las especies más abundantes fueron mara, toco blanco (*Schyzolobium parahyba*), huacicucho (*Centrolobium ochroxylum*), roble (*Amburana cearensis*) y cedro. Apenas cuatro especies fueron exóticas: teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*), pino (*Pinus* sp.) y paraíso (*Melia azedarach*). La densidad y riqueza de maderables por finca fue de 3,5 árboles ha⁻¹ y 5 especies, respectivamente. Las curvas de acumulación

de especies fueron similares entre asociaciones y cooperativas (Figura 1). El 8% de las fincas no tienen maderables. Las fincas de cooperativas registraron más árboles, área basal, volumen comercial y total en las parcelas agrícolas que las fincas de asociaciones; sin embargo, la riqueza de especies y la densidad de maderables fueron similares entre tipos de fincas (Cuadro 2). Las fincas de ambos tipos de productores tienen poca madera.

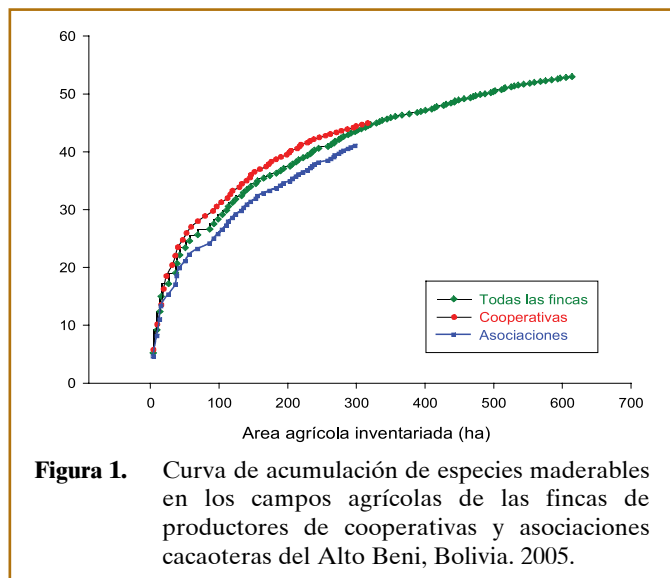


Figura 1. Curva de acumulación de especies maderables en los campos agrícolas de las fincas de productores de cooperativas y asociaciones cacaoteras del Alto Beni, Bolivia. 2005.

Cuadro 1. Uso de la tierra en fincas de cooperativas y asociaciones cacaoteras del Alto Beni, Bolivia

Usos de la tierra	Tipo de organización		Área total inventariada (ha)	Área promedio (ha)	Frecuencia (%)	p
	Asociaciones	Cooperativas				
Bosque adulto	265,63	167,25	432,9	4,33 ± 4,46	80	0,0307
Cacao	94,1	143	237,1	2,37 ± 1,55	100	0,0013
Barbecho	114,66	101	215,7	2,16 ± 2,05	95	0,5071
Cítricos	46,62	58,5	105,1	1,05 ± 1,34	70	0,3779
Pasto	35	22	57,0	0,57 ± 1,29	30	0,3183
Banano	30,25	21,75	52,0	0,52 ± 0,83	50	0,3093
Plátano	20,87	21	41,8	0,42 ± 1,01	30	0,9899
Papaya	7,75	16,25	24,0	0,24 ± 0,56	25	0,1297
Arroz	14,75	9,25	24,0	0,24 ± 0,63	25	0,3858
Banano-cítricos	8	6,5	14,5	0,15 ± 0,42	20	0,7235
Café	5	6,5	11,5	0,12 ± 0,43	15	0,732
Cacao-cítricos	8,25	4,75	13,0	0,13 ± 0,36	15	0,3381
Cacao-banano	3,87	4,5	8,3	0,08 ± 0,28	10	0,8259
Maíz	19	1,5	20,5	0,21 ± 0,73	20	0,0167
Cacao-plátano	4,5	0,5	5,0	0,05 ± 0,24	15	0,0999
Área total	678,25	584,25	1262,5	—	—	0,0294
Área agrícola total	298	316	614,0	13 ± 4,5	—	0,5272

