

Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona Atlántica de Costa Rica¹

Mildred Linkimer², Reinhold Muschler³, Tamara Benjamin³, Celia Harvey³

Palabras claves: Árboles de sombra; atributos claves; caracterización de especies; compatibilidad árbol-café; diversificación; selección de especies; trópico húmedo

RESUMEN

El objetivo del estudio fue contribuir al desarrollo de la caficultura sostenible, identificando y caracterizando especies arbóreas que pueden ser utilizadas para diversificar cafetales de la zona Atlántica de Costa Rica. Se entrevistó a 95 caficultores para identificar las especies arbóreas utilizadas como sombra y los atributos claves que determinan la compatibilidad de los árboles con café. Los finqueros mencionaron 62 especies arbóreas, arbustivas y herbáceas (*Musa* spp.) que han sido utilizadas en cafetales de la zona; de las cuales 40 especies fueron identificadas como "nativas" (algunas son naturalizadas). Los atributos más importantes de los árboles fueron los relacionados con el establecimiento, manejo y compatibilidad, particularmente basados en características de la copa (p.ej., forma y tamaño) y de las raíces. De las 62 especies, 16 fueron clasificadas dentro de las más adecuadas para ser asociadas con café. Entre ellas, las de mayor calificación para la zona Atlántica de Costa Rica fueron *Inga* spp., *Psidium friedrichsthalianum*, *Spondias purpurea*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Simarouba amara*, *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium*.

INTRODUCCIÓN

La crisis actual que enfrenta la caficultura Costarricense por la reducción en los precios internacionales del café y por el alza en los costos de producción del cultivo, justifica la búsqueda de otras alternativas para incrementar tanto la productividad, como la sostenibilidad de los sistemas cafetaleros. Sin embargo, a pesar de todos los beneficios que se obtienen al implementar los sistemas de café con sombra de árboles, Costa Rica ha sido uno

Native trees for the diversification of coffee farms in the Atlantic zone of Costa Rica

ABSTRACT

The objective of the study was to contribute to the development of sustainable coffee production by identifying and characterizing trees that can be used to diversify coffee plantations in the Atlantic region of Costa Rica. Interviews of 95 coffee farmers were used to identify coffee shade trees and the attributes that determine the compatibility of these trees with coffee. The farmers mentioned a total of 62 tree, shrub and herbaceous (*Musa* spp.) species that have been used in coffee plantations in this zone; of these, 40 were identified as "native" tree species (some are in fact naturalized). The most important tree attributes were those related to the establishment, management and compatibility of the trees, particularly based on crown (e.g., crown width, crown shape) and root attributes. Amongst these 62 species, 16 were classified as the most suitable for incorporation in coffee plantations. Among them, *Inga* spp., *Psidium friedrichsthalianum*, *Spondias purpurea*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Simarouba amara*, *Erythrina poeppigiana* and *Gliricidia sepium* were the tree species with the highest qualifications for the Atlantic region of Costa Rica.

de los países de América Central que más ha impulsado una caficultura sin sombra, práctica que se desarrolló con más fuerza a partir de los años 70 del siglo XX. La implementación de sistemas agroforestales contribuye a mejorar la productividad y sostenibilidad económica y ecológica de la finca, al conservar los recursos naturales como el agua, suelo y biodiversidad (Jiménez y Muschler 2001). Se han tenido experiencias valiosas que

¹ Basado en: Linkimer, M 2001. Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis M Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica.

² M.Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2001 E-mail:mlinkimer@proteconet.go.cr (autora para correspondencia).

³ Profesores Investigadores, CATIE, Turrialba, Costa Rica E-mails: muschler@catie.ac.cr; tamara@catie.ac.cr; charvey@catie.ac.cr

