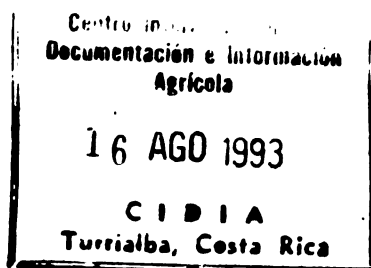


**Serie técnica
Informe técnico No.206**



✓
SEMINARIO REGIONAL

"SOMBROS Y CULTIVOS ASOCIADOS CON CACAO"

✓
MEMORIA

Editor: W. Phillips-Mora.

**9 al 11 de octubre de 1991
Turrialba, Costa Rica**

**Publicación patrocinada por el
Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ**

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)

PROGRAMA DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

UNIDAD DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

Turrialba, Costa Rica, 1993

CONTENIDO

PRESENTACION	7
PRIMERA PARTE: PONENCIAS	9
Asociación de cultivos en cacao: Aspectos económicos	11
<i>James M. Corven</i>	
✓ Consideraciones edafológicas relacionadas con los sistemas agroforestales	19
<i>Donald L. Kass</i>	
✓ Aspectos fitopatológicos relacionados con la sombra y con los cultivos asociados al cacao	31
<i>Wilbert Phillips M.</i>	
Plagas insectiles del cacao y sombra	47
<i>Jackson Donis, Joseph L. Saunders</i>	
Intercultivo de aráceas (<i>Xanthosoma</i> spp. y <i>Colocasia esculenta</i>) y fíames (<i>Dioscorea</i> spp.) con cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	53
<i>Werner Rodríguez Montero</i>	
Prácticas culturales y recomendaciones en el cultivo del plátano	61
<i>Juan L. Morales Chacón</i>	
Algunos cultivos anuales asociados con cacao en un nuevo sistema de producción	69
<i>Aroldo Dubón, Jesús Sánchez</i>	
Asociación de cacao con palmáceas	81
<i>Alfredo Paredes P.</i>	
Sostenibilidad en el cacao basada en la diversidad genética de los frutales	91
<i>Jorge A. Morera</i>	
Sombras temporales para cacao	99
<i>Luis Meléndez M.</i>	
✓ Ventajas, desventajas y características deseables en los árboles de sombra para café, cacao y té	111
<i>John Beer</i>	
Asociación de cacao con plantas ornamentales en Honduras	127
<i>Román Mencías, Jesús Sánchez, Aroldo Dubón</i>	
Manejo de sombras del cacao: Consideraciones ecofisiológicas para experimentos con árboles leguminosos	131
<i>Pekka Nygren</i>	
Especies no tradicionales como sombra permanente del cacao en Honduras	141
<i>Jesús Sánchez, Aroldo Dubón</i>	

Evaluación del uso de sombra del laurel y poró sobre la producción de un cruce interclonal de cacao	155
<i>Antonio Mora</i>	
Evaluación económica de sistemas agroforestales de cacao con laurel y poró en Costa Rica	163
<i>Henning von Platen</i>	
SEGUNDA PARTE: INFORME DE LOS PAISES	173
Desarrollo de un sistema sostenible cacao-plátano-maderables en la región central de Costa Rica	175
<i>Orlando Cubillo J.</i>	
Sombra en el cultivo del cacao en El Salvador	179
<i>Oswaldo Wilfredo Rosa G.</i>	
Sombras y cultivos asociados al cacao en Guatemala	181
<i>César de la Cerda</i>	
Cacao en la Sierra de Omoa, Honduras	183
<i>José Antonio González</i>	
Cacao en la Mosquitia de Honduras	185
<i>Daniel Torres Alvarado</i>	
Especies de sombra utilizadas en Nicaragua	187
<i>María Mérida Rodríguez T.</i>	
Evaluación de diferentes leguminosas arbóreas como sombra del cacao en El Recreo, Nicaragua	191
<i>Susanne Thienhaus</i>	
TERCERA PARTE: DOCUMENTO DE APOYO	193
Manual de recomendaciones sobre cultivos promisorios: Zapote, pimienta, macadamia y vainilla	195
<i>J. Morera, C. Astorga, C. Umaña, V. Villalobos</i>	
CUARTA PARTE: INFORME DE GRUPOS DE TRABAJO	209
Grupos de trabajo.....	211
QUINTA PARTE: ANEXOS	213
Anexo 1. Programa del Seminario Regional sobre Sombras y Cultivos Asociados con Cacao	215
Anexo 2. Conferencistas del Seminario Regional sobre Sombras y Cultivos Asociados con Cacao	217
Anexo 3. Participantes en el Seminario Regional sobre Sombras y Cultivos Asociados con Cacao	219
Anexo 4. Funcionarios en el Seminario Regional sobre Sombras y Cultivos Asociados con Cacao	221

PRESENTACION

América Central cuenta con una gran cantidad de especies de plantas que pueden ser combinadas con cacao, las cuales pueden actuar como sombra o como cultivos asociados. Muchas de estas combinaciones podrían incrementar los beneficios económicos y ecológicos del cacao, dando una mayor sostenibilidad al sistema agrícola.

Es necesario cambiar a la mayor brevedad, la tendencia de sembrar a plena exposición cultivos como cacao, que son de naturaleza umbrófila. Las plantaciones sin sombra demandan una mayor cantidad de insumos agrícolas, que muchas veces no están al alcance del pequeño agricultor, el cual típicamente siembra este cultivo. Esto es particularmente importante, en momentos como el presente, en que los precios internacionales del cacao son bajos.

En los períodos de bajos precios, el agricultor debe contar con otras fuentes de ingresos, por lo que debería ser prioritario, la diversificación del cacaotal con especies de sombras y cultivos que le generen ingresos adicionales. Una estrategia práctica sería la identificación, en cada país y región, de aquellas especies con mayor potencial comercial y de adaptación, con las cuales se elaborarían diferentes modelos de asocio, los cuales una vez evaluados permitirían finalmente recomendar los sistemas más exitosos.

El CATIE a través de la Red Regional de Procacao, pone a la disposición de la comunidad agrícola de Centroamérica, esta memoria en donde se enfatiza los aspectos generales y específicos sobre las bondades y limitaciones del uso en cacao de especies de sombra y cultivos asociados.

Está claro que el alcance de las acciones contempladas en este Seminario, demandarán esfuerzos multidisciplinarios para lograr integrar sistemas, en que el asocio de cultivos y la utilización de las sombras en un cultivo como el cacao, aseguren un desarrollo sostenido de la empresa agrícola.

**Jorge Morera, Ph.D.
Coordinador de la Unidad de Recursos
Fitogenéticos, CATIE**



SOMBRAS Y CULTIVOS
ASOCIADOS CON CACAO

PRIMERA PARTE
PONENCIAS

ASOCIACIÓN DE CULTIVOS CON CACAO ASPECTOS ECONÓMICOS

*James M. Corven **

COMPENDIO

Aproximadamente el 70% de la producción de cacao en el mundo se realiza en fincas pequeñas, en asociación con árboles de sombra o con cultivos anuales y perennes, o con ambos. Entre otros aspectos, los cultivos intercalados tienen como propósitos principales: brindar protección de la luz, del viento y de la pérdida de humedad, o servir como fuentes diversificadas de producción de alimentos e ingresos. Las fincas tradicionales de cacao no han mejorado sus prácticas ni sus rendimientos desde hace mucho tiempo, aunque existen tecnologías mejoradas disponibles. El buen manejo de una finca mixta requiere un conocimiento adecuado de las relaciones agronómicas y económicas de los cultivos involucrados, así como de sus requisitos específicos de producción. El propósito de este documento es analizar algunos aspectos económicos del cultivo del cacao en asociación con otros cultivos.

ABSTRACT

Approximately seventy percent of the world's cocoa production is provided by small-scale family farmers cultivating their crop amongst shade trees and various annual and perennial intercrops. The major roles of the associated crops are as protectors against light, wind, and moisture loss or as diversified sources for food and income. Many cocoa farmers must manage a combination of subsistence food production systems integrated with cocoa or other cash crops for income generation. Nevertheless traditional cocoa farms have not improved their practices or yields significantly for generations even though improved technologies and planting materials are available. Successful management of a mixed farming system requires adequate understanding of the agronomic and economic relationships of the crops cultivated as well as their individual production needs. This paper discusses some of the fundamental economic issues regarding cocoa production and its interactions with associated crops.

* Especialista en Desarrollo Institucional, IICA-PROCACAO, San José, Costa Rica.

CULTIVO DEL CACAO EN CENTROAMÉRICA

El cultivo del cacao es de origen americano miles de años antes de la llegada de los europeos. Fueron los mayas, en Centroamérica, quienes fomentaron su cultivo, y los aztecas, en México, su comercialización. Pero el centro biogeográfico del *Theobroma cacao* L., posiblemente, está en las áreas de los bosques a lo largo de los afluentes de los ríos Amazonas y Orinoco. El *T. cacao* L. es la única entre unas treinta especies de ese género que es aprovechada comercialmente. Sin embargo, hay otras especies silvestres (p. ej. *T. grandiflora* y *T. bicolor*) que son usadas por poblaciones locales (Hardy 1961).

Actualmente, la superficie cultivada con cacao en la región centroamericana es de aproximadamente 40 000 ha con un promedio de productividad de 200 kg/ha a 300 kg/ha; esto es un total de 10 400 t anuales de cacao en grano. En Centroamérica, el productor cacaotero típico es un agricultor con recursos muy limitados, que cultiva plantaciones entre una y cinco hectáreas. El nivel tecnológico no se ha elevado significativamente desde hace dos o tres generaciones, y su potencial, para mejorar su situación económica, es muy limitada. La falta de infraestructura institucional y de asistencia técnica, y su participación al margen de la economía general, son factores claves que determinan condiciones muy desfavorables para los productores de cacao.

Al considerar que en la región existen productores que tienen una productividad entre 1500 kg/ha y 2800 kg/ha, mientras otros no alcanzan a cosechar ni 100 kg/ha, es importante mencionar aquellos problemas que surgen al determinar los datos de superficie y productividad regulares:

- Variación en la densidad de siembra en los cacaotales desde menos de 500 árboles por hectárea hasta 1000 y 1200 árboles por hectárea (densidad recomendada).
- Existencia de cacaotales en desarrollo con menos de cuatro años hasta plantaciones con más de cincuenta años de edad.
- Gran variabilidad en las condiciones de los cacaotales en relación con suelos, sombra, presencia de enfermedades, como monilia, y su manejo en general (desde tecnificado hasta abandonado).

