

Selección de especies para sombra en cafetales diversificados de Chiapas, México¹

Cristina Yépez², Reinhold Muschler³, Tamara Benjamín³, Miguel Musálem⁴

Palabras claves: Árboles de sombra; biodiversidad; café (*Coffea arabica*); criterios de selección; especies nativas; selección de especies.

RESUMEN

Se estudiaron atributos de árboles utilizados por productores como criterios para la selección de especies de sombra en cafetales tradicionales en Ixhuatán y Tapalapa, Chiapas, México. Los atributos de selección de la literatura y los encontrados en este estudio se agruparon en ocho conjuntos: copa, fuste, raíz, sanidad, manejo, compatibilidad, servicios y productos. Estos grupos fueron usados para evaluar el potencial de especies arbóreas en asocio con café utilizando dos índices que reflejan las preferencias y necesidades locales de los productores: un índice de atributo (*IA*) y un índice de cluster (*IC*). Los atributos más importantes fueron: alta producción de follaje para proveer materia orgánica al suelo, sistema radicular profundo y ausencia de susceptibilidad a plagas y enfermedades que pueden provocar defoliación súbita. De las 124 especies encontradas en las plantaciones de café, 25 fueron identificadas como de mayor potencial.

Selection of shade trees within diversified coffee plantations in Chiapas, Mexico

ABSTRACT

Tree attributes used by farmers as criteria for the selection of shade trees within traditional polyculture coffee plantations were studied in Ixhuatan and Tapalapa, Chiapas, Mexico. Attributes from the literature and those reported during this study were grouped as following: crown, stem, roots, health, management, compatibility, services and products. These groups were used to evaluate the potential of tree species as coffee associates using two indices that reflect the preferences and necessities of the local producers: an attribute index (*IA*) and a cluster index (*IC*). The most important attributes were: high foliage production to provide organic matter to the soil, deep root systems and absence of susceptibility to pests and diseases which might cause sudden defoliation. Of the 124 tree species found in the coffee plantations, 25 were identified as having the highest potential.

INTRODUCCIÓN

La crisis actual del café ha afectado fuertemente la economía de miles de productores indígenas campesinos dedicados a la caficultura bajo sombra. Este es un sistema de cultivo que paradójicamente encierra un conjunto de bienes que hasta hoy no tienen un valor en el mercado. Tal es el caso de los cafetales tradicionales de México, cuya riqueza de especies nativas constituye una pieza fundamental en la conservación de la biodiversidad.

El desarrollo de conocimientos sobre especies nativas de sombra y su compatibilidad con el café, así como su importancia ecológica y económica (Galloway y Beer 1997), es un desafío frente a la alta diversidad de árboles reportada en cafetales tradicionales (Perfecto *et al* 1996; Moguel y Toledo 1999; Beaucage *et al* 1999; Soto-Pinto 2000). Diversos autores señalan una lista de atributos deseables y no deseables de las especies arbóreas para sombra de cultivos considerando características

¹ Basado en Yépez P.C. 2001. Selección de árboles para sombra en cafetales diversificados de Chiapas. Tesis M. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

² M.Sc. Agroforestería Tropical, CATIE Turrialba, Costa Rica. E-mail: crisyepez@hotmail.com (autora para correspondencia)

³ Profesores investigadores Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. E-mail: muschler@catie.ac.cr; tamara@catie.ac.cr

⁴ Investigador INIFAP, México. E-mail: mmusalemm@avantel.net

específicas de competitividad o compatibilidad con el cultivo basadas en la producción de café (Beer 1987; Escamilla 1993; Geilfus 1994; Bellow y Muschler 1999; Muschler 2000). En la mayoría de los casos, la selección buscó encontrar una o dos especies para cafetales con sombra monoespecífica. Si se busca diseñar un sistema diversificado que combine una productividad aceptable de café con la conservación de la biodiversidad, la selección es una tarea más difícil.

El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento sobre el componente arbóreo en cafetales diversificados y los criterios locales para su manejo, para proponer un sistema de selección de árboles para sombra en cafetales con propósitos de productividad y conservación.



