

Diversidad vegetal y sustentabilidad del sistema agroforestal de cacao en la región de la selva de Chiapas, Mexico

Orlando López-Baez¹, Sandra I. Ramírez-Gonzalez¹, Saúl Espinosa-Zaragoza¹, Juan M. Villarreal-Fuentes¹,
Arnoldo Wong-Villarreal²

Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica¹
Universidad Autónoma de Chiapas¹, Universidad Tecnológica de la Selva²
Tuxtla Gutiérrez, Chi.¹; Ocosingo, Chi.²; Mexico²

olopez@unach.mx, sanirg@yahoo.com, saulez1@gmail.com, wova79@hotmail.com.

Abstract— This study evaluates the diversity and composition of cocoa plantations in the “Montes Azules” reserve, Maravilla Tenejapa, Chiapas, Mexico. The results indicated that cocoa plantations is an agroforestry system, according to farmers a total of 31 species are associated to cocoa. The minimum number of species by plantation was 2, the maximum of 8 and an average of 4.4. The average size of the plantation is 1.3 ha by family with a minimum of 0.5 and a maximum of 4.0. Correlation analysis indicated that relationship there is no between the size of the plantation and the number of associated species. The species with major relative frequency into plantations were *Coffea arabica*, *Musa* spp., *Zea mays* and *Inga* sp. Among the uses and function are species of nutritional value, providing shade for cocoa, timber, fuelwood, fruit and spices for the local market.

Keyword— sustainability, biodiversity, agroforestry system.

Resumen— Este estudio evalúa la diversidad y composición de las plantaciones de cacao en la reserva “Montes Azules”, Maravilla Tenejapa, Chiapas, México. Los resultados indican que las plantaciones de cacao estructuran un sistema agroforestal, según los agricultores un total de 31 especies están asociadas al cacao. El número mínimo de especies por plantación fue 2, el máximo de 8 y un promedio de 4.4. El tamaño promedio de la plantación es 1.3 hectáreas por familia con un mínimo de 0,5 y un máximo de 4.0 ha. El análisis de correlación indico que no existe relación entre el tamaño de la plantación y el número de especies asociadas. Las especies que presentaron la mayor frecuencia relativa en las plantaciones fueron, el café (*Coffea arabica*), el plátano (*Musa* spp.), el maíz (*Zea mays*), el chalum (*Inga* sp.). Entre los usos y la función existen especies de valor alimenticio, proveedoras de sombra para el cacao, maderables, producción de leña, frutales y especies destinadas al comercio local.

Palabras claves— sustentabilidad, biodiversidad, sistema agroforestal.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao *Theobroma cacao* L. es un cultivo de plantación típico de las regiones tropicales cálidas húmedas. En México tiene su mayor desarrollo en los estados de Tabasco y Chiapas, en donde existen 61,344.2 ha, con rendimientos entre 300-500 kg/ha. De manera natural el cacao se encuentra como un componente de la selva tropical perennifolia en países de América latina. Las plantaciones de cacao constituyen agroecosistemas que por su estructura y función se asemejan al ecosistema tropical húmedo.

Desde el punto de vista agroecológico, el cacao tiene un alto valor como prestador de servicios ecosistémicos que aún no son reconocidos; las plantaciones fomentan la biodiversidad y contribuyen a la conservación de las cuencas; alimentan la vida de ríos y arroyos, proporcionan agua para consumo humano y animal, para el riego de cultivos, y para la generación de energía hidroeléctrica. Además, juegan un rol importante en la mitigación de los efectos del calentamiento y el cambio climático: una plantación almacena en la biomasa aérea entre 60 a 100 ton de carbono/ha.

Como cultivo conservacionista, el cacao no provoca degradación de la base de componentes del ecosistema, por el contrario la masa forestal aumenta por la necesidad de sombra, a la vez que ofrece una provisión de servicios eco-sistémicos, protege y mejora los suelos y finalmente, crea el ambiente necesario para un mayor desarrollo de la biodiversidad.