En fin, no es factible considerar una hectárea de cacao como una unidad fija.

Los costos de producción en los países centroamericanos son muy distintos y, lógicamente, afectan el precio interno del producto. El componente clave es el costo de mano de obra, el cual varía mucho en Centroamérica (p. ej. US\$2-4 al día en Honduras frente a US\$6-8 al día en Costa Rica y Belice). Naturalmente, los compradores prefieren el cacao de áreas con precios bajos, y, a la vez, los productores, vender su producto en áreas con mejores precios. Actualmente, los países que tienen los costos de producción más bajos: Guatemala, Honduras y Nicaragua, están exportando cacao hacia países donde los precios son más atractivos. Costa Rica posee la mano de obra más cara de la región, y está aprovechando la producción de Honduras y Nicaragua para comprar materia prima.

ADMINISTRACIÓN AGRÍCOLA DE LA FINCA

La tecnificación en la producción de cacao en Centroamérica es esencial para la supervivencia de los cacaoteros pequeños y medianos; de ahí la importancia de una buena administración agrícola. Se deben incluir principios básicos de administración y manejo de la finca sin importar su tamaño, si se desea conseguir un rendimiento seguro y atractivo. Hay que fomentar el desarrollo de las fincas cacaoteras como si fueran empresas con necesidades y potencialidades de cualquier negocio.

Sencillamente, el rendimiento de la finca es igual a los ingresos brutos menos los costos.

$$\boxed{\text{Ingresos brutos}} \text{ menos } \boxed{\text{Costos de producción}} = \boxed{\text{Rendimiento}}$$

Obviamente, para aumentar la rentabilidad de la finca hay dos posibilidades: reducir costos o aumentar ingresos. Cómo hacerlo es el objetivo de una buena administración. Generalmente, el propósito de los cultivos asociados con cacao es diversificar y aumentar los ingresos, y, en los casos de cultivos protectores, reducir algunos costos de producción.

Además se pueden separar las estrategias de administración entre el período no productivo (establecimiento o rehabilitación) y el productivo con el fin de comprender mejor las diferentes prácticas necesarias. Durante el establecimiento (o rehabilitación), el productor tiene que invertir su capital y mano de obra durante un período, sin obtener ningún ingreso por el cultivo del cacao.

Entonces, los objetivos importantes de los cultivos asociados son: 1) generación de ingresos de corto plazo y 2) desarrollo de condiciones ecológicas (sombra, suelo, otros).

Por otro lado, aunque durante los años de producción el productor tiene que considerar todos los costos de la misma, también tiene que trabajar con ciclos productivos y precios.

Esta situación requiere dos estrategias de manejo diferentes:

- Mantener las condiciones ecológicas (principalmente sombra y suelo) favorables para una estabilidad agronómica en el cacaotal.
- Manejar los cultivos asociados con cacao para mantener la diversificación de los ingresos y la estabilidad económica de la finca.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN EN CULTIVOS ASOCIADOS CON CACAO

Existen dos categorías generales de asociación con cacao: los cultivos protectores y los cultivos para obtener ingresos adicionales.

El primer grupo o de "cultivos protectores" persigue los siguientes objetivos:

- Mejorar las condiciones ecológicas** relacionadas con la sombra-luz (energía solar), viento y agua. Estos factores afectan directamente la fisiología de la planta (temperatura, evapotranspiración, otros).
- Controlar malezas** con cobertura de suelos y reducción de luz bajo la planta del cacao. Considerando que el costo por el control de malezas en el cacao en desarrollo puede alcanzar hasta un 70% del gasto de mantenimiento, y que el cacao joven no produce ganancias hasta su tercer o cuarto año, el uso de cultivos anuales y de sombra es sumamente beneficioso.
- Reducir la necesidad de fertilizantes artificiales** y mejorar su eficiencia con materia orgánica. El **reciclaje de los nutrimentos** y la producción de materia orgánica por los cultivos asociados es importante para la alimentación del cacao, el cual tiene raíces poco profundas y aprovecha los nutrimentos de la superficie.
- Lograr la fijación de nitrógeno** por medio de especies leguminosas, fuente de nutrimentos en suelos naturalmente bajos en ese elemento.

Cuadro 1. Contribución económica de *Gliricidia sepium* al suelo.

Nutrimento	Contenido de materia orgánica (kg/ha/año)	Precio (US\$/kg)	Valor/año (US\$/ha)
N	376	0.20	75.20
P	34	0.30	10.20
K	391	0.2	86.00
Ca	133	n.d	-
Mg	82	n.d.	-
Valor total (NPK): US\$161.40 ha			

Fuente: Adaptado de Alvim 1989.

Cuadro 2. Contribución económica de *Leucaena leucocephala* al suelo.

Nutrimento	Contenido de materia orgánica (kg/ha/año)	Precio (US\$/kg)	Valor/año (US\$/ha)
N	339	0.20	67.80
P	26	0.30	7.80
K	324	0.22	71.28
Ca	65	n.d	-
Mg	36	n.d.	-
Valor total (NPK): US\$146.88			

Fuente: Adaptado de Alvim 1989.

En el segundo grupo "cultivos para ingresos adicionales" se señalan las siguientes características y se citan algunos ejemplos:

Cultivos temporales

Se cultivan durante el período de establecimiento, desarrollo o rehabilitación de un cacaotal con el fin de brindar sombra rápida e ingresos a corto plazo.

Sus características son: alta velocidad de crecimiento y posibilidades de comercialización.

- Ejemplos:
- Hortalizas (tomate, cebolla y ornamentales).
 - Cultivos tradicionales (yuca, maíz, ñame, otros).
 - Cultivos altos (plátano, banano, papaya, gandul, achiote, otros).

Cultivos perennes

Se establecen durante el desarrollo del cacao para proveer sombra permanente así como ingresos económicos.

Sus características son: crecimiento alto, sombra difusa y posibilidades de comercialización.

- Ejemplos:
- Leguminosas (*G. sepium*, *L. leucocephala*, *Erythina poeppigiana*, *Inga* sp.).
 - Maderables (*Cordia alliodora*, *Cedrela* sp., otras).
 - Frutales (*Pouteria sapota*, anonáceas, otras).
 - Otras especies (*Cocos nucifera*, *Hevea brasiliensis*, *Piper nigrum*, *Vanilla planifolia*).

Existen tres cultivos asociados comunes al cacao, los cuales sirven como ejemplos para conocer los posibles resultados diferentes.

- El primer sistema es el cacao bajo coco alto (*C. nucifera*); un asocio muy popular en Asia. La densidad de siembra recomendada es de 125-150 palmas de coco con 1111-1250 árboles de cacao por hectárea. Una hectárea asociada tiene el mismo rendimiento de 1.95 ha en monocultivo.
- El segundo sistema es la "siembra zonal" o en hileras simples de caucho (*H. brasiliensis*) con cacao. El rendimiento de una hectárea asociada es igual a 2.45 ha en monocultivo.
- El tercer sistema es la "siembra zonal" o en hileras simples de 110 palmas africanas (*E. guineensis*) con 500 árboles de cacao por hectárea. Aunque los rendimientos con este sistema son más favorables que el monocultivo de la palma africana, son menores que el de cacao (Alvim 1989).

En general, se observa que el cultivo asociado del cacao es más sostenible y más favorable para el productor que el monocultivo. Como un sistema de agrosilvicultura, el cacao en asocio con cultivos de multipropósito simula una vegetación natural de clímax con todos los beneficios y estabilidad ecológicos. El mecanismo del aumento en rendimiento se puede atribuir a tres factores:

- Mejor aprovechamiento de luz solar y espacio del terreno.
- Compartimiento y reciclaje de nutrimentos dentro las especies en asocio.
- Mejor eficiencia de mano de obra.

Finalmente, se discute una metodología simple, la cual puede ayudar al productor a tomar decisiones para lograr aumentar, reducir, o a no cambiar el nivel de producción del cacao en su sistema asociado. Obviamente, todas las recomendaciones dependen de los costos de producción (insumos y mano de obra) y de los precios del producto. La pregunta "¿Qué hacer cuando los costos o precios cambian?" es clave para determinar una buena estrategia de producción agrícola.

A continuación se señalan ejemplos de tres situaciones de precios y costos con las recomendaciones correspondientes:

(US\$/kg)	Precio del cacao		Costo marginal	Recomendación
A.	0.80	(>)	0.60	Aumentar
B.	0.60	(=)	0.60	No cambiar
C.	0.40	(<)	0.60	Reducir

En general, el principio económico dice que cuando el precio del producto (cacao u otros) es igual al "costo marginal" de producción (costo de producción más el 20%), ese el punto óptimo de producción ("equilibrio") y no debe aumentar ni reducir su nivel de insumos (ejemplo B). Cuando el costo marginal es superior al precio, se deben reducir sus insumos para llegar al punto de equilibrio (ejemplo C). Al contrario, cuando el costo marginal de producción es inferior al precio, el productor debe aumentar sus insumos (y producción) para alcanzar el punto de equilibrio (ejemplo A). La razón es que el nivel de insumos no es suficiente para aprovechar bien los precios, y un aumento de los insumos (o manejo) producirá más ingresos netos.

CONCLUSIONES

- Considerando la gran superficie cultivada de cacao en Centroamérica y que su productividad es, generalmente, muy baja, existe un potencial significativo para aumentar ésta con tecnificación y para estabilizar los ingresos con diversificación.
- El cultivo de cacao en asocio ayuda a reducir los costos de producción y a ampliar las fuentes de ingresos en el corto y largo plazo.