Grupo de Productores de Ixhuatán, Chiapas, México
Foto: Cristina Yépez

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en los municipios de Ixhuatán y Tapalapa en la región norte de Chiapas, México (16°55' y 18°00' N; 92°40' y 93°36' O). Esta zona fue escogida por la predominancia de sistemas tradicionales campesinos de producción de café, por su importancia biológica para la conservación y por la distribución altitudinal de la producción de este cultivo. Los cafetales de Ixhuatán se encuentran entre los 400 y 1000 msnm, con suelos luvisoles, feozem y cambisoles de textura arcillosa y poco profundos en las zonas de topografía accidentada. La vegetación dominante es selva alta perennifolia. El clima es cálido húmedo con lluvias todo el año (2000 a 2500 mm año⁻¹) y la temperatura promedio anual es de 25 °C. Los cafetales de Tapalapa se ubican entre los 800 y 1900 msnm en laderas fuertes a escarpadas con suelos poco profundos clasificados como luvisoles crómicos, litosoles y acrisoles órficos. La temperatura media anual oscila entre los 15° y los 22 °C. El clima es templado a semicálido húmedo con lluvias todo el año (1500 a 2500 mm año⁻¹), excepto en abril y mayo. Su vegetación incluye selva alta y relictos de bosque mesófilo de montaña y de pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.) y liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) (FAO 1974; COPLADE 1997; Hacienda 2000; CONABIO 2000).

En ambas zonas, la actividad de sus habitantes está fundamentalmente ligada a la producción agrícola de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) para el consumo familiar. La producción de café (*Coffea arabica*) ocupa el segundo lugar en superficie cultivada y el primero en valor de la producción. La superficie promedio de las parcelas de producción de café es de 1,5 ha. Predomina *C. arabica* var. *Typica* o criollo en una densidad de 1000 a 1400 plantas ha⁻¹. El manejo de los cafetales consta de una a tres limpiezas por año, podas y recepas de los cafetos, regulación de sombra y tres cortes de cosecha de noviembre a marzo. No se utiliza ningún producto químico sintético, orgánico o natural para la fertilización del cultivo o el control de plagas y enfermedades. La mano de obra empleada para las prácticas de manejo del cultivo es de fuente familiar. Los volúmenes de producción más frecuentes están entre los 900 y 1000 kg de café pergamino ha⁻¹ año⁻¹.

Recolección de datos

En cada municipio se entrevistaron 30 productores de café, se visitaron sus cafetales y se realizó un taller participativo con los productores entrevistados. Los productores fueron seleccionados según su experiencia y

años dedicados al cultivo de café. Las entrevistas y talleres se realizaron entre marzo y junio del 2001 para documentar los siguientes aspectos: a) antecedentes del cultivo de café en el municipio; b) características generales de la parcela de café y rendimientos; c) listado de especies locales para sombra; d) listado de atributos deseables, orden de importancia y cumplimiento de atributos por especie; y e) colecta e identificación de especies y sus atributos observables. La ponderación de los atributos en orden de importancia se estableció en una escala de cero para atributos irrelevantes y de tres para atributos altamente importantes.

En los cafetales visitados se caracterizó la sombra y se identificaron las especies. La caracterización de la sombra consideró: a) localización y caracterización de la parcela de café; b) clasificación del sistema de acuerdo con Nolasco (1985) y Moguel y Toledo (1999); c) inventario de riqueza y abundancia de especies por estrato; d) arreglo y densidad de árboles y cafetos; y e) porcentaje de cobertura del dosel arbóreo utilizando un densiómetro esférico (Lemmon 1957). Las muestras botánicas (cuatro por especie) se determinaron y depositaron en el herbario de El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SUR), en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Análisis y construcción del sistema de selección

La información fue sistematizada en tres bases de datos para cada municipio: a) caracterización de cafetales; b) lista de especies de sombra; y c) atributos deseables y ponderación. Los datos de la caracterización de cafetales y las especies fueron sometidos a un análisis estadístico descriptivo, mientras que los atributos deseables fueron sometidos a un análisis cualitativo de ponderación y cuantitativo de frecuencia, y agrupados en ocho conjuntos de atributos: copa, fuste, raíz, sanidad, manejo, compatibilidad, servicios y productos.

Estos conjuntos de atributos propuestos como criterios para evaluar el potencial de especies para sombra (PES), fueron usados para generar índices de atributo (IA) y de cluster (IC) que reflejan las preferencias y necesidades locales. De acuerdo con este método de selección: a) atributo es una característica particular reconocida en la especie considerada; b) criterio es un conjunto de atributos para tomar una decisión; y c) selección es la elección o preferencia por algunas especies. En este sistema, el procedimiento de selección consiste en la evaluación de las especies por el cumplimiento de atributos y criterios ponderados que se integran en las siguientes fórmulas.