Dada la necesidad de sombreado del cacao se han desarrollado propuestas de cultivo en sistemas agroforestales. En la mayoría de las regiones tropicales donde se cultiva el cacao de forma tradicional, en países de África, Asia y Latinoamérica, el cacao es cultivado en asociación de especies entre las se destacan, además de los árboles de sombra, frutales, maderables, especias, medicinales, sociales, ornamentales, que son aprovechados de diversas maneras.

En el municipio de Maravilla Tenejapa, en la región de la “Reserva de Montes Azules” en Chiapas, el cacao ha sido cultivado desde hace más de 30 años producto de la colonización promovida por programas gubernamentales. En esta región un grupo de 80 productores de cacao pertenecientes a ocho comunidades, han integrado la organización denominada “Alianza de Cacaoteros de la Selva”, los cuales han implementado la producción de cacao orgánico. Sin embargo, es notoria la falta de información en relación a la estructura arbórea de las plantaciones de cacao en esta región, razón por la que se desconoce la importancia ecológica del cultivo. Así, se planteó como objetivo contribuir a la caracterización de la composición del sistema a partir de los componentes, la diversidad y la frecuencia de las especies arbóreas que componen el sistema agroforestal de cacao en esta región.

II. METODOLOGÍA

A. Área de estudio

El estudio se desarrolló en la región productora de cacao del municipio de Maravilla Tenejapa, el cual se ubica en la región económica XII Selva Lacandona del estado de Chiapas (Fig. 1); limita al norte con los municipios de las Margaritas y Ocosingo, al este con Ocosingo y Marqués de Comillas, al sur con la República de Guatemala y al oeste con Las Margaritas. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 16° 08' 21" de latitud norte y 91° 17' 44" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 418 metros sobre el nivel del mar. En ella se registra una precipitación media anual de 3,900 mm con una distribución en 11 meses y una temperatura media anual de 26 °C y un clima Af (García, 1987). La vegetación original de esta región es de selva alta perennifolia.

B. Recopilación de la información

La información se recopiló mediante recorridos de campo, entrevistas y reuniones de trabajo. A los 80 productores integrantes y directivos de la organización, se les aplicó una encuesta para recabar información de aspectos relacionados con el cultivo del cacao; en la Tabla 1 se detalla el número de plantaciones estudiadas por comunidad.

Los valores de frecuencia de cada especie y la diversidad de las especies se determinaron de la siguiente manera:

- a) Frecuencia de cada especie = (Número de plantaciones en que está presente la especie / Número total de plantaciones) X 100.
- b) Frecuencia relativa de las especies = (Frecuencia de cada especie / Frecuencia de todas las especies) X 100.
- c) Diversidad de especies por plantación = número de especies / plantación.
- d) Diversidad relativa = frecuencia de especie / total especies.

Además se realizó un análisis de correlación entre el tamaño de la plantación y el número de especies encontradas.