- El cultivo de cacao en asocio con cultivos perennes contribuye a la sostenibilidad económica y ecológica de los cacaotales.
- Las mejores especies para cultivar en asocio con cacao y el nivel de insumos que han de aplicarse dependen de la relación entre los costos marginales de producción y los precios disponibles de los productos.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, J.A. 1991. Política pública, ajuste económico y el futuro de la economía del cacao en la década de los años noventa. In Memoria Seminario Regional sobre Economía de la Producción y Comercialización del Cacao. J. M. Corven, G. E. Villanueva (Eds.). Coronado, C. R., IICA-PROCACAO. p. 7-24.
- ALVIM, R. 1989. Agrossilvicultura como ciencia de ganhar dinheiro com a terra: Recuperação e remuneração antecipadas de capital no estabelecimento de culturas perenes arbóreas. Comisión Ejecutiva de Planificación del Cultivo de Cacao (CEPLAC). Boletim Técnico no. 161. 36 p.
- . 1989. O cacauero (*Theobroma cacao*) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica* 1(2): 89-103.
- BORCSOK, A. 1989. Situación actual y perspectivas de la actividad cacaotera en Centroamérica. Hond., Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). 310 p.
- INTERNATIONAL TRADE CENTRE UNCTAD/GATT. 1991. Fine or flavor cocoa: An overview of world production and trade. Ginebra, Suiza. 58 p. (Commodity Handbook).
- FRY, J. 1990. A methodology for the estimation of comparative cocoa production costs. *Cocoa Growers' Bulletin* (Inglaterra) no. 43:34-44.
- FUPAD (FUNDACION PANAMERICANA DE DESARROLLO). 1987. Promoviendo la producción y comercialización del cacao. In Foro Interamericano de Cacao (Coronado, C.R., IICA). Informe Final. Wash., D.C., FUPAD.
- GILL/DUFFUS (E F./MAN). 1992. Cocoa market report.
- HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, C.R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 439 p.
- ICCO. 1991. Guía mundial del cacao. Londres, Organización Internacional del Cacao.
- MARTÍNEZ, A.; ENRÍQUEZ, G. 1984. La sombra para el cacao. CATIE, Turrialba. Boletín Técnico (C.R.) no. 5. 58 p.
- WEAVER, P. 1979. Agri-silviculture in tropical America. Roma, FAO. *Unasylyva* 31(126): 2-12.

CONSIDERACIONES EDAFOLOGICAS RELACIONADAS CON LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

*Donald L. Kass**

COMPENDIO

A pesar de que en los cultivos asociados la competencia por luz recibe mayor importancia que la competencia por nutrimentos y agua bajo la superficie del suelo, aparentemente, esta última es más crítica. En el presente trabajo se consideran los sistemas agroforestales en que se asocian cultivos perennes con árboles de sombra. Se presentan resultados de estudios tendentes a cuantificar las cantidades de nutrimentos reciclados por el sistema. Y, se cuestiona la necesidad de fertilizar estos sistemas. Se concluye que la fertilización tiene que tomar en cuenta los diferentes nutrimentos reciclados y exportados por el sistema, lo cual varía de acuerdo con las especies existentes en el mismo.

SISTEMAS AGROFORESTALES

A pesar de que en los cultivos asociados la competencia por luz recibe mayor importancia que la competencia por nutrimentos y agua bajo la superficie del suelo, aparentemente esta última es más crítica. A pesar de esto existen pocos experimentos en los que se han comparado adecuadamente los efectos relativos de la competencia, tanto arriba como abajo del suelo. Muchos autores indican que las raíces de dos cultivos asociados ocupan zonas diferentes en el suelo, por lo que la competencia se reduce. Los cultivos asociados pueden así explotar un mayor volumen de suelo que los monocultivos, lo que aumenta la disponibilidad de agua y de nutrimentos (Trenbath 1974).

Recientemente, se ha dado un mayor énfasis al asocio de árboles con cultivos perennes, tales como café y cacao (Budowski 1987). Estos sistemas pueden ser catalogados como sistemas agroforestales.

Agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas de uso de la tierra y tecnologías, en los cuales las especies perennes leñosas son deliberadamente utilizadas en las mismas unidades de

* Profesor de Manejo y Física de Suelos; Proyecto de Educación Superior CATIE-ROCAP; Líder del Proyecto Árboles Fijadores de Nitrógeno CIID-CATIE; Coordinador del Curso de Desarrollo de Sistemas Agroforestales JICA-CATIE.

manejo que los cultivos agrícolas o animales, o en ambos, en alguna forma de arreglo espacial o temporal. En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los componentes (Nair 1989). Como colorario a esta definición, Nair incluye seis clasificaciones que no son valederas en todos los casos. Para este autor agroforestería es:

- Un nombre colectivo para sistemas que involucran el uso de árboles con cultivos o animales, o ambos, en la misma unidad de terreno.
- Aquel sistema que combina producción de egresos múltiples con protección de los recursos.
- Aquel sistema que pone énfasis en el uso de árboles y arbustos autóctonos y de uso múltiple.
- Aquel sistema que es muy adecuado para las condiciones con bajos insumos y ambientes frágiles.
- Aquel sistema que involucra más intensamente la interacción de valores socio-culturales, en comparación con otros sistemas de uso de la tierra.
- Aquel sistema que estructuralmente es más complejo que un monocultivo.

Nair divide los sistemas agroforestales en cuatro grupos según sus componentes, llamándoles agrosilvoculturales (cultivos con árboles), silvopastoriles (animales con árboles), agrosilvopastoriles (árboles con animales y cultivos) y otros que incluyen componentes que no son comúnmente considerados como animales o cultivos. Los sistemas considerados por Nair son resumidos en el Cuadro 1.

Budowski (1987) presenta una clasificación más sencilla para los sistemas agroforestales, reconociendo ocho posibles:

- | | |
|--|---|
| 1) "Taungya"; este vocablo de origen birmano se refiere al sistema desarrollado por los ingleses para producir alimentos durante el establecimiento de las plantaciones de teka. | 5) Árboles con animales. |
| 2) De sombra. | 6) Cercos vivos y rompevientos. |
| 3) Árboles con cultivos anuales. | 7) Agricultura o pastoreo migratorio con barbechos mejorados. |
| 4) Cultivo en callejones. | 8) Huertos caseros. |

Cuadro 1. Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo con Nair (1989).

AGROSILVOCULTURALES	<ol style="list-style-type: none">1. Cultivos con árboles (cultivo en callejones).2. Huertos caseros.3. Barbechos mejorados.4. Rompevientos y cercos de protección.5. "Taungya".6. Mezclas de cultivos perennes con otros cultivos.7. Agroforestería para la producción de leña.
SILVOPASTORILES	<ol style="list-style-type: none">1. Cercos vivos.2. Pastos con árboles.3. Bancos de proteína.4. Integración de animales con producción de madera.
AGROSILVOPASTORILES	<ol style="list-style-type: none">1. Huerto casero con animales.2. Hileras de arbustos para alimentar animales; conservación de suelos y abono.3. Producción integrada de cultivos, madera y animales.
OTROS	<ol style="list-style-type: none">1. Apicultura con árboles.2. Lotes de árboles de uso múltiple.3. Acuicultura en manglares.

Macklin (1990) clasifica los sistemas de acuerdo con el sitio en donde se integran los árboles al sistema global de la finca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo con la posición los árboles en la finca (Macklin 1990).

Posición	Tipo de sistema agroforestal
Límites	Setos
	Cercos vivos
	Rompevientos
Arboles en campos	Intercultivo con setos (cultivo en callejones)
	Intercultivo en surcos anchos
	Arboles de sombra y protección
	Arboles de soporte
Arboles alrededor de la casa	Huertos caseros
	Arboles ornamentales y para sombra
Sistemas temporales y plantaciones para leña	Barbechos mejorados
	Recuperación de terrenos
	"Taungya"
	Plantaciones de árboles para leña y madera
Arboles en sistemas de producción animal	Bancos de proteína
	Mejoramiento de pastos

Nair (1989) indica siete maneras de clasificar los sistemas agroforestales según 1) componentes; 2) arreglo espacial; 3) arreglo temporal; 4) función productiva; 5) función protectora; 6) nivel de tecnología; y 7) naturaleza de sus relaciones costos-beneficios. Una explicación un poco más amplia de los arreglos temporales se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo con su arreglo temporal (Nair 1985).

Arreglo temporal	Esquema	Ejemplo
Coincidente	————— -----	Hule con pimienta negra; pastos bajo árboles
Concomitante	————— -----	"Taungya"
Intermitente (Dominado por espacio)	————— -----	Cultivos anuales bajo coco; pastoreo temporal de ganado bajo árboles
Interpolado (Dominado en tiempo y espacio)	————— ----- -----	Huerto casero
Sobrepuestos	————— ————— —————	Café con árboles de sombra
Secuenciales (separados) (dominado en tiempo)	----- ————— -----	Agricultura migratoria, barbechos mejorados
Notas: La escala en el tiempo varía de acuerdo al sistema.		
Componente leñoso:	—————	Componente no leñoso: -----

En el presente trabajo, se considerarán principalmente los árboles de sombra. A continuación se presentan algunas características deseables en este tipo de árboles.

Atributos deseables de los árboles de sombra.

- Competencia mínima con el cultivo por nutrientes, agua y luz.
- Facilidad de establecimiento con regeneración rápida de hojas.
- Alta producción de hojarasca, que puede ser relacionada con la fijación de nitrógeno.
- Sombra "abierto" con mucha entrada de puntos de luz.
- No huésped y no estimulador de plagas y enfermedades del cultivo asociado.
- Provisión de productos e ingresos adicionales (frutos, leña, otros).
- Sistema radicular fuerte para evitar la caída de los árboles.
- Persistencia del árbol y de la hojarasca (es cuestionable).

Fuente: Beer 1987; Wood y Lass 1985; Purseglove 1968.

Consideraciones edafológicas de este sistema han sido dadas de un modo más completo para cacao (*Theobroma cacao* L.), el cual normalmente es sembrado bajo diversos tipos de sombra: leguminosas, no leguminosas, frutales, sombras temporales, bajo bosque natural raleado, entre otros (Wood y Lass 1985).

Casi todos los investigadores (Akenorah, Akafori y Adri 1974; Cabala-Rosand, Miranda y Santana 1972; Byrne 1972) han informado sobre los aumentos en los rendimientos al fertilizar cacao no sombreado. El rendimiento más alto fue obtenido con cacao fertilizado pero sin sombra. Se observó, sin embargo, que los tratamientos sin sombra mostraban mayor variabilidad en los rendimientos y que los más altos no podían ser mantenidos durante más de diez años (Wood y Lass 1985), (Figs. 1 y 2). Por esta razón se ha recomendado mantener los árboles de sombra en las plantaciones de cacao.