Índice de atributo (IA):

$$IA = \sum_{i=0}^{nv} \left(\frac{Vp}{n_v fr} \right)$$

Donde:

IA es el índice de importancia de un atributo que refleja las preferencias locales; **IA** puede variar entre 0 y 3. **vp** es el peso ponderado que cada productor asigna a un atributo con valores de 0 a 3; donde: 0 = nulo; 1 = bajo; 2 = medio; y 3 = alto.

n_v es el número de valores para el atributo.

fr es la frecuencia relativa, calculada con el número de productores que mencionan el atributo dividido por el total de productores entrevistados.

Índice de cluster (IC):

$$IC = \sum_{i=0}^{na} \left(\frac{IA}{n_a} \right)$$

Donde:

IC es el índice de cluster. Se utiliza para valorizar o jerarquizar un grupo de atributos usados para evaluar un árbol para sombra (p. ej., copa, fuste, raíces, etc.). El valor máximo del **IC** es 3.

IA es el índice de importancia de un atributo que refleja las preferencias locales y su valor; puede variar entre 0 y 3.

n_a es el número de atributos ponderados en el cluster o grupo de características.

Potencial de especies para sombra (PES):

$$PES = \sum_{i=0}^{nc} IC$$

Donde:

PES es el potencial de la especie para sombra. Evalúa el desempeño de cada especie en el cumplimiento de cada grupo de atributos de los ocho definidos en la clasificación de los criterios de selección. El valor máximo es 3 x 8 = 24.

IC es el índice de cluster o la jerarquía de un conjunto de atributos en la selección.

n_c es el número de clusters o grupos de características del modelo de evaluación: en este estudio ocho.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 124 especies de 32 familias botánicas como sombra en cafetales de las dos zonas de estudio: 85

en Ixhuatán y 50 en Tapalapa, con 11 especies en las dos zonas. El 90% fueron nativas y el 10% restante fueron especies introducidas o exóticas, principalmente árboles frutales. Las familias con mayor número de especies reportadas para sombra fueron Lauraceae y Leguminosae.

En Ixhuatán, la densidad promedio de individuos en el dosel de sombra fue de 252 árboles ha⁻¹. Las especies Chelel (*Inga* spp.), Laurel (sin determinar), Bojón (*Cordia* sp.), Ramón (*Brosimum* sp.), Pimienta (*Pimenta dioica*) y Chinin (*Persea schiediana*), fueron la columna vertebral de la sombra en los cafetales de esta zona por su abundancia (85% del total). En Tapalapa, el dosel de sombra tenía una densidad promedio de 181 individuos ha⁻¹, siendo las especies abundantes: Chelel (*Inga* spp.), Cacaté (*Oecopetalum mexicanum*), Guachipilín (*Diphysa robinoides*), Aguacate (*Persea americana*), Pomarrosa (*Syzygium jambos*) y Tabaquillo (*Solanum* sp.), con más del 75% del total de individuos. Se pudo apreciar que en las dos zonas la regeneración natural constituye la base del manejo de la sombra en los cafetales. Más del 90% de las especies registraron otros usos además de la sombra, como por ejemplo madera para muebles y construcción, leña y frutas.

En general la diversidad de especies de sombra reflejó la diversidad de árboles del ecosistema original de estas zonas (Miranda 1998; López 1980 y Del Amo *et al* 1992). Las especies de sombra más abundantes en estos cafetales han sido reportadas en la literatura como especies de alto valor para la conservación de aves, proveyéndoles hábitat y/o recursos (Solórzano 1995; CONABIO 2000; Del Coro y Márquez 2000). De esta manera, la función de conservación de la biodiversidad de los árboles asociados a los cafetales es complementaria a la función de sombra.

En cuanto a los atributos usados para la selección de una especie como sombra en el cafetal, se reportaron 25 en Ixhuatán, 31 en Tapalapa y 22 coincidencias en las dos zonas para un total de 34 atributos. De estos se encontraron 16 atributos importantes (con valor superior a 2,0 puntos), 10 en Ixhuatán y 15 en Tapalapa (Cuadro 1). Considerando los atributos reportados con más alto **IA** en las dos zonas de estudio, éstos podrían resumirse en tres principales: i) producir mucho follaje para incorporar materia orgánica al suelo; ii) poseer un sistema radicular profundo; y iii) no ser susceptible a plagas o enfermedades, particularmente a insectos que pueden provocar una defoliación súbita.