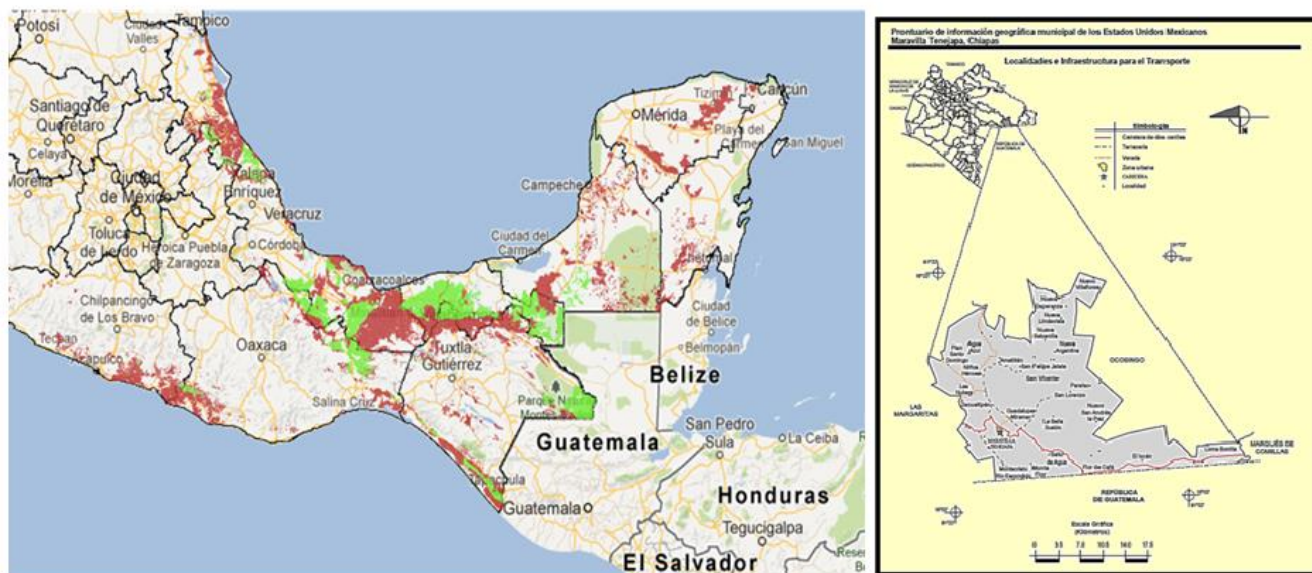


Fig. 1. Localización del área de estudio en el estado de Chiapas, México.

Tabla I. Comunidades de productores y plantaciones de cacao incluidas en el estudio.

Comunidad	Plantaciones estudiadas
Amatitlán	13
La Democracia	8
Agua Perla	16
Guadalupe Miramar	20
Nuevo Rodulfo Figueroa	9
San Felipe Jatate	9
La Bella Ilusión	3
San Vicente	2
Total	80

III. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig. 2 se presentan resultados del tamaño en ha. de la plantación de cacao que cada productor posee y la proporción de acuerdo a la extensión de esta; el 55% de los productores poseen una extensión de 1 ha; valores mayores o menores resultaron inferiores. El valor del promedio se estimó en 1.3 ha con un rango que varía de 0.5 a 5.0 ha.

Los resultados obtenidos indican que en esta región el cacao es cultivado en un sistema agroforestal en pequeñas extensiones, en el cual el cacao es acompañado de otras especies. Según se aprecia en el Cuadro 2, el tamaño medio de la plantación por productor es de 1.3 ha con un tamaño mínimo de 0.5 y un máximo de 4.0 ha. El análisis de correlación entre el número de especies por predio y el tamaño de

este resultado en un valor de 0.2065 no significativo; lo cual indica que no existe relación entre estas dos variables.

Entre los componentes además del cacao se cuantificaron 31 especies pertenecientes a 16 familias, algunas cultivadas y otras especies remanentes de la selva, que se presentan en la Tabla 1.

Las especies que presentaron la mayor frecuencia relativa fueron el café, el plátano, el maíz, el chalum y el frijol.

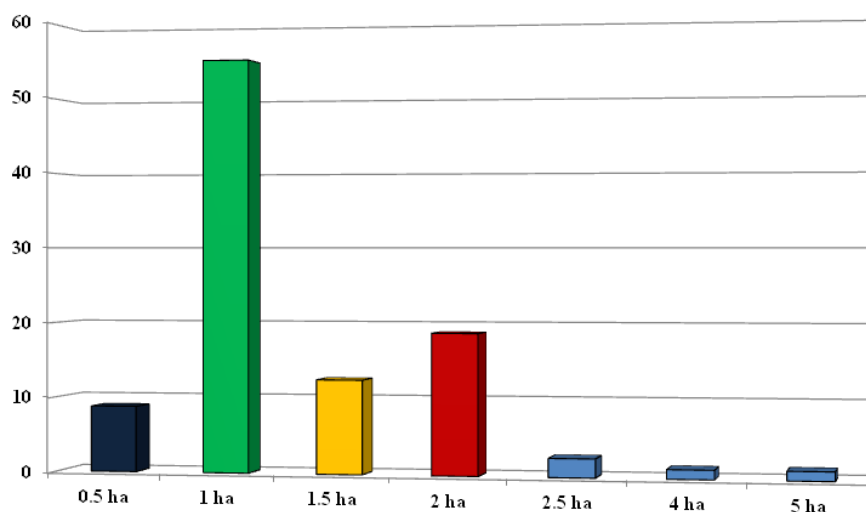


Fig. 2. Superficie cultivada con cacao (ha) y proporción de productores (%) en el municipio de Maravilla Tenejapa, Chiapas