demuestran que existen árboles nativos (p.ej., *Inga* spp., *Swietenia macrophylla*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata* y *Alnus acuminata*) con un alto potencial para producir en asociación con el cafeto (Sabogal 1983; Hernández *et al* 1997; Montenegro *et al* 1997), al mismo tiempo que pueden aumentar la diversidad ecológica del sistema al conservar la flora nativa y la fauna relacionada con ellas. Solamente 300 de aproximadamente 2000 especies arbóreas que se encuentran en Costa Rica, han sido utilizadas por su madera y menos de 10 han sido utilizadas en la mayoría de las áreas reforestadas. Más de 40 especies han sido catalogadas como especies con algún grado de amenaza en el país (Jiménez y Poveda 1997). Para contribuir al desarrollo de una caficultura sostenible y al mismo tiempo conservar especies arbóreas nativas del país, se planteó como objetivo de este estudio identificar y caracterizar especies arbóreas nativas para diversificar cafetales en la zona Atlántica de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la zona cafetalera de los cantones de Turrialba (9°47' N y 83°34' O) y Jiménez (9°47' N y 83°41' O). La zona se caracteriza por ser parte de la vertiente montañosa de la costa Atlántica de Costa Rica, con alturas entre los 600 y 900 msnm, con excepción del distrito de Peralta, que se ubica a 390 msnm. La precipitación es de 3000 a 3750 mm anuales, con una humedad relativa de 87 a 90% y una temperatura promedio anual de 22°C (Zamora 1998). Según la clasificación de Holdridge (1978), la región se ubica en las zonas de vida: Bosque Muy Húmedo Premontano y Bosque Muy Húmedo Tropical.

El estudio se dividió en cuatro fases: 1) selección de atributos claves de los árboles que determinan su compatibilidad con café según los productores de la zona; 2) asignación de pesos a los atributos claves para la compatibilidad con café; 3) identificación de las especies arbóreas presentes en los cafetales; y 4) selección de especies nativas recomendables que pueden ser utilizados en asocio con café.

En la primera fase, se realizó una encuesta a caficultores elegidos al azar de las listas de productores que entregan café en los beneficios de CoopeSuiza, Compañía Santa Rosa Ltda. y Volcafé. El tamaño de la muestra para un nivel de significancia del 95% y un límite de error del 10% fue de 95 caficultores de un total de 3787. Debido a que la lista de los beneficios se encuentra dividida por distritos y los productores a su vez se distribuyen heterogéneamente entre éstos, se determinó mediante

asignación proporcional el número de caficultores a entrevistar por distrito. De esta manera el número de productores por distrito fue igual al porcentaje que representan de la población en estudio.

El objetivo de la encuesta fue obtener información acerca de las especies arbóreas utilizadas como sombra en los cafetales, sus características, y las ventajas y desventajas de utilizarlas en el asocio. Además, estas especies fueron clasificadas como nativas y exóticas, entendiéndose por nativas las arbóreas endémicas de Centroamérica (y por lo tanto, de Costa Rica) y exóticas, aquellas especies introducidas de afuera del Istmo Centroamericano. Se determinó cuáles son los atributos claves que según los productores establecen la compatibilidad de los árboles con café. Las entrevistas, basadas en preguntas abiertas y cerradas fueron complementadas con visitas a los cafetales para corroborar la información.

En la segunda fase, el responsable del estudio asignó pesos a los atributos de las especies listadas por los productores según su importancia en la zona. Dichos pesos fueron: "1" si el atributo no era importante en la zona; "2" si el atributo era de mediana importancia; y "3" si era muy importante. Para asignar los pesos se consideraron las condiciones ecológicas y económicas que son necesarias para que un sistema agroforestal alcance altos niveles de productividad, sostenibilidad y adoptabilidad. Además, se valoraron indicadores como las condiciones climáticas y edáficas de la zona, las preferencias de los productores hacia los atributos y la crisis actual que enfrenta la caficultura Costarricense.

En la tercera fase (de escritorio), se clasificaron las especies arbóreas presentes en los cafetales, utilizando los atributos identificados en la primera fase del estudio para ordenar la información de la literatura y los productores. Se ordenaron los atributos de cada especie en una matriz donde posteriormente se le asignó el valor de "1" si la especie cumplía con el atributo; "-1" si no lo cumplía; y "0" para aquellos atributos que se cumplían parcialmente. Ejemplos de atributos que pueden cumplirse parcialmente son la velocidad del crecimiento de los árboles, el tamaño de las hojas, el tipo y densidad de la copa. En el caso de algunos atributos como la profundidad del sistema radicular, la producción de materia orgánica y la facilidad de descomposición del material vegetal vivo, no se establecieron rangos determinados, ya que en la mayoría de los casos, ni la literatura, ni los productores reportaron datos numéricos.