±: desviación estándar

Cuadro 2. Árboles maderables, riqueza de especies, área basal, volumen comercial y total en los campos agrícolas de fincas del Alto Beni, Bolivia

Variable	Tipo de productor	
	Asociación	Cooperativa
Área agrícola inventariada	298	316
Total de individuos	861	1350
Área agrícola finca ¹ (ha)	6,3 ± 2,26	5,96 ± 1,47ns
Densidad (árboles ha ⁻¹)	4,37 ± 1,77ns	5,84 ± 2,17ns
Riqueza (# especies ha ⁻¹)	3,15 ± 1,15	4,68 ± 1,57
Área basal (m ² ha ⁻¹)	0,22 ± 0,12	0,27 ± 0,15ns
Volumen comercial (m ³ ha ⁻¹)	2,08 ± 0,55	2,84 ± 0,45ns
Volumen total (m ³ ha ⁻¹)	3,7 ± 1,25	4,72 ± 1,75ns
Área basal total (m ²)	60,5	87,4
Volumen comercial total (m ³)	616,4	896,0
Volumen total (m ³)	1101,76	1486

±: desviación estándar; ns: no significativo

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la riqueza y densidad de maderables entre usos de la tierra (Cuadro 3). El huerto casero, cacaotales y bananales tuvieron la mayor riqueza de especies maderables en las fincas. La riqueza fue mínima en plantaciones de papaya y platanales. El 64% de los árboles maderables en las fincas son plantados; el restante 36% proviene de la regeneración natural. Solamente el 40% de los propietarios recolecta semillas del bosque para producir y plantar maderables en las áreas agrícolas o en los linderos de la finca.

No se detectaron diferencias estadísticas significativas en área basal y volumen (total y comercial) de madera entre usos de la tierra (Cuadro 4). Las parcelas de

cacao, huertos caseros y bananales en fincas de asociaciones presentaron mayor área basal, volumen total y comercial que esos mismos usos de la tierra en fincas de cooperativas. Cafetales y cacaotales asociados con banano, café, cítricos y plátano registraron similar volumen comercial y total de madera en ambos tipos de fincas. Las plantaciones de cítricos, papaya y platanales tienen muy poca madera en pie.

Las especies maderables

Las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) fueron toco blanco y mara (Recuadro 1). El toco blanco fue promovido por la central de cooperativas El Ceibo por ser un árbol maderable (aunque de baja calidad de madera) y leguminoso de rápido crecimiento. La mayoría

Cuadro 3. Riqueza y densidad de especies maderables por uso de la tierra en fincas cacaoteras del Alto Beni, Bolivia

Usos de la tierra	Tipo de organización			
	Riqueza (especies ha ⁻¹)		Densidad (árboles ha ⁻¹)	
	Asociaciones	Cooperativas	Asociaciones	Cooperativas
Huerto casero	5,4 ± 1,4	6,5 ± 1,2ns	13,4 ± 4,2	15 ± 4,2ns
Cacao	9,6 ± 3,5	7,5 ± 2,3 ns	6,5 ± 1,5	8,6 ± 2,5 ns
Cacao-banano	4,5 ± 1,5	5,2 ± 1,6 ns	6,2 ± 3,1	7,2 ± 2,2 ns
Café	3,5 ± 2,0	4,3 ± 2,1 ns	6,3 ± 3,2	5 ± 2,43 ns
Cacao-plátano	6,8 ± 2,5	4,5 ± 2,2 ns	3,8 ± 1,3	4,8 ± 2,1 ns
Plátano	2,4 ± 1,2	2,6 ± 1,8 ns	3,3 ± 2,1	2,3 ± 1,5 ns
Banano	6,5 ± 3,2	3,2 ± 1,7 ns	3,3 ± 1,3	4,3 ± 2,2 ns
Cacao-cítricos	5,5 ± 2,5	6,5 ± 2,6 ns	2,2 ± 1,1	3,0 ± 2,1 ns
Cítricos	4,3 ± 1,3	3,5 ± 1,7 ns	1,7 ± 1,2	2,7 ± 1,2 ns
Cacao-café	3,2 ± 1,2	4,3 ± 1,4 ns	1,6 ± 1,2	2,6 ± 1,3 ns
Papaya	2,2 ± 1,2	1,75 ± 0,85 ns	0,9 ± 0,2	2,3 ± 1,3 ns
Pasto	1,2 ± 1,0	1,75 ± 0,85 ns	0,3 ± 0,2	1,3 ± 0,5 ns