Se observó una asociación consciente por parte de los productores entre los criterios que aplican para seleccionar árboles y factores como las condiciones ambientales locales, situaciones temporales y el manejo local a los árboles de sombra. Lo anterior se pudo constatar en el caso de los daños ocasionados por la plaga de árboles de Chelel (*Inga* spp.) que dieron origen al criterio prioritario de no susceptibilidad a plagas, así como a la preferencia de especies de rápido crecimiento para sustituir a los árboles afectados. Este factor también influyó en el manejo de los cafetales reduciendo de manera importante las prácticas de anillamiento y tumba de árboles. Por lo tanto, los criterios de selección pueden estar sujetos a cambios ocasionados por factores externos a la especie y al atributo.

De los 34 atributos de selección encontrados, los siguientes seis reportados como criterios de selección en las dos zonas de estudio, no habían sido indicados en la literatura: a) copa de altura media a alta; b) ramas abundantes; c) hojas medianas (8 a 15 cm de ancho); d) hojas gruesas; e) hojas que al caer no se depositen en los cafetos por su tamaño muy grande o estructura en forma de gancho; y f) proveer recursos alimenticios para animales silvestres. Atributos deseables pueden estar relacionados con el criterio de minimizar costos de producción. Las variedades de café que se utilizan son de porte alto (3 a 4 m, *Typica* y *Bourbón*) y una copa de baja altura podría afectar la producción del café y demandaría un manejo más intensivo de podas o desrames. En esas condiciones, poseer una copa media o alta se convierte en un atributo importante.

Atributos como el de árboles que aportan recursos alimenticios para animales silvestres indican que la selección puede estar sujeta a otros juicios de valor por parte de los productores. En otros casos, las condiciones de manejo del cafetal establecen las pautas para la selección. En las dos zonas, los productores regulaban la sombra a través de la regeneración natural y la eliminación de los árboles viejos por anillamiento, más que a través de podas. Dado que los productores no tienen que subirse a los árboles para podarlos, el criterio de ramas libres de espinas no se consideró como atributo deseable, y atributos de capacidad de rebrote y tolerancia a la poda como criterios de selección no fueron calificados con un peso importante, lo cual indica que el manejo de los árboles influye sobre los criterios.

La suma de los pesos **IA** en cada grupo de características generó el **IC**, que indicó la importancia de cada grupo en la selección de los árboles de sombra (Figura 1).

Cuadro 1. Atributos más importantes usados por agricultores como criterios de selección para especies de sombra en Ixhuatán y Tapalapa, Chiapas, México

ATRIBUTOS DESEABLES	Índice de Atributo (IA) *	
	Ixhuatán	Tapalapa
1. Copa abierta o rala (sombra ligera y difusa)	*	3,0
2. Copa en forma de paraguas o sombrilla (extendida y estratificada)	2,4	3,0
3. Copa alta o de altura media	*	2,4
4. Alta producción de follaje (frondoso)	3,0	3,0
5. Incorporación de materia orgánica al suelo por aportación de hojas	3,0	3,0
6. Sistema radicular profundo	3,0	3,0
7. Sistema radicular no competitivo	*	3,0
8. Sistema radicular fuerte	2,4	*
9. No susceptible a plagas ni enfermedades	3,0	3,0
10. Ausencia de susceptibilidad a insectos que provoquen defoliación súbita	3,0	3,0
11. Tolerancia al estrés ambiental	*	3,0
12. Adaptación a la zona de producción (climas cafetaleros)	2,4	3,0
13. Ofrecimiento de otros servicios además de dar sombra	2,4	2,7
14. Ofrecimiento de productos como leña, madera y frutas.	2,4	2,7
15. Tallos no quebradizos (resistencia a vientos)	*	2,4
16. Ausencia de efectos alelopáticos (tóxicos para el café)	*	2,4