En la última fase del estudio, se seleccionaron árboles nativos recomendables para ser utilizados en asocio con café en esta región. Para ello, todos los árboles fueron calificados según la presencia o ausencia de los 21 atributos claves previamente seleccionados y sus respectivos pesos. Para cada especie la calificación final fue la sumatoria del producto del valor de cumplimiento de cada atributo (-1, 0, 1) por su respectivo peso (1, 2, 3):

$$\text{CALIFICACIÓN } sp1 = \sum_{i=1}^{21} (\text{valor atributo } i * \text{peso atributo})$$

Para escoger la calificación mínima que debía poseer una especie recomendable, se tomó como base la calificación máxima que obtuvo una especie de cada tipo de uso (frutal, maderable o de servicio). Luego se seleccionaron aquellas especies que obtuvieron hasta un 20% menos de calificación que la mejor especie en cada tipo de uso

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

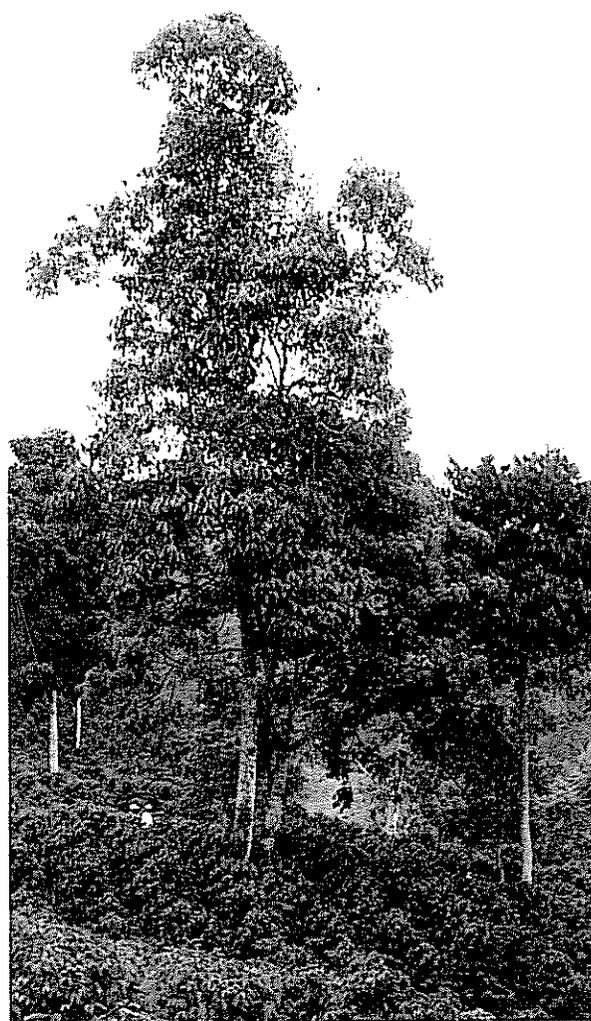
Especies de sombra más comunes

En total se encontraron 62 especies arbóreas y arbustivas (incluyendo musáceas) en los cafetales de la zona; de éstas 40 fueron consideradas "nativas" de Centroamérica y 22 exóticas. La especie más abundante en los cafetales fue el Poró (*Erythrina poeppigiana*), identificada por el 83% de los productores. Las otras especies comunes (más del 50% de las fincas) fueron *C. alliodora*, *Citrus sinensis* (naranja dulce) y *Musa* spp. (banano). Algunas de las especies que eran utilizadas por los caficultores de la zona, tales como *Musa* spp., *Citrus* spp. (cítricos), *Persea americana* (aguacate), *Mangifera indica* (mango), *C. alliodora* y *C. odorata* (cedro), también han sido encontradas en asocio con café en otras regiones de Costa Rica (Espinoza 1983; Büngel 1998) y en otros países del norte de Latinoamérica (Perfecto *et al* 1996; Podger 1999; Natural History Museum 2001).

Atributos claves de los árboles

A pesar que la mayoría de caficultores (71%) no ha recibido capacitación formal acerca del uso de árboles en cafetales, ellos utilizan su experiencia para identificar características (atributos) compatibles con el café. La mayoría de estos atributos coincidieron con los reportados en la literatura (Cuadro 1). A diferencia de lo indicado por algunos autores (Geilfus 1994; ANACAFE 1995; y Beer 1995), la mayoría de los productores (83%) no consideró como atributo clave que el árbol posea hojas pequeñas, mientras éstas se descompongan fácilmente.