±: desviación estándar; ns: no significativo

Cuadro 4. Área basal, volumen comercial y total de madera por uso de la tierra en fincas de productores de asociaciones y cooperativas cacaoteras del Alto Beni, Bolivia

Uso de la tierra	Tipo de organización					
	Asociaciones			Cooperativas		
	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen comercial (m ³ ha ⁻¹)	Volumen total (m ³ ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen comercial (m ³ ha ⁻¹)	Volumen total (m ³ ha ⁻¹)
Cacao	0,88 ± 0,15	5,26 ± 1,5	6,82 ± 2,5	0,85 ± 0,45	3,16 ± 1,5	4,16 ± 2,5
Huerto casero	0,70 ± 0,32	2,53 ± 0,55	3,53 ± 1,5	0,6 ± 0,21	1,47 ± 1,12	3,47 ± 1,75
Banano	0,27 ± 0,02	2,36 ± 1,45	3,36 ± 1,2	0,17 ± 0,13	2,16 ± 1,25	3,26 ± 2,25
Café	0,12 ± 0,02	3,13 ± 1,14	5,13 ± 2,2	0,59 ± 0,31	1,14 ± 0,45	2,14 ± 1,25
Cacao-plátano	0,61 ± 0,25	2,47 ± 1,15	3,47 ± 1,5	0,65 ± 0,35	1,96 ± 0,55	2,12 ± 1,15
Cacao-cítricos	1,13 ± 0,25	1,32 ± 1,11	2,32 ± 1,1	0,28 ± 0,15	1,21 ± 0,75	2,10 ± 1,5
Cacao-café	0,22 ± 0,13	1,12 ± 0,45	2,86 ± 1,2	0,36 ± 0,11	0,75 ± 0,15	1,75 ± 0,55
Cacao-banano	0,30 ± 0,12	3,23 ± 1,12	4,34 ± 1,7	0,69 ± 0,32	0,57 ± 0,25	1,27 ± 0,75
Plátano	0,24 ± 0,15	1,12 ± 0,45	2,23 ± 1,3	0,11 ± 0,02	0,53 ± 0,15	1,15 ± 0,45
Cítricos	0,24 ± 0,15	1,35 ± 0,54	2,35 ± 1,4	0,35 ± 0,16	1,35 ± 0,85	1,12 ± 0,75
Papaya	0,20 ± 0,12	0,45 ± 0,12	0,85 ± 0,5	0,22 ± 0,12	0,25 ± 0,12	0,45 ± 0,15