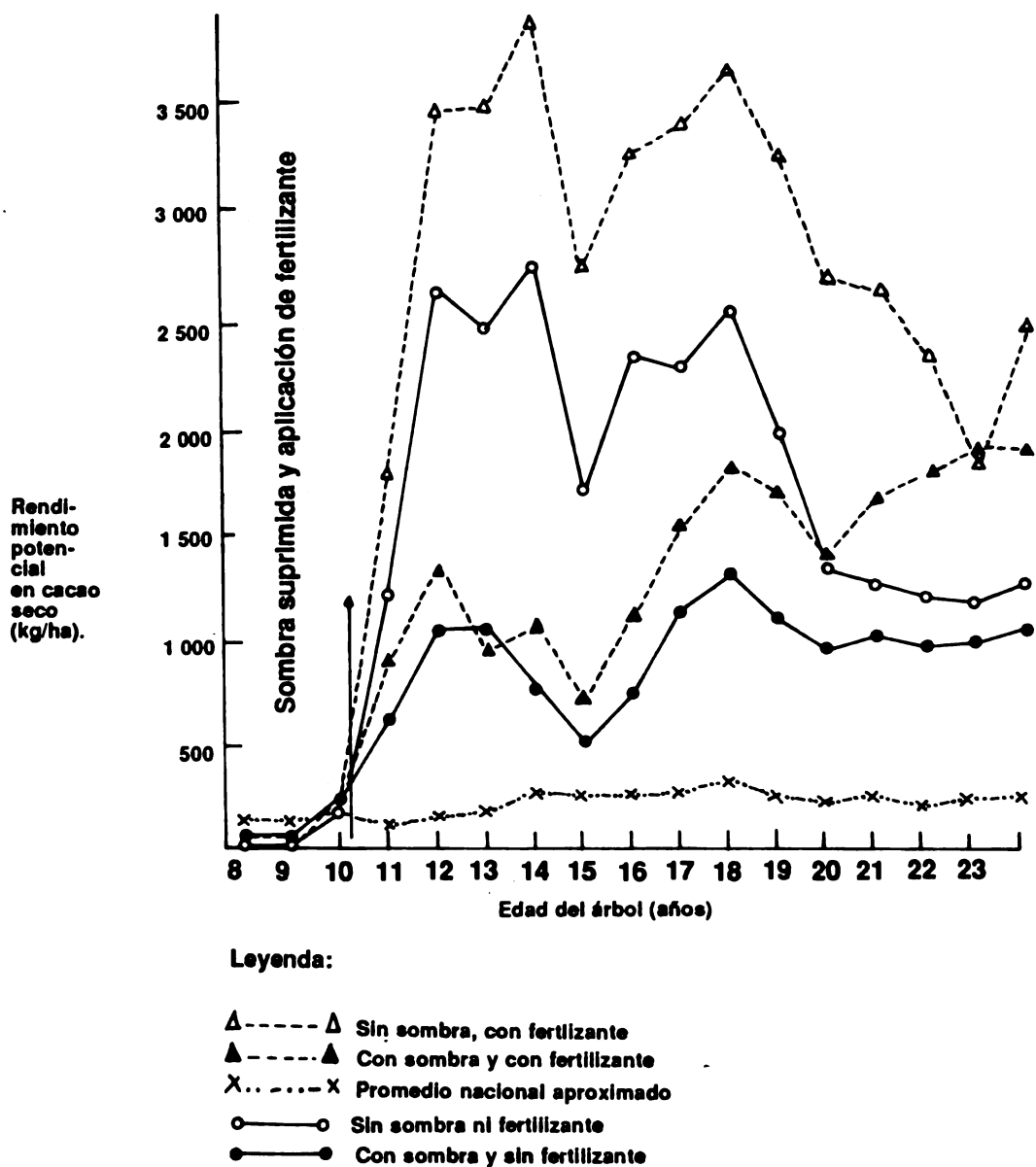


Fig. 1. Efecto de diferentes grados de sombra y de aplicaciones de fertilizantes sobre el rendimiento del cacao "Amelonado" en Ghana.

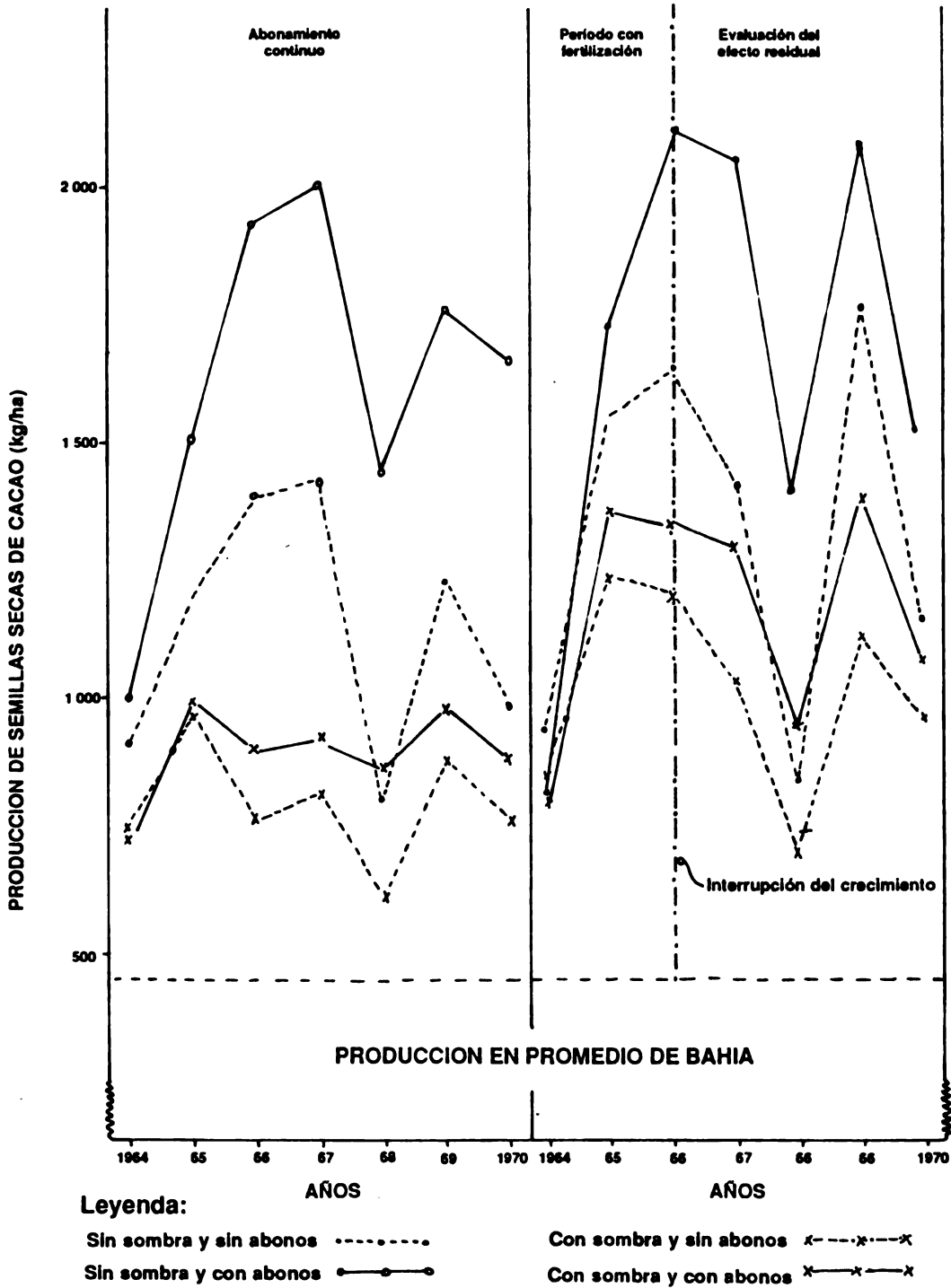


Fig. 2. Producciones en promedio obtenidas en cacao en las replicaciones con abonamiento continuo y evaluación del efecto residual de los fertilizantes (Itabuna, Bahía, Brasil).

Fuente: Cabala-Rosand et al. 1972

En el cultivo del café a diferencia del de cacao, no es tan fácil encontrar experimentos de largo plazo en los que se pueda medir el efecto de la sombra y la fertilización. En él se recomienda, a menudo, quitar la sombra (Franco e Inforzato 1951), al menos en las plantaciones grandes. A pesar de esto, los rendimientos más estables a través del tiempo son atribuidos con frecuencia a los sistemas sombreados (Beer 1987; Willey 1975).

Existe evidencia considerable acerca del reciclaje de nutrimentos en los sistemas sombreados de cultivos perennes (Fassbender 1987; Cabala-Rosand, Santana y Cadima 1987). No existen, sin embargo, estudios en los que se haya determinado el efecto de la fertilización en el reciclaje de los nutrimentos. Dos estudios de largo plazo en Venezuela (Herrera *et al.* 1987) fueron conducidos en plantaciones de cacao y café que no habían sido fertilizadas durante unos quince años (Fig. 3).

Se encontró que en la plantación de cacao se había reciclado una mayor cantidad de nutrimentos que en la de café, pero el suelo de cacao (un Psamment aluvial) tenía una mayor fertilidad original que el de café (un Ultisol de poca profundidad). Los nutrimentos totales (N + P + K + Ca + Mg) obtenidos en el cacao fueron de 102 kg/ha/año, o sea, aproximadamente, un noveno del total circulado en la hojarasca. En la plantación de café, se exportaron 57 kg/ha/año de nutrimentos, lo cual representó aproximadamente un séptimo del total recirculado.

El hecho de que el período principal de la caída de la hojarasca —proporcionada principalmente por *Erythrina poeppigiana* e *Inga*, pero también por *Heliocarpus*, *Clethra*, *Ficus* y *Cedrella* sp.— ocurre antes del período de fructificación del café, debería mejorar la eficiencia en el reciclaje de los nutrimentos. Se demostraron también asociaciones de micorrizas en el caso del café. En el ecosistema de cacao, los árboles fijadores de nitrógeno (*E. poeppigiana*) fueron el componente menos importante de las especies de sombra; sin embargo, se midió un total de 1480 kg/ha de nódulos, que contenían un 4% de nitrógeno. Ya que los nódulos desaparecen al final del período seco, su aporte representaría una contribución considerable a los nutrimentos del sistema, lo cual se suma a la cantidad recirculada por la hojarasca (Escalante, Herrera y Aranguren 1984).

Es parcialmente difícil comparar los resultados de Herrera *et al.* (1987) con los obtenidos por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en el Experimento Central, en el cual se sembró café y cacao bajo sombra de *Cordia alliodora* o con *E. poeppigiana* en un suelo Typic Humitropept (Fassbender 1987; Fassbender *et al.* 1988).