Del mismo modo, a diferencia de lo que reportaron Bellow y Muschler (1999); Muschler (1999) y Fischersworing y Roßkamp (2001), un 41% de los productores consideró que la presencia de autopoda en los árboles era un atributo indiferente y de hecho un 9% prefirió árboles que no presentaran autopoda. Ellos afirmaron que es mejor realizar podas selectivas, porque de esta manera la sombra de su cafetal puede regularse según sea necesario y además, se reduce el daño sobre cafetos por la caída repentina de ramas. Con respecto al tipo de follaje, solamente 24% de los productores coincidió con algunos autores (Camargo 1971; Guerra 1976; Fournier 1979; ANACAFE 1995) respecto a que los árboles deben poseer follaje permanente para ser asociados con café.



El *Ocotea* sp (árbol más alto, centro) y *Virola koschnyii* (derecha) fueron seleccionados como promisorios para asociarse en cafetales de la zona. Foto: M Linkimer.

Los caficultores también fueron conscientes de que algunos atributos claves para la selección de especies son diferentes según el uso del árbol. Prefirieron árboles con copa angosta si el objetivo era la producción de madera y con ramas que se extiendan hacia los lados si se quisieran frutales. Del mismo modo reconocieron que otros atributos como la rectitud y altura del fuste son especialmente importantes en los árboles maderables, mientras que la capacidad de fijar N y de rebrotar fácilmente son claves para los árboles de servicio. Otro atributo importante de mencionar es la "compatibilidad" de los árboles con café. Al igual que en muchas de las publicaciones (p.ej., Beer 1987; Muschler 1999; Fischersworing y Roßkamp 2001), todos los productores prefirieron árboles compatibles con el cultivo ("que se lleven con el café"); es decir, que no causaran daños por competencia, efectos alelopáticos, o por ser posibles hospederos de insectos o patógenos. Los productores median la falta de compatibilidad a través de su experiencia; por ejemplo, han observado que cafetos que se encuentran alrededor de determinados árboles son menos vigorosos, más pequeños, muestran síntomas de alguna deficiencia (p.ej., amarillamiento), o presentan mayor incidencia de alguna enfermedad. De esta manera han logrado determinar cuáles especies de sombra son más compatibles que otras. Por ejemplo, consideraron que árboles como los pinos (*Pinus* spp.) no deberían ser utilizados en cafetales, porque poseen efectos alelopáticos sobre la vegetación que esté a su alrededor.

Con respecto al origen de los árboles, la mayoría de los productores (77%) prefirió lo que ellos perciben como "nativos" para sus cafetales. La excepción es el árbol de sombra más común en la zona, el poró (*Erythrina poeppigiana*), que muchas veces se percibió como nativo, pero más bien es naturalizado después de su introducción hace más de 100 años. Ellos creían que los árboles "nativos" son los que mejor se adaptan a las condiciones climáticas existentes en la zona y los que poseen mayor aceptación local. Es importante anotar que entre las 22 especies clasificadas como "exóticas" por la literatura, 15 fueron consideradas por los productores como "nativas", aunque ellos conocían que "nativos" son árboles propios de la zona y que "exóticos" son "traídos de afuera". Árboles que conocían desde hace muchos años y que también usaban sus padres y abuelos fueron considerados como "nativos". Aparte del poró, otros ejemplos que mencionaron fueron los cítricos, las musas y la fruta de pan (*Artocarpus communis*)

Priorización de los atributos de los árboles

De los 21 atributos seleccionados por los productores como claves para la compatibilidad de árboles con café, 10 fueron clasificados con altos valores de prioridad para la zona Atlántica, cinco obtuvieron valores de prioridad media y seis de prioridad baja (Cuadro 1). Se asignaron altos valores de prioridad a los atributos relacionados con disminuir la utilización de insumos externos y mano de obra requerida (por la reducción de los precios del café y el alza en los costos de producción), y aumentar la productividad del sistema (incorporación de materia orgánica, capacidad de fijar N, facilidad de manejo y productos secundarios, entre otros), debido a la crisis actual que enfrenta la caficultura Costarricense. Atributos como la profundidad del sistema radicular (relacionada con la competencia por nutrientes y lo cual es muy crítico por el alto costo de los insumos), también recibieron valores altos de prioridad. En cambio atributos como la fortaleza del sistema radicular, ramas y tallos, que son de mucha importancia en zonas con vientos fuertes, fueron clasificados con prioridad baja, ya que la zona Atlántica no presenta esta condición (según la opinión de los entrevistados). Aunque los productores prefieren los árboles de copa rala, también afirmaron que éste atributo puede ser modificado a través de las podas; por lo tanto, este atributo recibió peso intermedio.