de los árboles maderables de las fincas del Alto Beni son jóvenes; un 45% de todos los árboles midieron entre 10-20 cm de dap y tuvieron entre 5 y 9 años de edad. Con un diámetro mínimo de corta de 40 cm, apenas el 15% de los árboles son aprovechables comercialmente. El 64% de los árboles maderables en las fincas son plantados. Los productores de cooperativas han recibido más capacitación y asistencia técnica (identificación de maderables alternativos, recolección y tratamiento de semillas, podas y cubicación de madera) e incentivos (semillas y plantas forestales a mitad de precio) que los productores de asociaciones ($p = 0,0003$). Menos de la mitad de los productores ha vendido madera (parqué) de su finca en los últimos cinco años. Toda la madera vendida proviene del bosque y no de los campos agrícolas. La especie mejor pagada es mara (US\$ 250 m⁻³), seguida de quina-quina—*Myroxylon balsamum*—(US\$ 100 m⁻³), huasicucho y roble (ambos US\$ 80 m⁻³). Otras especies maderables valiosas, como paquíó—*Hymenaea courbaril*—, gabú—*Virola flexuosa*—, nogal—*Juglans boliviana*— y verdolago—*Terminalia oblonga*—, se aprovechan a escala doméstica y su demanda en el mercado de parqué está creciendo. La madera se vende en cuarterones de dimensiones variables, procesados con motosierra en la finca. Los

productores tienen poco conocimiento silvicultural de los maderables. El 40% de los árboles (principalmente los de diámetros menores) presenta fustes con curvaturas leves o fustes defectuosos y ramificaciones muy bajas (Cuadro 5). Las especies con mejor forma del fuste fueron toco blanco, toco colorado (*Piptadenia buchtienii*), huasicucho y solemán (*Hura crepitans*).

El ataque del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*) y de hormigas cortadoras (*Atta* spp.) son los principales problemas de los maderables (38%). La caída de ramas y árboles que dañan el cacao (22%) y el exceso de sombra (14%) son otros problemas mencionados por todos los productores. El viento vuelca o quiebra los troncos y ramas del toco blanco y la vilca (*Anadenanthera colubrina*), abundantes en los cacaotales y bananales. Los productores necesitan apoyo externo para obtener germoplasma de calidad y asistencia técnica en el manejo silvicultural de los árboles maderables en sus fincas.

DISCUSIÓN

Diversidad de maderables en las fincas

La densidad y riqueza de maderables valiosos en las áreas

Cuadro 5. Número de árboles maderables por clase diamétrica y calidad de fuste en fincas del Alto Beni, Bolivia

Forma del fuste	Clase diamétrica (cm)					Total
	10-20	21-30	31-40	41-50	≥ 50	
Fuste recto	505	412	164	146	110	1337
Curvatura leve	397	264	87	48	43	892
Curvatura fuerte	19	14	2	0	0	35
Total	921	690	253	194	153	2211

agrícolas de las fincas del Alto Beni es baja y muy variable (3,5 árboles ha⁻¹ y 5 especies, respectivamente). Solamente se registraron 54 de las 83 especies maderables recomendadas para el Alto Beni (Milz 2001, PIAF 2001). En contraste, fincas pequeñas de 7-10 ha en Centroamérica manejan 10-20 árboles ha⁻¹ árboles maderables dispersos en ellas (Current y Sherr 1995, Somarriba 1999, Matos et al. 2000, García et al. 2001, Somarriba et al. 2001).

Los cacaotales y bananales presentaron mayor riqueza y densidad de maderables que otros usos de la tierra en el Alto Beni (5,52 y 3,33 árboles ha⁻¹ y 50 y 20 especies, respectivamente). Los cacaotales y bananales en otras regiones cacaoteras tienen entre 10 y 50 árboles ha⁻¹ (Herzog 1994, Leakey 1998, Matos et al. 2000, Duguma et al. 2001, Guiracocha et al. 2001, Suárez 2001, Somarriba et al. 2003, Suatunce et al. 2003, Anim-Kwapon 2003, Bentley et al. 2004, Asare 2005). Las plantaciones de cítricos, platanales y cafetales fueron otros usos de la tierra donde se asocian árboles maderables con los cultivos. En cafetales con sombra en México, Centro y Sudamérica, los maderables ocurren a densidades similares a los cafetales del Alto Beni (6 árboles ha⁻¹) (Escalante 1987, Llanderal y Somarriba 1999, Bonilla y Somarriba 2000, Escalante y Somarriba 2001, Sotopinto 2001, López et al. 2003).