En cuanto a la frecuencia de especies por plantación, de acuerdo con la Fig. 3 el número mínimo de especies presente por plantación fue de 2, el máximo de 8 y una media de 4.4. Las especies predominantes en los predios fueron el chalum (*Inga sp.*), el café (*Coffea arabica*), el plátano (*Musa spp.*), el maíz (*Zea mays*), el cedro (*Cedrela odorata*), la naranja (*Citrus spp.*), el aguacate (*Persea americana*), el limón (*Citrus spp.*) y el zapote (*Pouteria sapota*).

Tabla II. Familias, nombre común y científico y frecuencia de especies presentes en el sistema agroforestal de cacao.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Plantaciones en la que está presente	Frecuencia de cada especie	Frecuencia relativa por especie (%)	Diversidad relativa	Usos
Rubiáceas	café	<i>Coffea arabica</i>	51	0.64	16.776	0.0206	C
Musáceas	plátano	<i>Musa spp.</i>	40	0.50	13.158	0.0161	F, S
Gramínea	maíz	<i>Zea mays</i>	38	0.48	12.500	0.0153	A
Fabaceae	chalum	<i>Inga spp.</i>	35	0.44	11.513	0.0141	S, L
Leguminosa	frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	23	0.29	7.566	0.0093	A
Meliaceae	cedro	<i>Cedrela odorata</i>	19	0.24	6.250	0.0077	M
Rutácea	Naranja	<i>Citrus spp.</i>	19	0.24	6.250	0.0077	C, S
Lauráceas	Aguacate	<i>Persea americana</i>	17	0.21	5.592	0.0069	F, S
Rutácea	Limón	<i>Citrus spp.</i>	11	0.14	3.618	0.0044	F, S
Sapotáceas	Zapote	<i>Pouteria zapota</i>	10	0.13	3.289	0.0040	F, S
Leguminosa	Paterna	<i>Inga spp.</i>	10	0.13	3.289	0.0040	S, L
Anacardiáceas	Mango	<i>Mangifera indica</i>	6	0.08	1.974	0.0024	F, M
Moraceae	Hule	<i>Castilla elástica</i>	3	0.04	0.987	0.0012	S
Meliácea	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	0.04	0.987	0.0012	M, S
Myrtaceae	Pimienta	<i>Pimienta dioica</i>	2	0.03	0.658	0.0008	S, C
Leguminosa	Machetón	<i>Inga spp.</i>	2	0.03	0.658	0.0008	S, L
Leguminosa	Caspirol	<i>Inga spp.</i>	2	0.03	0.658	0.0008	S, L
Bignoniaceae	Matilisguate	<i>Tabebuia Rosea.</i>	2	0.03	0.658	0.0008	M, S
Bombacaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	1	0.01	0.329	0.0004	M, S
Fagáceas	Roble	<i>Quercus sp.</i>	1	0.01	0.329	0.0004	M, S
Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1	0.01	0.329	0.0004	S, M
Fabáceas	Tamarindo	<i>Tamarindus indicus</i>	1	0.01	0.329	0.0004	S, F
Sapotácea	Chicozapote	<i>Achras zapota L.</i>	1	0.01	0.329	0.0004	S, F
Annonaceae	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	1	0.01	0.329	0.0004	F, S
Anacardiáceae	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	1	0.01	0.329	0.0004	F, M
Fabáceas	Friolillo	<i>Phithecolobium Donnel Smithii</i>	1	0.01	0.329	0.0004	M, S

Usos: A = Alimentación; F = Frutal; M = Maderable; S = Sombreamiento; C = Comercialización; L = Leña.