Teniendo presente las limitantes del suelo de la zona (p.ej., acidez), resulta muy importante el aporte de la biomasa proveniente de los árboles. Una capacidad alta de rebrote no solamente favorece que el cafetal se encuentre sombreado en menor tiempo, sino que también pone a disposición nuevo material vegetativo que puede ser incorporado al suelo (Geilfus 1994). De este modo, cualidades de servicio de los árboles (p.ej., capacidad de soportar podas fuertes y capacidad de rebrote) fueron clasificadas con prioridad alta. El atributo de origen de los árboles (nativos o exóticos) recibió un peso intermedio, debido a que a pesar de que este estudio tenía como prioridad la selección de especies nativas, no se puede rechazar o recomendar una especie solamente por su origen.

Selección de las especies arbóreas nativas promisorias

Existe muy poca información acerca de muchas de las especies nativas, sobre todo en lo referente a arquitectura de raíces e incorporación y descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la calificación que obtuvieron las especies no es definitiva, hasta que no se

Cuadro 1. Priorización de los atributos de los árboles preferidos por los productores (n = 95) en la selección de especies para su asocio con café en la zona Atlántica de Costa Rica: (1) prioridad baja; (2) prioridad media; y (3) prioridad alta (atributos ordenados por peso y por orden alfabético).

Atributo	Opinión caficultores (%)*			Peso
	SI	NO	IND	
1 Capacidad de fijar nitrógeno (AS)	77	-	23	3
2 Capacidad de rebrote (AS)	76	4	20	3
3 Compatibilidad con el café	97	-	3	3
4 Contribución con la biodiversidad y el medio ambiente	99	-	1	3
5 Facilidad de manejo	93	7	-	3
6 Incorporación de materia orgánica	95	-	5	3
7 Profundidad del sistema radicular	87	2	11	3
8 Provisión de productos secundarios	83	-	17	3
9 Rectitud de fuste (M)	100	-	-	3
10 Tolerancia a podas (AS)	75	-	25	3
11 Altura de fuste (M)	95	5	-	2
12 Densidad de copa (poseer copa rala)	79	1	20	2
13 Origen de los árboles (nativos)	77	-	23	2
14 Velocidad de crecimiento (rápido)	78	6	16	2
15 Velocidad de descomposición del material vegetativo	-	-	-	2
16 Autopoda (M)	50	9	41	1
17 Forma de copa (angosta)	33	49	18	1
18 Fortaleza de ramas y tallos (tener ramas y tallos no quebradizos)	77	3	20	1
19 Fortaleza del sistema radicular (sistema radicular fuerte)	93	1	6	1
20 Tamaño de hojas (pequeñas)	17	16	67	1
21 Tipo de follaje (permanente)	24	51	25	1

* Los números representan los porcentajes de caficultores.

SI: prefiere que cumpla con el atributo.

NO: prefiere que no cumpla con el atributo.

IND: opinan que el atributo no es importante o que no tuvo opinión respecto al atributo.

M: Atributo para maderables

AS: Atributo para árboles de servicio.

reporten los datos faltantes. De las 62 especies identificadas en los cafetales de la zona, 16 "nativas" fueron seleccionadas como promisorias al aplicar la lista de atributos claves de los productores con sus respectivos pesos. De ellas, siete fueron frutales, seis maderables y tres de servicio (Cuadro 2). Entre los atributos que hicieron sobresalir a estas especies arbóreas sobre las demás están que, en general, son de rápido crecimiento, fácil manejo, poseen copa rala y ancha, parecen ser compatibles con el café y se adaptan a los suelos y condiciones climáticas de la zona de estudio. En el caso de los árboles maderables (además de la presencia de los atributos anteriores), todas las especies seleccionadas como recomendables se caracterizaron por poseer un fuste recto y alto

Algunos otros atributos claves no estuvieron presentes en todos los árboles seleccionados. Por ejemplo, de las 16 especies recomendables, ocho poseen follaje caducifolio, cuatro semicaducifolio y cuatro permanente. Sin embargo, debe tenerse presente que este atributo tuvo

una prioridad baja en la zona de estudio debido a que no es una región con época seca marcada. También el hecho de mezclar especies permite el uso de árboles que no ofrezcan todos los atributos deseables.