A pesar de los incentivos (semillas y plantas a mitad de precio y asistencia técnica) que reciben los productores cooperativistas por parte de El Ceibo, la diversidad de maderables fue similar entre fincas de cooperativas y asociaciones (4,68 y 5,84 especies y 3,15 y 4,37 árboles ha⁻¹, respectivamente). Los productores y técnicos en Alto Beni tienen poco conocimiento silvicultural para el manejo de maderables, por lo que es común observar en las fincas árboles con poca iluminación, bifurcados, con fuste defectuoso y ramificación baja, lo que disminuye la calidad de la madera. El dominio de técnicas silviculturales como raleo, poda y manejo



Tocones de madera en una finca del Alto Beni, Bolivia. (Foto: Luis Orozco).

de regeneración natural por parte de los productores que participan en proyectos de reforestación es primordial para asegurar el éxito de las nuevas plantaciones (Morrobel 1989, Gonzáles y Fisher 1994, Butterfield 1996, Hagggar et al. 1998, Carnevale y Montagnini 2002, Piotta et al. 2003, Fisher y Vasseur 2002, Carpenter et al. 2004).

El manejo de la regeneración natural en las fincas del Alto Beni es mínimo porque los productores no conocen las especies maderables en estado de brinzal o latizal. La capacitación y asistencia técnica que brinda El Ceibo para el manejo de maderables en fincas –tales como la identificación de especies– está dirigida solamente a productores de cooperativas, lo que deja a una gran mayoría de productores sin esos conocimientos silvícolas (J. Crespo y G Trujillo, comunicación personal).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La riqueza y densidad de árboles maderables en las áreas agrícolas de las fincas del Alto Beni es baja. A pesar de los incentivos y la asistencia técnica que reciben los productores cooperativistas, la diversidad de maderables en sus fincas fue similar a la de los productores organizados en asociaciones que no han recibido esos apoyos.
- Se registraron 54 de las 83 especies maderables nativas recomendadas para el Alto Beni. La mayoría de las especies maderables que existen actualmente en las fincas son nativas. Las más abundantes fueron *Swietenia macrophylla*, *Schizolobium parahyba*, *Cedrela odorata* y *Amburana cearensis*. La mayor riqueza de especies maderables ocurre en el huerto casero, cacao y banano.
- Los productores del Alto Beni tienen poco conocimiento sobre árboles maderables y su silvicultura en sistemas agroforestales. Se requiere proveer a los productores de germoplasma maderable de calidad y asistencia técnica y capacitación en el manejo de los árboles maderables en sus fincas. Se recomienda repoblar las fincas con especies maderables nativas y exóticas de rápido crecimiento, excelente madera y buen mercado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto USDA-ARS/CATIE por el financiamiento otorgado para la realización de la investigación; a Luisa Trujillo, coordinadora local del Proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni, al equipo técnico y al grupo de promotores locales del proyecto por el apoyo brindado durante la etapa de campo del trabajo. Se agradece la colaboración de Hugo Brenes en el análisis de los datos, la revisión y comentarios de Francisco Quesada y la valiosa ayuda de Aldo Rodríguez durante la recolección de datos en las fincas.