Por la función y aprovechamiento es posible diferenciar el valor alimenticio de algunas especies, proveedoras de sombra para el cacao, maderables, producción de leña, frutales y especies destinadas al comercio local.

La mayoría de estas especies se aprovechan como combustible a través de la obtención de leña para consumo en los hogares

Entre las especies que son aprovechadas como frutales se identifican el tamarindo, el chicozapote, el jobo, el mango, el zapote, el limón, la naranja, el aguacate y el plátano. Como especies maderables se identificaron el laurel, la ceiba, el roble, el cedro y la caoba.

Los árboles asociados a las plantaciones de cacao aportan beneficios ecológicos, económicos y sociales; en diversas investigaciones se ha documentado la importancia económica, ambiental, fisiológica, y socio-cultural de las diferentes especies asociadas en las plantaciones de cacao (Alpizar et al., 1986; López, Sandoval y Soto, 1988; Fassbender et. al., 1988; Asare y Asare, 2008; Enríquez, 1985; Rosa 2006; Salgado-Mora et al., 2007; Boshier, 2012; Priego-Castillo et al., 2009; Ramírez-Meneses et al., 2013).

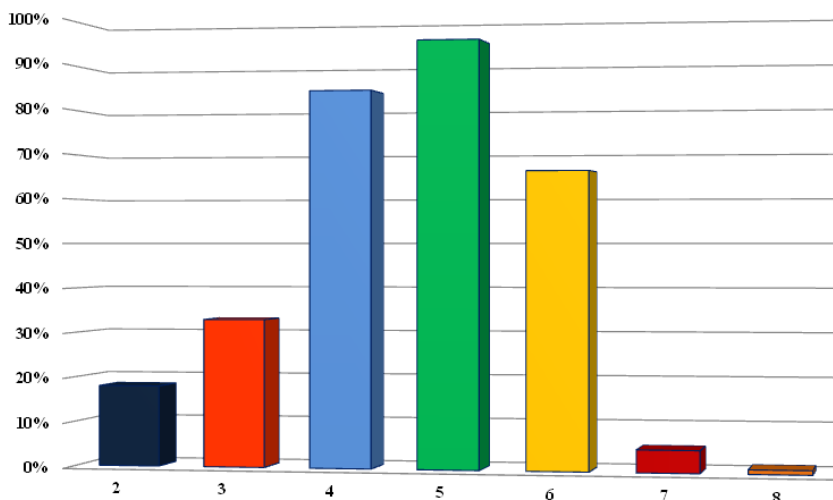


Fig. 3. Núm. de especies por plantación en el sistema agroforestal de cacao en Maravilla Tenejapa, Chiapas, México.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con el criterio de que el cacao es un sistema agroforestal debido a la capacidad de esta especie de crecer, desarrollarse y producir cosechas en asociación con otros cultivos estructurando sistemas agroforestales sustentables.

La inclusión de árboles en las plantaciones de cacao es un proceso que implica la integración estratégica en el tiempo y en el espacio, tomando en cuenta las etapas del establecimiento y el manejo de la plantación, y que de acuerdo con Boshier (2012) actúan como un sistema de conservación de especies de recursos genéticos de estas especies.

Estudios previos en otras regiones productoras de cacao de México (López, Sandoval y Soto, 1988; Salgado-Mora et al., 2007; Priego-Castillo et al., 2009; Ramírez-Meneses et al., 2013) reportan resultados similares a los encontrados en este estudio en cuanto a la diversidad de componentes arbóreos presentes en las plantaciones de cacao.

La diversidad de especies involucradas como se observa en la Figura 3 en las plantaciones de cacao refleja la iniciativa de los productores de mejorar la rentabilidad económica, mejorar la productividad agronómica, aumentar los beneficios socio-culturales, y/o contribuir a la conservación de la biodiversidad en paisajes manejados. Los resultados de esta investigación confirman que las especies incluyen árboles nativos forestales, maderables, árboles frutales, especies de aprovechamiento múltiple, cultivos alimenticios.