El café fue fertilizado con 66 kg/ha/año, 105 kg/ha/año y 80 kg/ha/año de N, P y K, respectivamente, y el cacao fue fertilizado con 120 kg/ha/año, 29.3 kg/ha/año y 33 kg/ha/año de N, P y K, respectivamente. La exportación total de nutrimentos (N + P + K + Ca + Mg) fue de 61 kg/ha/año en el sistema cacao/*C. alliodora* y de 91 kg/ha/año en el sistema cacao/*E. poeppigiana*, lo cual, a pesar de la fertilización suministrada, es levemente inferior a lo encontrado en el experimento de Venezuela. A pesar de esto, los rendimientos de cacao en el experimento del CATIE fueron relativamente bajos (alrededor de 800 kg/ha/año), (Von Platen 1991), y el suelo en Venezuela pudo haber tenido una mayor fertilidad nativa.

Los nutrimentos exportados constituyen la mayor parte de la hojarasca: menos que un séptimo para cacao/*C. alliodora* y un quinto para cacao/*E. poeppigiana*, que debe incluir el material podado (calculado a partir de Fassbender 1988). En los sistemas de café, se presentaron datos solamente para N, P y K, pero la exportación total de estos nutrimentos fue de 35 kg/ha/año para café/*C. alliodora* y de 98.2

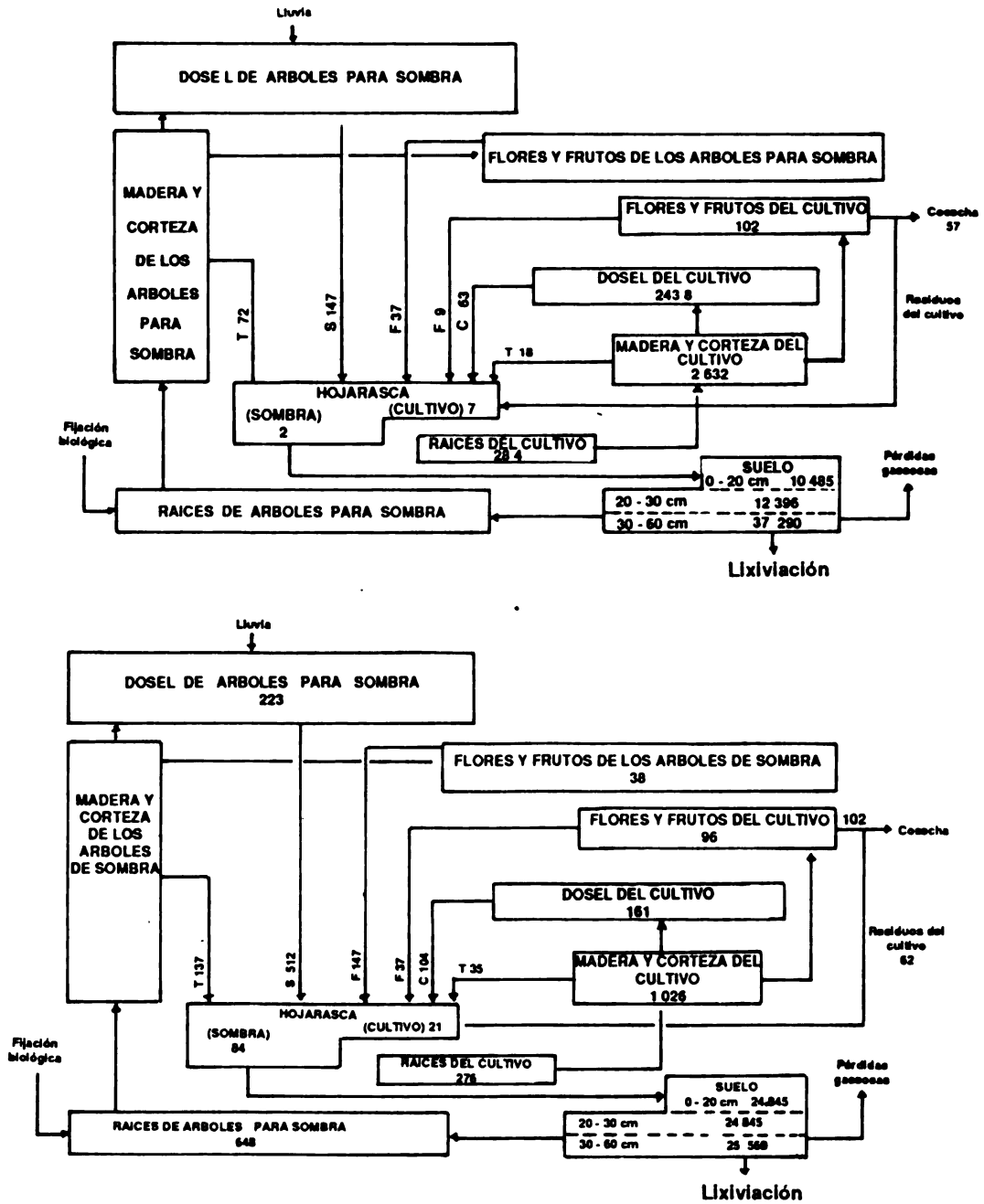


Fig. 3. Reciclaje total de nutrientes (N + P + K + Ca + Mg) en ecosistemas de café y cacao en Venezuela.

Notas: El sistema de café fue localizado en un Ultisol y el de cacao en un Fluvent.

Leyenda: Las flechas indican transferencias en kg/ha/año. Las entradas al compartimento de mantillo son: C=hojas de cultivo, S=árboles de sombra; T= ramas; F= flores y frutos. Fuente: Herrera et al. 1987

kg/ha/año para café/*E. poeppigiana*, siendo aproximadamente un quinto de la hojarasca para café/*C. alliodora* y menos de un sétimo de hojarasca y material podado para café/*E. poeppigiana* (calculado a partir de Fassbender 1987). A pesar de las diferencias en el tipo de suelo y de árboles de sombra; se puede concluir de estos datos que la fertilización resulta en una mayor exportación de nutrimentos en relación con la cantidad recirculada, contribuyendo a una degradación más rápida del sistema.

El uso de árboles leguminosos como sombra parece aumentar la cantidad total de nutrimentos circulados, sin embargo el análisis económico del experimento del CATIE demostró que el aumento en la producción de cacao fue efímero y no compensó el valor de la madera de *C. alliodora* (Von Platen 1991). Como se anotó anteriormente los rendimientos de cacao en este experimento fueron ligeramente bajos, y el uso de una especie de sombra diferente a *E. poeppigiana* que produjera un producto comercial podría alterar el análisis económico. Los rendimientos en promedio de cacao entre el cuarto y el decimotercer años del experimento, fueron de 821 kg/ha/año con *C. alliodora* y de 860 kg/ha/año con *E. poeppigiana* (Von Platen 1991). No se ha realizado aún un análisis económico para el sistema que incluye café.

Muchos pequeños productores de café y, especialmente, de cacao no fertilizan sus cosechas. El cacao es frecuentemente sembrado en bosque primario o secundario raleado (Wood y Lass 1985). Por otro lado, en algunos países productores de café, tales como Costa Rica, el fertilizante es subsidiado y su uso es frecuentemente excesivo, especialmente bajo sistemas de sombra donde la exportación de nutrimentos es bajo en relación con las cantidades recicladas. Con la disminución de los precios del café y del cacao y la reducción de los subsidios para fertilizantes, el uso excesivo de éstos en café y cacao debería disminuir, lo cual quizás tendría efectos beneficiosos en la balanza de pagos y en la degradación ambiental. Las ventajas y desventajas de los árboles de sombra en café y cacao han sido revisadas por diversos autores (Willey 1975; Budowski, Kass y Russo 1984; Wood y Lass 1975; Beer 1987).

El reemplazo parcial de un árbol leguminoso por uno maderable no leguminoso, puede reducir la cantidad de nutrimentos reciclados a un grado suficiente que amerite una fertilización mineral, al menos en el caso del café (Beer 1988). Glover y Beer (1986) encontraron que la contribución de P y K por parte de *E. poeppigiana*, tiende a ser mayor que la de estos elementos cuando se combina con *C. alliodora*. Las contribuciones de N en ambos sistemas fueron más o menos iguales, mientras que la de Ca y Mg en la combinación *E. poeppigiana*/*C. alliodora* fue mayor que en la de sólo *E. poeppigiana*. En Brasil se han realizado algunos esfuerzos para incorporar los efectos del reciclaje de nutrimentos y el tipo de suelo en las recomendaciones de fertilizantes para cacao (Cabala-Rosand *et al.* 1987).

En conclusión, se puede considerar que los sistemas de cultivos perennes con árboles de sombra son, quizás, el sistema agroforestal de mayor éxito practicado en muchos países del mundo. Estos sistemas involucran cultivos de exportación que representan importantes fuentes de ingresos en los países en donde se practican. Además, son, quizás, los sistemas agrícolas en donde más se utilizan fertilizantes en el trópico. Los cambios en las prácticas de fertilización en estos sistemas tendrían un considerable impacto. Los cambios en las especies utilizadas para sombra, pueden afectar la cantidad de nutrimentos reciclados; consecuentemente, podrían influir en las necesidades de fertilización de los cultivos asociados.