Recuadro 1. Especies, índices de valor de importancia (IVI), frecuencia y densidad media por hectárea agrícola en las fincas del Alto Beni, Bolivia

Nombre común	Nombre científico	Familia Botánica	IVI %	Frecuencia %	Total de individuos	Densidad (árboles ha ⁻¹)
Toco blanco	<i>Schyzolobium parahyba</i>	Caesalpinioideae	61,5	10,25	383	0,624 ± 0,32
Mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	48,7	11,44	527	0,858 ± 0,36
Roble	<i>Amburana cearensis</i>	Papilionoideae	18,7	7,43	183	0,298 ± 0,45
Huasicucho	<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Papilionoideae	16	6,98	128	0,208 ± 0,25
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	15,9	6,68	125	0,204 ± 0,35
Toco colorado	<i>Piptadenia buchtienii</i>	Mimosoideae	14,7	5,2	81	0,132 ± 0,02
Verdolago	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae	10,7	4,16	67	0,109 ± 0,03
Flor de mayo	<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae	8,94	3,26	40	0,065 ± 0,015
Palo zapallo	<i>Sterculia apetala</i>	Esterculiaceae	8,57	3,26	36	0,059 ± 0,04
Huayruro	<i>Ormosia</i> sp.	Papilionoideae	8,25	3,56	50	0,081 ± 0,03
Laurel amarillo	<i>Nectandra angusta</i>	Lauraceae	7,93	4,01	45	0,073 ± 0,05
Picana negra	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	7,75	2,82	76	0,124 ± 0,02
Cedrillo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	7,06	2,08	30	0,049 ± 0,03
Colomero	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae	6,24	2,08	61	0,099 ± 0,05
Nogal	<i>Juglans boliviana</i>	Juglandaceae	6,16	2,82	51	0,083 ± 0,06
Quina-quina	<i>Myroxylon balsamum</i>	Papilionoideae	6,06	2,82	44	0,072 ± 0,05
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	5,19	1,93	47	0,077 ± 0,07
Guazumo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	3,76	1,48	20	0,033 ± 0,04
Paquíó	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpinioideae	3,69	2,08	25	0,041 ± 0,05
Solemán	<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae	3,43	1,48	17	0,028 ± 0,03
Ajo-ajo	<i>Gallesia integrifolia</i>	Phytolaccaceae	3,01	1,63	17	0,028 ± 0,05
Leche-leche	<i>Sapium marmierii</i>	Euphorbiaceae	2,84	1,18	11	0,018 ± 0,03
Tarara	<i>Platymiscium fragans</i>	Papilionoideae	2,69	0,89	21	0,034 ± 0,04
Bibosi blanco	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae	2,64	1,04	2	0,003 ± 0,05
Gabetillo	<i>Aspidosperma rigidum</i>	Apocynaceae	1,67	0,891	10	0,016 ± 0,03
Momoqui	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Caesalpinioideae	1,56	0,891	11	0,018 ± 0,06
Isigo	<i>Tetragastris altissima</i>	Burseraceae	1,32	0,29	4	0,007 ± 0,07
Blanquío	<i>Zanthoxylum</i> sp.	Rutaceae	1,29	0,29	7	0,011 ± 0,02
Guayabochi	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae	1,24	0,74	5	0,008 ± 0,07
Gabú	<i>Virola flexuosa</i>	Myristicaceae	1,2	0,594	6	0,01 ± 0,05
Cuchi	<i>Astronium urundeuva</i>	Anacardiaceae	1,16	0,74	6	0,01 ± 0,04
Guitarreo	<i>Schefflera morototonii</i>	Euphorbiaceae	0,98	0,29	6	0,01 ± 0,04
Cuta	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	0,93	0,44	6	0,01 ± 0,04
Vilca	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Mimosoideae	0,88	0,44	5	0,008 ± 0,04
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae	0,78	0,14	11	0,018 ± 0,05
Limoncillo	<i>Bougainvillea</i> sp.	Nyctaginaceae	0,72	0,14	4	0,007 ± 0,06
Goma	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	0,66	0,29	3	0,005 ± 0,03
Bibosi colorado	<i>Ficus killipii</i>	Moraceae	0,56	0,29	10	0,016 ± 0,04
Mascajo	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	0,47	0,297	3	0,005 ± 0,05
Sululo	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	0,47	0,297	2	0,003 ± 0,06
Leche de perro	<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae	0,44	0,14	4	0,007 ± 0,07
Tajibo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	0,44	0,29	2	0,003 ± 0,06
Corocho	<i>Poulsenia armata</i>	Moraceae	0,43	0,14	2	0,003 ± 0,08
Cedro beniano	<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae	0,42	0,29	2	0,003 ± 0,09
Topero	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	0,36	0,28	3	0,005 ± 0,08
Huevo de potro	<i>Porcelia ponderosa</i>	Annonaceae	0,26	0,14	1	0,002 ± 0,06
Jorori	<i>Swartzia jorori</i>	Papilionoideae	0,24	0,14	1	0,002 ± 0,08
Palo maría	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guttiferae	0,21	0,14	1	0,002 ± 0,05
Sangre de toro	<i>Otoba parvifolia</i>	Myristicaceae	0,21	0,14	1	0,002 ± 0,05
Ajipa	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	Tiliaceae	0,21	0,14	2	0,003 ± 0,07
Huevo de perro	<i>Leonia crassa</i>	Violaceae	0,21	0,148	1	0,002 ± 0,04
Coquino	<i>Pouteria nemorosa</i>	Sapotaceae	0,2	0,14	2	0,003 ± 0,04
Kara-kara	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Caesalpinioideae	0,2	0,14	1	0,002 ± 0,02
Almendrillo	<i>Dipteryx odorata</i>	Papilionoideae	0,2	0,14	2	0,003 ± 0,03