En este sentido, la producción de diferentes especies de frutales, maderables, productores de leña, cultivos alimenticios, entre otros, tienen la finalidad de satisfacer las necesidades funcionales de los agricultores y sus familias, así como aprovechar las oportunidades de mercados de productos específicos como sería el caso del café y de la pimienta.

Desde una perspectiva de sustentabilidad, un sistema de plantación con una diversificación de árboles da lugar a diferentes oportunidades de aprovechamiento y satisfacer una diversidad de necesidades. Por ejemplo, esta diversificación puede conducir un productor a seleccionar especies maderables de alto valor para sus futuras necesidades o aprovechar los ingresos económicos obtenidos por la comercialización de madera, mientras que otro puede optar por integrar una combinación de árboles frutales, o industriales.

La preferencia de los productores de maravilla Tenejapa por asociar el cacao con especies de árboles que proveen madera, leña y frutas con valor comercial y para el consumo del hogar, coincide con los sistemas desarrollados por productores de cacao de otros países como Brasil, Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Gana, Nigeria (Asare y Asare, 2008; Alpízar et al., 1986; Boshier, 2012; Enríquez, 1985; Quiroz, 2012; Rosa, 2006; Ortiz y Somarriba, 2005).

Desde el punto de vista ecofisiológico, el cacao es considerado una especie umbrofila, es decir requiere del sombreado durante toda su vida; la cual es proporcionada por los árboles integrantes de la plantación. En las plantaciones, se establece una relación estrecha entre la luminosidad y el sombreado que la planta de cacao recibe a través de los árboles de la plantación. Entre los beneficios del sombreado se cuentan la regulación térmica de las hojas, que de otro modo transpirarían agua en exceso para atenuar y disipar el excedente de energía recibida y transformada en calor (Alvim, 1959; Alvim 1977; Hardy, 1960; Enríquez, 1985; Alvim 1988). Además, la sombra ejerce



Fig. 4. Estratos y especies componentes del sistema agroforestal cacao en Maravilla Tenejapa, Chiapas, México.

Dada la relevancia, el sistema agroforestal de cacao debe ser considerado dentro de las estrategias de uso sostenible de la tierra para la región de la selva en el estado de Chiapas, ya que representa una alternativa viable y sustentable de aprovechamiento de los recursos naturales con que cuentan las comunidades de esta región.

Para los productores de Maravilla Tenejapa, el cacao es la principal fuente de ingresos económicos de las 80 familias que integran la organización “Alianza de Cacaoteros de la Selva”, quienes desde hace algunos años tomaron la iniciativa de incorporar tecnologías para la producción orgánica y en el año 2013 lograron la certificación de su producción.

Así, en esta región de la Selva, el sistema agroforestal cacao adquiere una relevancia mayor ya que cumple la función de conservación de la biodiversidad; mantener una amplia diversidad de aves,

murciélagos, mamíferos e invertebrados, se considera por lo tanto una alternativa sustentable para las zonas de amortiguamiento entre las áreas de conservación establecidas por el Gobierno Mexicano. Estos sistemas constituyen complejos de interacción y funcionamiento que han demostrado ser una alternativa social, económica y de conservación en el medio tropical a la vez que permiten diversificar la producción (Enríquez, 1985; Fassbender et al., 1988; Ortiz y Somarriba, 2005).

IV. CONCLUSIONES

Las plantaciones de cacao de Maravilla Tenejapa constituyen un sistema agroforestal en el cual se cuantificaron 31 especies acompañantes pertenecientes a 16 familias botánicas; el número mínimo de especies por plantación fue de 2, el máximo de 8 y una media de 4.4.

El análisis de correlación indicó que no existe relación entre el tamaño de la plantación y el número de especies asociadas. Las especies que presentaron la mayor frecuencia relativa en las plantaciones fueron, el café (*Coffea arabica*), el plátano (*Musa spp.*), el maíz (*Zea mays*), el chalum (*Inga sp.*).