BIBLIOGRAFIA

- AKENORAH, Y.; AKAFORI, G.S.; ADRI, A.K. 1974. The end of the first cocoa shade experiment at the Cocoa Research Institute of Ghana. *Journal of Horticultural Science (U.K.)* 49:43-51.
- BEER, J. 1987. Advantages and disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa, and tea. *Agroforestry Systems (C. R.)* 3:3-13.
- . 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) in plantations with shade trees. *Agroforestry Systems* 7:103-104.
- ; BONNEMANN, A.; CHAVEZ, W.; FASSBENDER, H.W.; IMBACH, A.C.; MARTEL, I. 1990. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*). V. Productivity indices, organic material models and sustainability over ten years. *Agroforestry Systems* 12:229-249.
- BUDOWSKI, G.; KASS, D.C.L.; RUSSO, R. 1984. Leguminous trees for shade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira. Serie Agronomia (Bra.)* 19:205-222.
- . 1987. The development of agroforestry in Central America. In H. Stepler y P.K.R. Nair (Eds.). *Agroforestry: a decade of development*. Nairobi, ICRAF.
- BYRNE, P.N. 1972. Cacao shade spacing trial in Papua and New Guinea. In *International Cocoa Research Conference (4., St Augustine, Tri.)*.
- CABALA-ROSAND, F.P., MIRANDA, E.R. DE; SANTANA, C.J.L. DE. 1972. Interacción sombra-fertilizantes en cacaotales de Bahía. In *International Cocoa Research Conference (4., St Augustine, Tri.)*.
- ; SANTANA, M.; CADIMA Z., A. 1987. Associations between cacao (*Theobroma cacao*) and shade trees in southern Bahia, Brazil. In J. Beer, H.W. Fassbender y J. Heuvelodp (Eds.). *Advances in Agroforestry Research. CATIE. Serie Técnica no. 117*.
- ESCALANTE, G.; HERRERA, R.; ARANGUREN, J. 1984. Fijación de nitrógeno en árboles de sombra (*Erythrina poeppigiana*) en cacaotales del norte de Venezuela. *Pesquisa Agropecuária Brasileira. Serie Agronomia (Bra.)* 19:223-230.
- FASSBENDER, H.W. 1987. Nutrient cycling in agroforestry systems of coffee (*Coffea arabica*) with shade trees in the Central Experiment of CATIE. In *Advances in Agroforestry Research. CATIE. Serie Técnica no. 117. p. 155-165*.
- ; ALPÍZAR, L.; HEUVELDOP, J.; FOELSTER, H.; ENRÍQUEZ, G. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*). III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6:49-62.
- FRANCO, C.M.; INFORZATO, R. 1951. Quantidade de água transpirada pelo cafeeiro sombreado pelo Ingazeiro. *Bragantia (Bra.)* 11:12-15.

- GLOVER, N.; BEER, J.W. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry system. *Agroforestry Systems* 4:77-87.
- HERRERA, R.; ARANGUREN, J.; ESCALANTE, G.; ACARDI, A.; NAVIDAD, E.; TORO, M.; CUENCA, G. 1987. Coffee and cacao plantations under shade trees in Venezuela. In J. Beer, H.W. Fassbender, J. Heuvelodop (Eds.). *Advances in Agroforestry Research (C.R.)*. CATIE. Serie Técnica no. 117.
- MACKLIN, B. 1990. An overview of agroforestry systems: A classification developed for extension training. In E. Moore (Ed.). *Agroforestry Land Use Systems*. Nitrogen Fixing Tree Association. Special Publication 90-02.
- NAIR, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3:97-128.
- . 1989. Classification of agroforestry systems. In P.K.R. Nair (Ed.). *Agroforestry Systems in the Tropics*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- . 1990. The prospects and promise of agroforestry in the tropics: A review of the technical and socioeconomic information with special emphasis to Africa. Report to World Bank. 121 p.
- PURSEGLOVE, J.W. 1968. *Tropical crops: Dicotyledons*. Longmans, London.
- TRENBATH, B.R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Advances in Agronomy (EE.UU.)* 24:177-210.
- VON PLATEN, H. 1991. Economic evaluation of agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. In Informe Reunión Interna. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ.
- WILLEY, R.W. 1975. The use of shade in coffee, cocoa, and tea. *Horticultural Abstracts (U.K.)* 45(12):791-798.
- WOOD, G.A.R., LASS, R.A. 1985. *Cocoa*. 4 ed. Londres, Longmans.

ASPECTOS FITOPATOLOGICOS RELACIONADOS CON LA SOMBRA Y CON LOS CULTIVOS ASOCIADOS AL CACAO

Wilbert Phillips M.

RESUMEN

Se discute la influencia que tienen las especies de sombra y los cultivos asociados con cacao sobre la incidencia de las enfermedades que lo atacan. Se indican el efecto de los factores meteorológicos sobre las enfermedades y las modificaciones que causa la vegetación sobre esos factores. Se mencionan los principales patógenos comunes al cacao y a otras plantas.

REVISION DE LITERATURA

El cacao es comúnmente sembrado en combinación con diversas especies de plantas, básicamente para suministrarle sombra a la plantación y/o ingresos adicionales al agricultor.

Estas asociaciones pueden tener doble efecto sobre las enfermedades que lo atacan. Por un lado, modifican el ambiente físico de la plantación, creando condiciones ambientales más propicias o limitantes para el desarrollo de las enfermedades; y, por otro lado, las especies introducidas pueden reducir la dispersión del inóculo o, por el contrario, ser hospederos de patógenos que atacan al cacao. A continuación se discuten estos aspectos. Únicamente se hace mención a los hongos, por ser los patógenos más importantes en este cultivo.

EFFECTO DE LA VEGETACION SOBRE EL MICROCLIMA

Factores meteorológicos y enfermedades de las plantas

Una vez establecido el contacto entre el patógeno y su hospedero, las condiciones ambientales son, con frecuencia, el factor determinante para que una enfermedad ocurra o no. Esto se da como consecuencia de la marcada influencia que tienen sobre el desarrollo y la susceptibilidad del hospedero, la propagación y actividad del patógeno y la interacción entre ambos organismos (Agris 1986).

En lo que se refiere a las variables meteorológicas, se considera que las más relacionadas con las enfermedades son la humedad, la temperatura, la radiación y los vientos (Heuvelodp *et al.* 1986).

La humedad puede darse en forma de precipitación, humedad relativa o rocío. Aunque puede actuar como agente de diseminación de algunos hongos (ej. *Phytophthora palmivora*), su efecto más importante se da sobre la germinación de las esporas y sobre la penetración de los tubos germinativos (Glottieb 1950). Usualmente, los hongos requieren una película de agua o de agua libre para llevar a cabo estos procesos; si esta condición no se produce o se mantiene por períodos insuficientes, ocurre la desecación y muerte de las estructuras reproductivas, por lo que no se da la infección.

Para muchos hongos de la raíz y para aquellos que son habitantes comunes del suelo, la severidad de la enfermedad es, hasta cierto punto, proporcional a la humedad del mismo. Entre otras razones, porque al incrementarse la humedad, se facilita el desplazamiento de algunos de estos organismos. Los suelos saturados, sin embargo, pueden tener un efecto negativo sobre los patógenos, al reducirse la disponibilidad de oxígeno y al disminuir la temperatura (Agris 1986).

Tanto la temperatura atmosférica como la del suelo tienen una influencia considerable sobre las enfermedades (Brathwaite 1985). Las plantas y los patógenos poseen rangos críticos de temperatura para cumplir con sus ciclos de vida y presentan variaciones en sus exigencias, dependiendo del estadio de desarrollo en que se encuentren (Heuvelop *et al.* 1986).

El viento tiene influencia sobre las enfermedades al actuar, principalmente, como agente de diseminación de las esporas. Las enfermedades que se extienden con rapidez y que pueden alcanzar proporciones epidémicas son ocasionadas por patógenos diseminados por el viento (Agris 1986). Este es el caso de la "moniliasis" (*Moniliophthora roreri*) y de la "escoba de bruja" del cacao (*Crinipellis pernicioso*). En el caso de la "moniliasis", por ejemplo, se ha encontrado una correlación positiva entre la cantidad de esporas en el aire y la velocidad del viento (Schmitz 1985).

El viento también tiene un efecto importante al secar las superficies húmedas de la planta, lo que dificulta el establecimiento del patógeno y produce la desecación de sus estructuras reproductivas. Por otro lado, puede facilitar la infección de hongos que requieren de heridas para penetrar, al producir daños mecánicos en las plantas como consecuencia del frotamiento entre sus tejidos (Agris 1986).

El desarrollo de muchas enfermedades fungosas es fuertemente influenciado por la radiación solar (Heuvelop *et al.* 1986). Los rayos solares directos tienen un efecto letal sobre las esporas de muchos de los hongos, por lo que la presencia de coberturas vegetales los beneficia. Como se indicará más adelante, algunos hongos son favorecidos por la sobreexposición de las plantas a la radiación solar.

Es importante tener presente que, muchas veces, los patógenos requieren la alternancia de condiciones meteorológicas para poder completar su ciclo de vida. Así, por ejemplo, las condiciones que favorecen la germinación y penetración de las esporas de *M. roreri* son diferentes a las que inducen la liberación y diseminación del inóculo (Porras 1982).

Vegetación y variables meteorológicas

Las variables meteorológicas son modificadas por la acción de la vegetación presente en un determinado sitio. Esto hace que se forme un microambiente bajo su área de influencia, con condiciones que pueden ser muy diferentes a las externas. A menudo estas condiciones son favorables para los patógenos, ya que la humedad ambiental es más alta y la temperatura, más estable (Hill y Waller 1988).

El cacao es un cultivo que tiende a formar una cobertura vegetal densa y condiciones microambientales propicias para el desarrollo de las enfermedades. Esto puede atribuirse al hecho de que es una especie arbórea, comúnmente sembrada en zonas bajas con alta precipitación, a distancias cortas y en combinación con diversas plantas de sombra.

Dentro de las plantaciones de cacao, las variables meteorológicas pueden sufrir las siguientes modificaciones: intercepción de la radiación solar, reducción de la intensidad de la luz y de la temperatura del aire y del suelo, incremento de la humedad ambiental y regulación del movimiento del viento (Evans y Murray s.f). La magnitud con que se producen estas modificaciones dependerá del nivel de sombra que tenga la plantación.

En las enfermedades de la raíz, la sombra tiene un efecto favorable al incrementar la humedad ambiental; pero también puede ser desfavorable, debido a que el sistema radical de las plantas de sombra ayuda a mantener la permeabilidad y la aireación del suelo, lo cual es un factor de especial valor en aquellos suelos propensos a la inundación (Martínez y Enríquez 1984).

Combate de las enfermedades en el cacao mediante la regulación de sombra

El cacao es una planta umbrófila, por lo que requiere sombra para su normal desarrollo. Se ha estimado que un cincuenta por ciento de sombra garantiza el óptimo desarrollo de las plantas (Enríquez 1985). Desviaciones importantes con respecto de este óptimo, tendrán consecuencias sobre el cultivo y sobre las enfermedades que lo afectan. Por esta razón, se ha enfatizado que tanto el exceso como la carencia de sombra son inconvenientes para este cultivo (Holland 1931).

Si la sombra es excesiva se favorece a la mayoría de los patógenos que atacan al cacao, ya que, bajo estas condiciones, la humedad es más alta y permanece por períodos más prolongados, hay menos circulación del aire, mínima radiación solar y temperatura más estable.

Cuando la sombra está ausente o es escasa, se incrementa el ataque de insectos y de algunas enfermedades, tales como "la muerte de los brotes" (*Colletotrichum gloeosporioides*) y "el mal rosado" (*Corticium salmonicolor*). La sobreexposición de las plantas a la radiación solar, las predispone y las hace más susceptibles a las enfermedades, entre otras razones, al alterar sus mecanismos de defensa (Hill y Waller 1988) y/o al incrementar la actividad de los insectos que causan puntos de penetración.