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Asare, R. 2005. Cocoa Agroforests in West Africa: a look at activities on preferred trees in the farming systems. Horsholm, DN, Danish Centre for Forest, Landscape and Planning. 89 p. (Forest & Landscape Working Papers no. 6).
- Anim-Kwapong, GJ. 2003. Potential of some Neotropical Albizia species as shade trees when replanting cocoa in Ghana. *Agroforestry Systems* 58:185-193.
- Bonilla, G; Somarriba, E. 2000. Tipologías cafetaleras del Pacífico de Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 7(26):27-29.
- Bentley, J; Boa, E; Stonehouse, J. 2004. Neighbor trees: Shade, Intercropping, and Cacao in Ecuador. *Human Ecology* 33(2):241-270.
- Butterfield, R. 1996. Early species selection for tropical reforestation: a consideration of stability. *Forest Ecology and Management* 81:161-168.
- Carpenter, L; Nichols, D; Sandi, E. 2004. Early growth of native and exotic trees planted on degraded tropical pasture. *Forest Ecology and Management* 196:367-378.
- Carnevale, J; Montagnini, F. 2002. Facilitating regeneration of secondary forests with the use on mixed and pure plantation of indigenous trees species. *Forest Ecology and Management* 163:217-227.
- CATIE. 2002. Proyecto modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia. Documento de Proyecto. Turrialba, CR, CATIE. 61 p.
- Current, D; Sherr, SJ. 1995. Farmers costs and benefits from agroforestry and forestry projects in Central America and the Caribbean: implication for policy. *Agroforestry Systems* 30:87-103.
- Duguma, B; Gockowski, J; Bakala, J. 2001. Smallholder cacao (*Theobroma cacao*) cultivation in agroforestry systems of West and Central Africa: Challenges and opportunities. *Agroforestry Systems* 51:177-188.
- Escalante, E. 1987. Promising agroforestry systems in Venezuela. *Agroforestry Systems* 3:209-221.
- Escalante, M; Somarriba, E. 2001. Diseño y manejo de cafetales en el occidente de El Salvador. *Agroforestería en las Américas* 8(30):8-16.
- Fisher, A; Vasseur, L. 2002. Smallholder perceptions of agroforestry projects in Panama. *Agroforestry Systems* 54:103-113.
- García, E; Jaime, M; Mejía, B; Guillén, L; Harvey, C. 2001. Árboles dispersos dentro de cultivos anuales en el municipio de Ilobasco, El Salvador. *Agroforestería en las Américas* 8(31):39-44.
- Guiracochoa, G; Harvey, CA; 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(30):7-11.
- González, E; Fisher, R. 1994. Growth of native forest species planted on abandoned pasture land in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 70:159-167.
- Haggar, J; Buford, C; Butterfield, R. 1998. Native species: a resource for the diversification of forestry production in the lowland humid tropics. *Forest Ecology and Management* 105:195-203.
- Herzog, F. 1994. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. *Agroforestry Systems* 27:259-267.
- InfoStat. 2004. Infostat versión 2004. Grupo Infostat, FCA. Córdoba, AR, Universidad Nacional de Córdoba.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn, GE, Editorial GTZ. 200 p.