La selección de las especies se realizó con base en atributos claves, sin tomar en cuenta la abundancia de éstas en los cafetales de la zona. De esta manera se encontró que de los 16 árboles seleccionados, ocho fueron encontrados en menos del 10% de los cafetales de la zona. Debe tenerse presente que la selección de especies depende de su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas. En este sentido, el marañón (*Anacardium occidentale*) no fue considerado como promisorio para la zona cafetalera Atlántica de Costa Rica (a pesar que obtuvo una alta calificación), porque requiere de épocas secas marcadas para la producción de frutos. No obstante, debería estudiarse el potencial que pueda tener esta especie en asocio con café en otras regiones que presenten las condiciones climáticas requeridas.

Cuadro 2. Especies arbóreas nativas seleccionadas como recomendables para ser utilizadas en asocio con café en la zona cafetalera Atlántica de Costa Rica.

Nombre científico	N-	Nombre común	Familia	Calificación (%)*	Comentario
Maderables					
<i>Cedrela odorata</i>	21	Cedro amargo	Meliaceae	81	Susceptible al ataque de <i>Hypsiphyla grandela</i>
<i>Simarouba amara</i>	2	Aceituno negro	Simaroubaceae	81	
<i>Cordia alliodora</i>	58	Laurel	Boraginaceae	78	
<i>Ocotea</i> sp.	4	Ira, quizarrá	Lauraceae	78	Fuente de alimento para tucanes
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	Cedro María	Clusiaceae	66	Copa muy densa
<i>Virola koschnyii</i>	1	Fruta dorada	Myristicaceae	66	Fuente de alimento para tucanes
Frutales					
<i>Spondias purpurea</i>	8	Jocote	Anacardiaceae	74	Algunas variedades no se adaptan a la zona
<i>Inga</i> sp.	23	Guaba	Mimosaceae	65	Material vegetativo de difícil descomposición
<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	26	Cas	Myrtaceae	61	Especie de crecimiento lento
<i>Theobroma cacao</i>	4	Cacao	Sterculiaceae	61	Susceptible a la aparición de enfermedades
<i>Byrsonima crassifolia</i>	7	Nance	Malphiaceae	55	
<i>Annona muricata</i>	20	Guanábana	Annonaceae	52	Sistema radicular superficial
<i>Spondias dulcis</i>	8	Yuplón	Anacardiaceae	52	
Servicio					
<i>Erythrina poeppigiana</i>	79	Poró	Papilionaceae	97	Arbol con muchas espinas
<i>Gliricidia sepium</i>	17	Madero negro, madre cacao	Papilionaceae	92	El forraje es importante fuente de alimento para rumiantes
<i>Inga</i> spp.	23	Guaba, cuajiniquil	Mimosaceae	81	Material vegetativo de difícil descomposición

N- es el número de productores que utiliza la especie en sus cafetales (n = 95).

* El porcentaje representa la calificación obtenida al aplicar la lista de criterios y sus pesos, relativo a la calificación máxima posible.