* El IA puede variar de 0 a 3

* El peso del atributo fue inferior a 2,0 o no fue mencionado en la zona

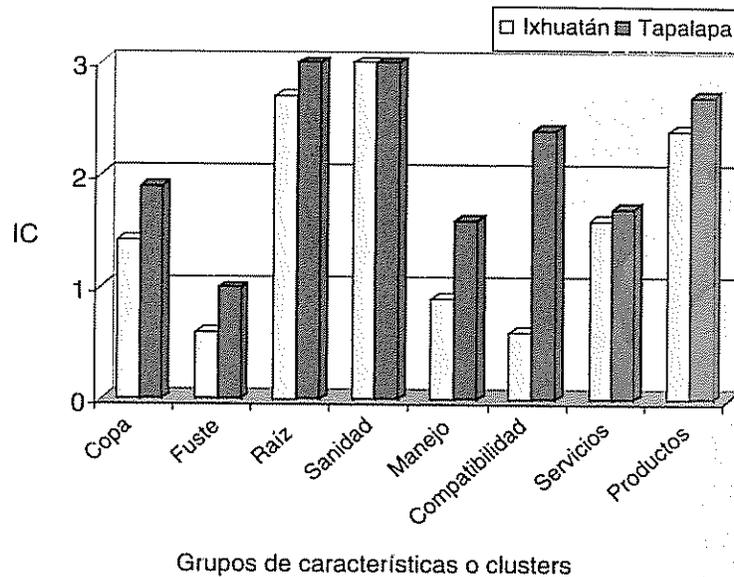


Figura 1. Índices de cluster (IC) para grupos de características como criterios de selección de árboles de sombra en Ixhuatán y Tapalapa, Chiapas, México.

Los grupos de características más importantes para la selección de especies para sombra fueron sanidad, raíz y productos. Los grupos de características de copa, fuste, raíz, sanidad, servicios y productos tenían valores similares para las dos zonas, de manera que para éstos grupos sería posible establecer una sola jerarquía de criterios; no así con los grupos de manejo y compatibilidad que recibieron valores inferiores en Ixhuatán que en Tapalapa.

Con respecto a la evaluación del potencial de las especies para sombra (PES), 18 especies en Ixhuatán y 10 especies en Tapalapa obtuvieron la calificación máxima (Cuadros 2 y 3). En el diseño de un cafetal basado en estos resultados, las especies que se indican en estos cuadros serían preferibles para la columna vertebral del dosel de sombra, mientras que las otras especies formarían parte del dosel con funciones complementarias.

Entre las especies que obtuvieron la mayor calificación PES en las dos zonas están algunas que representan un alto porcentaje de la densidad de los cafetales en Ixhuatán como Chelel (*Inga* spp.) y Laurel (sd), y en los cafetales de Tapalapa, Chelel (*Inga* spp.) y Aguacate (*Persea americana*). Esto significa que los resultados de la evaluación tienen consistencia con la selección de especies que practican los productores, y que las recomendaciones de especies para la columna vertebral de estos cafetales deberían incluir 16 especies adicionales para Ixhuatán y 8 adicionales para Tapalapa.

CONCLUSIONES

- La selección de árboles de sombra guarda una estrecha relación con las condiciones ambientales locales, las características y otros usos de las especies, así como con el manejo actual de los cafetales.

- Los criterios de selección de árboles de sombra usados por los agricultores y su jerarquía en las diferentes zonas de producción están sujetos a cambios en el tiempo y espacio, debido a factores externos como la incidencia de plagas, el mercado del café y los productos adicionales, así como la valoración subjetiva de servicios o externalidades.
- La evaluación de las especies de sombra mediante conjuntos de características permite identificar grupos de especies con funciones complementarias, lo que puede ser útil en el diseño de cafetales con altos niveles de biodiversidad. En el caso de Ixhuatán y Tapalapa, la selección de especies para sombra se basa en un conjunto de criterios locales que enfocan principalmente las características de sanidad de los árboles, de su sistema radicular y de los productos que ofrecen.

Cuadro 2. Especies de Ixhuatán con más alta aceptación como árboles de sombra en Ixhuatán, Chiapas, México.

Nombre común	Nombre científico	Otros usos
1 Aguacate	<i>Persea americana</i>	madera, leña, frutos
2 Bojón	<i>Cordia alliodora</i>	madera, leña
3 Canisté	<i>Pouteria campechiana</i>	leña, frutos
4 Castarrica	<i>Alibertia edulis</i>	madera, leña
5 Charamusco	<i>Lysiloma divaricatum</i>	leña
6 Chelel	<i>Inga latibracteata</i>	leña, frutos
7 Chelel de hoja menuda	<i>Inga</i> sp.	leña, frutos
8 Chincuya	<i>Annona purpurea</i>	leña, frutos
9 Chinin bola	<i>Persea schiediana</i>	madera, leña, frutos
10 Cuajinicuil	<i>Inga punctata</i>	leña, frutos
11 Jondura	<i>Spondias purpurea</i>	leña, frutos
12 Laurel de montaña	Lauraceae	madera, leña
13 Laurel fino	Lauraceae	madera, leña
14 Laurel hediondo	Lauraceae	madera, leña
15 Laurel leñador o corriente	Lauraceae	madera, leña
16 Laurel parecido al fino	Lauraceae	madera, leña
17 Laurel parecido al peludo	Lauraceae	madera, leña
18 Zapote mamey	<i>Pouteria sapota</i>	leña, frutos

Cuadro 3. Especies de Tapalapa con más alta aceptación como árboles de sombra en Tapalapa, Chiapas, México.