Entre los principales beneficios que los productores obtienen de los árboles asociados con el cacao están proveer de sombra a los cacaotales, la obtención de Maderas, de frutas, de leña, y cultivos alimenticios.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos la participación de los productores de cacao de la organización “Cacaoteros de la Selva”, de Maravilla Tenejapa, Chiapas, México, y al apoyo del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) Delegación Chiapas de la SAGARPA, México por el financiamiento para la realización del estudio.

REFERENCIAS

- Alpizar, L., H. W. Fassbender, J. Heuvelodop, H. Fölster and G. Enríquez. (1986). Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica I. Inventory of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 4(3): 175-189.
- Alvim, P. de T. (1959). El problema del sombreado del cacao desde el punto de vista fisiológico. In: Proc. 7ª. Conferencia Interamericana de Cacao, Palmira, Colombia. pp: 294-303.
- Alvim, P. de T. (1977). Cacao. In: Alvim P. de T. and Kozlowski T. T. (eds). *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press, London. pp: 279-313.
- Alvim, P. de T. (1988). Relações entre fatores climáticos e produção do cacauero. In: Proc. 10th Int. Cocoa Res. Conf., Santo Domingo, Dominican Republic. Proceedings: 159-167.
- Asare, R. and Asare, A. R. (2008). A Participatory Approach for Tree Diversification in Cocoa Farms: Ghanaian Farmers' experience. STCP Working Paper Series 9 (Version September 2008). International Institute of Tropical Agriculture, Accra, Ghana. 28p.
- Boshier, D. (2012). Conservación de la diversidad de especies arbóreas en cacao agroforestal en Nigeria. Estudio de caso y notas para el profesor. In: D. Boshier, M. Bozzano, J. Loo and P. Rudebjer (ed.). *Manual de Formación en Recursos Genéticos Forestales*. Biodiversity International, Roma, Italia. 16p.
- Enríquez, G. A. (1985). Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie materiales de enseñanza No. 22. 240p.

- Fassbender, H. W., L. Alpizar, J. Heuvelop, H. Fölster and G. Enriquez. (1988). Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6(4): 49-62.
- Hardy, F. (ed). (1960). Cacao manual. Turrialba, Costa Rica. Inter- American Institute of Agricultural Science. 395p.
- López, B. O., Sandoval, G. A. y Soto, R. J. (1988). Sistemas de Producción en Cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Región del Soconusco, Chiapas. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. Folleto Técnico No. 70. 169p.
- Ortiz, M. y Somarriba, E. (2005). Sombra y especies arbóreas en los cacaotales del Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas* N° 43 – 44: 53 – 61.
- Ramírez-Meneses, A., García-López, E., Obrador-Olán, J. J., Ruiz-Rosado, O., Camacho-Chiu, W. (2013). Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 29(3): 215-230.
- Priego-Castillo G. A., Galmiche-Tejeda, A., Castelán-Estrada, M., Ruiz-Rosado, O., Ortiz-Ceballos, A. I. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 25(1): 39-57.
- Quiroz, V. J. (2012). Sistemas de sombra de cacao con árboles maderables. INIAP, Estación experimental Litoral del sur, Programa nacional de cacao, Ecuador. *Boletín técnico* No.151. 11p.
- Rosa, S. R. H. (2006). Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacauceira do sul da Bahia, Brasil. *Acta botanica brasileira*. 20(4): 943-954.
- Salgado, M. M. y López, B. O. (2003). Incorporación de materia seca y elementos minerales provenientes del reciclaje en los sistemas de producción cacao (*Theobroma cacao* L.) - Chalum (*Inga micheliana*) y Cacao - Mamey (*Pouteria sapota*). In: V Encuentro Internacional de Agricultura Orgánica, 26 – 30 de mayo. ACTAF, La Habana, Cuba. Resúmenes: 152.
- Salgado-Mora, M., Ibarra-Núñez, G., Macías-Sámamo, J., López-Báez, O. 2007. Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Interciencia (Venezuela)* 32(11): 763-768.