- Llenderal, T. Somarriba, E. 1999. Tipologías de cafetales en Turrialba, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 6(23):30-32.
- López, A; Orozco, L; Somarriba, E; Bonilla, G. 2003. Tipologías y manejo de fincas cafetaleras en los municipios de San Ramón y Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):74-79.
- Leakey, RB. 1998. Agroforestry in the humid lowlands of West Africa: some reflections on the future directions for research. *Agroforestry Systems* 40:253-262.
- Matos, E; Beer, J; Somarriba, E; Gómez, M; Current, D. 2000. Validación, adopción inicial y difusión de tecnología agroforestal en cacaoales con indígenas Ngobe, Panamá. *Agroforestería en las Américas* 7(26):7-9.
- Morrobel, JC. 1989. Comportamiento de *Acacia mangium* en diferentes sistemas de plantación manejados por pequeños agricultores en Zambrana, Cotui, República Dominicana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 85 p.
- Milz, J. 2001. Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. La Paz, BO, Editorial Desing. 91 p.
- Piotto, D; Montagnini, F; Ugalde, L; Kanninen, M. 2003. Performance of forest plantation in small and medium-sized farms in the Atlantic lowland of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 175:195-204.
- PIAF (Proyecto de investigación agroecológica y forestal- El Ceibo). 2000. Guía de especies forestales del Alto Beni. PIAF-El Ceibo. Bolivia, Editorial DED. 196 p.
- _____. 2001. Boletín de usos de especies forestales: fenología de especies (época de floración y fructificación) datos silviculturales y lista de usos de las especies forestales del Alto Beni. PIAF-El Ceibo. Bolivia, Editorial DED. 24 p.
- Somarriba, E. 1999. Regeneración natural de maderables en campos agrícolas. *Agroforestería en las Américas* 6(24):31-35.
- _____; Valdivieso, R; Vásquez, W; Galloway, G. 2001. Survival, growth, timber productivity and site index of *Cordia alliodora* in forestry and agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 51:111-118.
- _____; Trivelato, M; Villalobos, M; Suárez, A; Benavides, P; Moran, K; Orozco, L; López, A. 2003. Diagnóstico agroforestal de pequeñas fincas cacaoteras orgánicas de indígenas Bribri y Cabécar de Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):24-30.
- Soto-Pinto, L; Roero-Alvarado, Y; Caballero-Nieto, J; Segura Warnoltz, G. 2001. Woody plant diversity and structure of shade-grown-coffee plantations in Northern Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 49(3-4):977-987.
- Suárez, IA. 2001. Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaoales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74 p.
- Suatunce, P.; Somarriba, E.; Harvey, C.; Finegan, B. 2003. Composición florística y estructura de bosques y cacaoales en los territorios indígenas de Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):31-35.
- Vega, L. 1995. Pautas para el manejo de bosques tropicales húmedos integrado al desarrollo rural en las zonas de colonización de Bolivia. In Actas seminario Taller Internacional Alternativas de producción en selva tropical húmeda: Las aplicaciones para las zonas de colonización Alto Beni-Yucumo-Rurrenabaque. La Paz, Bolivia. p. 136-154.