Se aduce en el caso del "mal rosado" que los árboles expuestos a una radiación excesiva, se debilitan y se vuelven más susceptibles. También es probable que la dispersión de las esporas de *Corticium* se produzca con mayor efectividad en áreas con poca sombra, en donde una mayor extensión de tejido leñoso queda expuesta a la infección (Wood 1982). Adicionalmente, Almeida y Luz (1986) indican que en áreas de cacao no sombreadas se da una mayor acumulación de basidiósporas que en las sombreadas. A pesar de este conocimiento, de acuerdo con Wood y Lass, citados por Cubillos (1986), aún no se dispone de evidencia experimental para aconsejar el régimen de sombrero ideal en áreas donde el "mal rosado" se presenta en forma intensa.

Por las razones anteriormente indicadas, es indudable que el cacao requiere, para el combate efectivo de sus enfermedades, una adecuada y periódica regulación del sombrero. Desde el punto de vista fitopatológico, esta práctica busca favorecer la circulación de aire dentro de las plantaciones y

eliminar la humedad excesiva, creando condiciones ambientales que desfavorezcan a los patógenos y que beneficien a la planta.

Dadant, citado por Smith (1981), sugiere que para aminorar el efecto de las enfermedades, la parte superior del cacao debe estar suficientemente separada de las ramas de los árboles de sombra, promoviendo así la aireación y la reducción de la humedad.

En el caso de la mazorca negra (*P. palmivora*), se ha informado de reducciones hasta de un cuarenta por ciento de la enfermedad, luego de haber disminuido la sombra (Rocha y Machado 1972). Esto fue corroborado por Dakwa (1974), quien al evaluar el efecto de tres niveles de sombra (ausente, leve y fuerte), encontró que esta enfermedad se desarrolla más rápidamente bajo sombra que sin ella. Los patrones de la enfermedad fueron similares bajo los tres tipos de sombra, pero su incidencia fue mayor al incrementarse el sombrío.

En el caso de la "moniliasis", varios autores han enfatizado que el uso de prácticas agrícolas entre las que se destaca la regulación de la sombra y las podas del cacao es indispensable para un combate efectivo de la enfermedad (Barros 1966; Cubillos y Aranzazu 1979).

Para combatir al *Verticillium dahliae*, el principal patógeno del cacao en Uganda, se ha sugerido que el manejo de la sombra puede ser un método de combate efectivo de la enfermedad (Wood 1982). Al respecto se ha indicado que los árboles sombreados son atacados en forma menos severa que aquellos no sombreados (Trocme 1972). El nivel de sombra usado, sin embargo, no puede ser excesivo, pues aparentemente esta condición también favorece la enfermedad (Granada 1989).

ASOCIACION DE CULTIVOS Y ENFERMEDADES DEL CACAO

El asocio del cacao con cultivos o especies de sombra puede tener un efecto favorable o desfavorable sobre sus enfermedades. Al asociar plantas de otras especies con cacao, las enfermedades podrían ser desfavorecidas, debido, principalmente, a una reducción en la dispersión del inóculo como consecuencia del incremento de la separación entre las plantas susceptibles y por la presencia de una mayor cantidad de obstáculos naturales.

Al respecto, algunos autores mencionados por Kass han señalado que las especies que crecen en policultivo están menos sujetas al ataque de plagas y enfermedades. Así, por ejemplo, Smith (1981) indica que el asocio de cacao con coco, además de tener importantes ventajas económicas, origina una reducción del ataque de enfermedades y plagas con respecto del monocultivo del cacao.

Por otra parte, el asocio de plantas podría favorecer la incidencia de las enfermedades por los siguientes aspectos:

- Incremento del sombrío y de las condiciones ambientales favorables para el patógeno;
- presencia de hospederos comunes o alternos;
- efecto favorable del cultivo asociado o de sus residuos sobre el patógeno, y/o
- desatención de uno de los cultivos ante la competencia por mano de obra y de otros recursos, ejercida por otro cultivo.

Muchos cultivos y especies de sombra asociados comúnmente con cacao, son hospederos de patógenos que lo atacan. El intercultivo de este tipo de plantas con cacao podría tener importantes consecuencias fitopatológicas al actuar como foco de nuevas infecciones, o bien, como hospedero alterno del patógeno, en tanto se produce en el cacao nuevo material vegetativo susceptible, y/o en tanto se dan las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Una o varias de las razones anteriormente expuestas podrían explicar algunos informes en que se indican incrementos de una enfermedad cuando el cacao es sembrado en asocio. En Nigeria, por ejemplo, se encontró que la cantidad de frutos dañados por mazorca negra fue superior en los árboles de cacao cultivados en asocio con palma de aceite —cultivo susceptible a la enfermedad—, que en aquellos sembrados en monocultivo. A pesar de esto, el aumento en la producción de frutos en el sistema mixto, compensó ampliamente esta pérdida (Afomani y Ajobo 1988).

Smith (1981) señala que muchos de los problemas de plagas y enfermedades del cacao en Papua-Nueva Guinea, se han originado por el uso de *Leucaena leucocephala* como especie de sombra. También se han mencionado casos, en los que debido al asocio con cacao, el otro cultivo ha sido más afectado por una enfermedad. Al respecto, en Sri Lanka se encontró que el cáncer del tronco del caucho causado por *P. palmivora*, únicamente se tornaba serio cuando el caucho era sembrado dentro de plantaciones viejas de cacao (Butler 1918).

Patógenos comunes al cacao y a otras especies

A continuación se mencionan algunas generalidades de hongos que atacan al cacao y a otras especies (Cuadro 1). En el Anexo 1 se indican los nombres científicos de las plantas mencionadas en el texto.

Cuadro 1. Cacao: Otros hospederos de patógenos.

	<i>Rosellinia</i> spp.	<i>Phytophthora</i>	Mal de Machete	Antracnosis	Pudrición Negra	Mal Ros.	Mal Hilachas	Bubas	<i>Armillaria</i>
FRUTALES									
banano	X			X	X				
plátano	X				X				X
papaya		X		X	X				
cítricos	X	X		X	X	X			X
aguacate	X	X		X	X	X		X	X
mango	X		X	X	X	X		X	
zapote		X		X					
guanábana				X					
fruta de pan otros (*)	X			X					
ESPECIAS Y BEBIDAS									
nuez									
moscada	X		X	X	X	X	X		
pimienta negra	X	X		X	X	X			
café	X		X	X	X	X	X		X
té	X			X		X			X

Cuadro 1. Cacao: Otros hospederos de patógenos (continuación).

	<i>Rosellinia</i> spp.	<i>Phytophthora</i>	Mal de Machete	Antracnosis	Pudrición Negra	Mal Ros.	Mal Hilachas	Bubas	<i>Armillaria</i>
CULTIVOS ALIMENTICIOS									
gandul	X		X			X			
yuca	X		X	X	X	X			
ñame	X			X	X				
tubérculos y raíces (**)	X		X						
CULTIVOS AGROINDUSTRIALES									
caucho	X	X	X	X	X	X			
palma de aceite	X	X	X						
macadamia	X		X	X	X				X
coco		X	X	X	X				
higuerilla						X			
achiote	X			X		X			
caña azúcar					X				
CULTIVOS FORESTALES									
<i>Inga</i>	X			X	X				
<i>Erythrina</i>	X			X	X			X	X
<i>Gliricidia</i>	X		X	X	X				
<i>Leucaena</i>	X	X		X	X				X
otros (***)					X				

Legenda: X = Posibilidad de ataque; (*) anona, guayaba, chirimoya, higuera, palma datilera, manzana rosa, pejíbaye; (**) camote, malanga y tiquisque; (***) eucalipto, casuarina, gmelina, teca y acacia.

En general es escasa la información disponible sobre el efecto de los policultivos, que incluyen cacao, sobre el comportamiento de los patógenos. Asimismo se han dado pocos intentos para determinar las interrelaciones entre las plagas y enfermedades del cacao y el tipo de sombra usado (Smith 1981).

Es importante mencionar que aunque en la literatura se indique que un determinado patógeno es común a varios cultivos, existen especies y variantes de éste, cuya patogenicidad es variable según el cultivo. Así, por ejemplo, Resnik *et al.* (1988) y Orellana (1954) encontraron importantes diferencias al inocular el cacao con aislamientos de *P. palmivora* provenientes de otros cultivos.

Por otra parte, aunque un hongo sea señalado como patógeno de una determinada planta, esto no indica que cause daños importantes en la misma, ni que sea un factor limitante de la producción en todas las localidades y países, ya que podría inclusive no estar presente. En los casos en que se encontró información, se señala la importancia de la enfermedad para el cultivo en mención. A pesar de su importancia, no se mencionan la "moniliasis" ni la "escoba de bruja", porque sus hospederos se restringen a *Theobroma* y a especies de plantas de poco valor comercial, en el caso de la "escoba de bruja".

“*Rosellinia*”

Rosellinia es causante de las pudriciones de la raíz en una gran variedad de plantas (Rossman *et al.* 1990). En el cacao la enfermedad es conocida como *Rosellinia* o “pudrición negra de las raíces”. En este cultivo, se mencionan como sus agentes causales las especies *R. pepo*, *R. bunodes* y *R. necatrix* (Capriles s.f.), siendo la más importante *R. pepo* (Wood 1982).

El patógeno es un habitante común en los suelos de bosque, y la infección, por lo general, se origina del tocón de un árbol de selva (Nowell 1917). Por esta razón, la enfermedad adquiere mayor importancia al sembrar cacao u otros cultivos bajo árboles de bosque, los cuales posteriormente son eliminados. En algunos casos puede llegar a ocurrir una pérdida total de los árboles de cacao próximos al tronco de sombra recientemente eliminado (Porrás y Sánchez 1988).

La enfermedad también puede originarse en plantaciones de cacao con abundantes árboles de sombra, en condiciones semejantes a las del bosque en cuanto a sombra y humedad, o a partir de árboles usados como barreras “tapavientos” o cercas vivas ubicadas en áreas húmedas. La prevalencia de la enfermedad está gobernada característicamente por la humedad (Nowell 1917).