Nombre común Español/Zoque	Nombre científico	Otros usos
1 Aguacate/ Owi	<i>Persea americana</i>	madera, leña, frutos
2 Cedro/ Akujy	<i>Cedrela salvadorensis</i>	madera
3 Chinin alargado/ Ko'yon	<i>Persea schiedeana</i>	madera, leña, frutos
4 Chinin bolita/ Tsay-owi	<i>Persea schiedeana</i>	madera, leña, frutos
5 Laurel/ Pöa-joko	Lauraceae	madera, leña
6 Laurel/ Puch-joko	Lauraceae	madera, leña
7 Laurel/ Tin-joko	Lauraceae	madera, leña
8 Laurel/ Jokokujy	Lauraceae	madera, leña
9 Laurel de hoja chica/ Nömö-joko	Lauraceae	madera, leña
10 Mocosó, Palo de Moco/ So'ny, Tsoni	<i>Saurauia villosa</i>	madera, leña

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Beaucage, P; Cruz Ramirez, S; López Cruz, C 1999. Factores socio-culturales, manejo de cafetales y diversidad florística en una comunidad popoluca del Sur de Veracruz. *El Jarocho Verde* (México) 11: 35-39
- Bellow, J; Muschler, R. 1999. Screening for promising tree associates for coffee in Central America. In Jiménez, F; Beer, J Eds. Multi-strata agroforestry systems with perennial crops. Turrialba, Costa Rica, CATIE p 171-174
- Beer, JW 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa and tea. *Agroforestry Systems* 5: 3-13.
- CONABIO (Comisión Nacional para la Biodiversidad). 2000. Regiones prioritarias terrestres (en línea). Consultado el 16 agosto del 2000. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/sig/cartito_disponible.cgi
- COPLADE (Comité de Planeación para el Desarrollo) 1997. Programa de desarrollo de la región norte 1995-2000. Chiapas, México. Gobierno del Estado. 189 p.
- Del Amo, S; Cárdenas AR; Anaya, AL 1992. Manual de actividades de conservación y recuperación de especies para los comités municipales. Chiapas, México. Gobierno del Estado. 174 p. (Serie Científica no. 4).
- Del Coro, M; Márquez, L. 2000. Áreas de importancia biológica para la conservación de las aves en México. México, D F 440 p.
- Escamilla, E. 1993. El café cereza en México: Tecnología de la producción. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo 116 p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1974. FAO - Unesco mapa mundial de suelos 1:5000000. París, Francia
- Galloway, G; Beer, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE/GTZ 168 p.
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. V 1. Principios y técnicas. Costa Rica. ENDA CARIBE/CATIE. 337 p.
- Hacienda 2000. Agenda Estadística Chiapas 2000. Chiapas, México. Gobierno del Estado. 651 p.
- Lemmon, PE 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. *Journal of Forestry* 55(9): 667-668.
- López, MR. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Cuadernos Universitarios. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 116 p.
- Miranda, F. 1998. La vegetación de Chiapas. 3 ed. México, Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas. 596 p.
- Moguel, P; Toledo, VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13 (1):11-21.
- Muschler, RG 2000. Árboles en cafetales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 139 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal no. 5).
- Nolasco, M. 1985. Café y sociedad en México. México, Centro de Eco-desarrollo 454 p
- Perfecto, I; Rice, R; Greenberg, R; Van Der Voort, ME. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46 (8):598-608
- Solórzano, LS. 1995. Fenología de 22 especies arbóreas y su relación con la migración altitudinal del quetzal (*Pharomachrus mocinno* De la Llave 1832), en la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas, México. Tesis Lic. México. UNAM. 108 p.
- Soto-Pinto, L. 2000. Estudio agroecológico del sistema de café con sombra en comunidades indígenas de Chiapas, México. Tesis Ph. D. México, D F, UNAM. 171 p.