CONCLUSIONES

- La selección y priorización de atributos claves de compatibilidad de especies arbóreas con café, ayudan a identificar aquellas especies maderables, frutales y de servicio que mejor se adapten a los objetivos del productor, así como a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales y económicas existentes en una región determinada.
- Los atributos claves más importantes que determinan la compatibilidad de especies arbóreas con café son los relacionados con las características de arquitectura y compatibilidad de los árboles (p.ej., forma y tamaño de copa, y arquitectura de las raíces), así como los relacionados con el establecimiento y manejo de los mismos. La mayoría de los atributos reportados en la literatura (que determinan la compatibilidad de especies arbóreas con café), coinciden con los atributos identificados por los productores de la zona.
- Aunque algunas especies (p.ej., cítricos) no fueron clasificadas como recomendables por no cumplir con algunos atributos claves, no debe descartarse la idea de utilizar estos árboles en cafetales (con un manejo adecuado), ya que proveen otros beneficios (como el valor de la fruta) que pueden brindar ganancias adicionales a los productores.
- La información existente sobre muchas especies nativas se limita más que todo a descripciones botánicas. Faltan datos sobre sus sistemas radiculares e incorporación y descomposición de materia orgánica para juzgar mejor su potencial en sistemas agroforestales.
- Se necesitan estudios acerca del comportamiento y los efectos de las especies seleccionadas sobre el café, para corroborar los efectos positivos y negativos mencionados por los productores de la zona.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ANACAFE. 1995. Manual de caficultura para el pequeño caficultor Guatemala, Asociación Nacional del Café s p
- Beer, J. 1987. Ventajas, desventajas y características deseables en los árboles de sombra para café. In Jiménez, F; Vargas, A. eds. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, CR Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ p 169-186
- Beer, J. 1995. Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad de un cafetal. In Seminario Regional de Consulta sobre Caficultura Sostenible San Francisco Zapotitlán, Guatemala, IICA/PROMECAFE p 13-18
- Bellow, JG; Muschler, RG. 1999. Screening for promising tree associates for coffee in Central America. In Jiménez, F; Beer, J Comps. Multi-strata Agroforestry Systems with Perennial Crops: proceedings of the international Symposium Turrialba, CR CATIE/DANIDA/GTZ/ICRAF/IUFRO p 171-174.
- Büngel, J. 1998. Árboles de sombra en cafetales: resultados de investigación en COOPEPILANGOSTA R. L. - Hojancha- y COOPECERROAZUL R.L. - Los Ángeles de Nandayure-Región Nicoya / Guanacaste, Costa Rica. San José, CR. Fundación Friedrich Ebert. 71 p.
- Camargo de León, S. 1971. La sombra en el café. Revista Cafetalera ANACAFE 105: 20 - 26
- Espinoza, L. 1983. Estructura general de cafetales de pequeños agricultores. In Heuveldop, J; Espinoza, L. eds. El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica. Turrialba, CR CATIE. p 72-84.
- Fischersworing H, B; Roßkamp R, R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Lima, Perú, GTZ. 153 p.
- Fournier O, LA. 1979. El cultivo del jaúl (*Alnus jorullensis*) en fincas de café en Costa Rica. In Salas, G. de las, ed. Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, CR p. 163 - 167.
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba, CR, CATIE/ENDA CARIBE v1, 657 p (Serie Técnica. Manual Técnico CATIE. no.9)
- Guerra D, A. 1976. Manual técnico del cultivo del café en el Salvador: tipos de sombra más comunes. Santa Tecla. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café p 109 - 114.
- Hernández, OG; Beer, J; von Platen, H. 1997. Rendimiento de café (*Coffea arabica* cv Caturra), producción de madera (*Cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones comerciales con diferentes densidades de sombra en Costa Rica. Agroforestería en las Américas 4(13):8-13.
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR, IICA 216 p.
- Jiménez, F; Muschler, R. 2001. Introducción a la agroforestería. In Jiménez, F; Muschler, R; Köpsell, E. eds. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba, CR. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ p. 1-24
- Jiménez, Q; Poveda, LJ. 1997. Lista actualizada de los árboles maderables de Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 36 p (Revista Aportes al Desarrollo Sostenible no. 2).
- Montenegro, J; Ramírez, G; Blanco-Metzler, H. 1997. Evaluación del establecimiento y crecimiento inicial de seis especies maderables asociadas con café. Agroforestería en las Américas 4(13):14-20.
- Muschler, R. 1999. Árboles en Cafetales. Turrialba, C.R. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ 139 p (Materiales de enseñanza CATIE No 45).
- Natural History Museum, UK. 2001. Coffee and biodiversity conservation in El Salvador: trees of shade forest (en línea). London, UK. Consultado 10 nov. 2001. Disponible en <http://www.nhm.ac.uk/botany/coffee/specieslists.html>
- Perfecto, I; Rice, RA; Greenberg, R; van der Voort, ME. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. Shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. BioScience 46:598-608.
- Podger, C. 1999. Café: amigo de la biodiversidad dando una mano a El Salvador. Abecafé. Abril-junio 1999: 24-29.
- Sabogal, C. 1983. Observaciones sobre la combinación de *Cedrela odorata* con café en Tabarcia-Palmichal (Cantón Puriscal). In Heuveldop, J; Espinoza, L. eds. El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. p. 90-101.
- Zamora, QL. 1998. Manual de Recomendaciones para el cultivo de café. 1 ed. Heredia CR. ICAFE-CICAFE, Unidad de Producción Agrícola 195 p.