Además del cacao, el hongo es capaz de atacar una gran diversidad de plantas, dentro de las cuales se encuentran especies de sombra y cultivos asociados. A continuación se indican algunos hospederos mencionados en la literatura (Capriles s.f.; Merchán 1990; Wellman 1977), los cuales son agrupados de acuerdo con el uso que se les da en cacao.

- Sombra temporal: banano, plátano, yuca, café y gandul.
- Sombra permanente: guaba, poró, cítricos, aguacate, nuez moscada, fruta de pan, achiote, macadamia, caucho, mango, té, *Cassia* sp., cedro macho, manzana rosa, madero negro, palma aceitera y *Aleurites fordii*. De estas plantas, las más relacionadas con la incidencia de la enfermedad en cacao son el aguacate, fruta de pan y guaba; el poró y el mango a veces están involucrados, pero no con frecuencia (Nowell 1917).
- Cultivos asociados: pimienta negra, tiquisque, ñame, camote y malanga.

Todas estas plantas pueden ser atacadas por una o más especies de *Rosellinia*. *R. bunodes* es la especie más frecuente, en tanto que *R. necatrix* sólo es mencionada en pocas plantas, tales como café, aguacate y té, cultivos que también pueden ser atacados por las otras dos especies (Wellman 1977).

En yuca, la especie involucrada aparentemente es *R. necatrix*, la cual causa la pudrición de las raíces y ataca estacas recientemente sembradas (Hill y Waller 1988; Montaldo 1983). En plátano, la enfermedad no es frecuente (Bugnicourt 1964).

En los cítricos, el hongo causa daños en áreas tropicales de alta precipitación, sobre todo, en aquellas en que recientemente se ha eliminado la vegetación original (Fawcett 1936; Whiteside *et al.* 1989).

Merchán (1990) menciona las siguientes plantas como de alta resistencia al hongo: pasto guinea, mango, caña de azúcar y naranja agria. Asimismo indica que son, aparentemente, inmunes el coco, el madero negro y *Tradescantia* sp. En el caso del madero negro, la información es contradictoria, ya que el mismo autor menciona que plantas de esta especie fueron afectadas por el hongo. Wellman (1977), por su parte, indica que tanto el coco como el mango son atacados por *Rosellinia*.

"Armillaria"

Armillaria mellea causa serias pudriciones de la raíz en árboles y otras plantas leñosas (Rossman *et al.* 1990), siendo capaz de parasitar a la mayoría de los cultivos tropicales perennes y a muchas especies forestales (Hill y Waller 1988; Whiteside *et al.* 1989).

Dado que este hongo es uno de los que se encuentra con mayor frecuencia en los suelos forestales, las principales pérdidas se dan al establecer cultivos en suelos de este tipo, recientemente, desmontados (Agrios 1986). En general, los árboles de madera dura son los más peligrosos como fuente de inóculo, debido a que tardan más en descomponerse, por lo que pueden ser fácilmente colonizados por el hongo (Wood 1982).

En cacao la enfermedad se conoce como pudrición de la raíz o rajadura del cuello (López 1987; Wood 1982). El hongo puede afectar árboles de cualquier edad, siendo el ataque casi siempre fatal. Su avance es rápido, extendiéndose la infección de un árbol a otro por contacto entre los sistemas radicales adyacentes (Wood 1982). En macadamia, té, cítricos y café, causa la pudrición de la raíz, aunque en café el daño no es común. En caucho es un importante patógeno en Africa Occidental (Thurston 1989). En Africa y Asia, causa una de las principales enfermedades del té, la cual se presenta predominantemente en las áreas montañosas (Hill y Waller 1988).

Otros hospederos de este hongo son: *Crotalaria* sp., *Casuarina* sp., poró, eucalipto, *Leucaena*, plátano, aguacate, pino, y tiquisque (Wellman 1977).

"Antracnosis"

Colletotrichum gloeosporioides es un patógeno común que causa la antracnosis y otras enfermedades en una amplia variedad de hospederos (Rossman *et al.* 1990).

En cacao, esta enfermedad está presente en la mayoría de los países cacaoteros. El daño que causa a las mazorcas no es económicamente importante, aunque sí la lesión a los tallos y el follaje, debido a que reduce sustancialmente la tasa fotosintética de la planta (Capriles s.f.; Porras y Sánchez 1988).

Gran número de especies son afectadas por la antracnosis, especialmente frutales. Algunos de sus hospederos son: banano, mango, aguacate, guanábana, anona, cítricos, chirimoya, granadilla, guayaba, higuera, palma datilera, zapote, papaya, achiote, coco, café, malanga, *Crotalaria* sp., manzana rosa, *A. fordii*, caucho, pejibaye, macadamia, yuca, pimienta negra, té, fíame, nuez moscada, otros (Capriles s.f.; García 1988; Wellman 1977).

En papaya causa una de las principales enfermedades en los frutos maduros, aún después de cosechados, pero puede atacar también frutos inmaduros y pecíolos de hojas viejas (Raabe y Holtzmann 1964). En mango causa también una de las más importantes enfermedades en flores, frutos, brotes y hojas (Hill y Waller 1988). En guayaba posee una amplia distribución y causa lesiones en hojas y frutos (Hill y Waller 1988).

En el caso del zapote, el hongo crece en las partes densas o sombreadas de la planta durante la época lluviosa, causando puntos necróticos en el pedúnculo que aceleran su caída (Morera 1982). En guanábana, causa serios daños al originar necrosis y pudrición de ramas terminales, daños en la raíz, momificación de los frutos y caída de flores y frutos pequeños (Toro s.f.). En aguacate, el hongo está ampliamente distribuido y daña ramas, hojas y frutos (Morera 1983). En los frutos, es responsable de importantes daños en climas húmedos (Hill y Waller 1988). En caucho se presenta ocasionalmente en Asia, lesionando las hojas jóvenes (Hill y Waller 1988).

En los cítricos infecta los botones, provoca la caída de frutos pequeños y daña la poscosecha. Aparentemente es más seria en naranja dulce que en toronja. En Belice, sus daños se han estimado en un 65% (Whiteside *et al.* 1989).

“Pudrición negra”

El hongo *Lasiodiplodia theobromae* (anteriormente denominado *B. theobromae*) posee distribución mundial, pero es considerado como un colonizador secundario (Capriles s.f.; Rossman *et al.* 1990). En condiciones favorables se puede tornar agresivo, causando considerables pérdidas en las plantaciones de cacao. Además del cáncer en el tronco y las ramas, produce muerte regresiva en las ramas, la pudrición negra de las mazorcas y la muerte de los injertos (Capriles s.f.).

Este hongo es hospedero de un gran número de plantas. Algunas de las más frecuentes son: caucho, café, tabaco, coco, mango, banano, yuca, caña, cítricos, aguacate, papaya, café, macadamia, plátano, nuez moscada, marañon y pejibaye (Capriles s.f.; Wellman 1977). También se le menciona en árboles utilizados para sombrío, tales como: poró, madero negro, guaba y *Leucaena* (Wellman 1977).

En aguacate posee distribución mundial y es causante de importantes pudriciones en los frutos (Hill y Waller 1988). En cítricos, a pesar de poseer una amplia distribución, se le considera un patógeno débil que causa muerte descendente y pudriciones del pedúnculo de los frutos (Hill y Waller 1988). En el caso del mango está ampliamente distribuido y es responsable de pudriciones en los brotes terminales y en los frutos después de cosechados (Hill y Waller 1988). En coco, el hongo aparentemente no tiene mucha importancia, lo mismo que en caucho, en donde el ataque se da solamente en árboles débiles, en los cuales se produce el desecamiento de las ramas y, en algunos casos, “necrosis del cuello” (Bugnicourt 1964).

En macadamia causa la “pudrición seca de la nuez” y el abultamiento de la corteza y en cítricos, la muerte de las ramas, defoliación y muerte del árbol. En flame, el hongo está ampliamente distribuido y causa la pudrición de los rizomas, la cual únicamente se presenta en tubérculos heridos mecánicamente por insectos o por nematodos (Hill y Waller 1988; Thurston 1989). En yuca, es responsable de la pudrición de las estacas (Montaldo 1983).

“Mal rosado”

La enfermedad del “mal rosado” es causada por el hongo *Corticium salmonicolor*, la cual suele ocurrir en cacaotales en desarrollo. Por lo general, su daño se limita a un sector de la finca o a árboles aislados que, muchas veces, presentan sólo algunas ramas afectadas.

Por esta razón, su importancia económica es relativamente limitada, salvo ciertas excepciones (Porras y Sánchez 1988). En Brasil, por ejemplo, aparentemente se tornó muy importante en cacao de 2 a 10 años, y en Malasia se le considera una enfermedad grave (Wood 1982).

El hongo se presenta frecuentemente en las regiones tropicales y subtropicales. Posee una amplia gama de hospederos, ubicados por completo dentro de las dicotiledóneas, pertenecientes por lo menos a 104 géneros diferentes, muchos de ellos de importancia económica (Briton-Jones citado por Wood 1982). La magnitud del daño que puede causar es muy variable y depende de la especie de planta que esté atacando (Butler 1918).

Puede infectar diversos árboles de selva y cultivos de cobertura (Wood 1982). Algunos de sus hospederos son: café, mango, cítricos, pimienta, caucho, higuera, gandul, *Flemigia* sp., achiote, aguacate, nuez moscada, cedro macho, madero negro y guaba (Butler 1918; Cubillos 1986; Porras y Sánchez 1988; Smith 1981; Wellman 1977; Wood 1982).

A pesar de que *C. salmonicolor* se presenta en la mayoría de cultivos perennes tropicales, tiene una mayor importancia en caucho, cacao, cítricos, té y café (Fawcett 1936; Hill y Waller 1988).

En café, produce la caída del fruto y la “enfermedad rosada” en los tallos, especialmente en plantas que crecen al sol en Centroamérica (Wellman 1977). De acuerdo con Butler (1918), esta planta es una de las que sufren más severamente los daños causados por este patógeno.

En cítricos se le considera endémico en los trópicos húmedos, en donde puede llegar a ser severo (Whiteside *et al.* 1989). En estas regiones, la enfermedad se presenta principalmente durante épocas prolongadas de alta humedad y temperatura y en plantaciones descuidadas (Morin 1983).

En té, el “mal rosado” puede ser grave en condiciones húmedas (Thurston 1989). En caucho es un parásito de la corteza, ramas, y algunas veces, del tronco (Bugnicourt 1964).

En Nueva Guinea y Malasia, el ataque de este patógeno está asociado con el uso de cultivos de cobertura tales como gandul, *Crotalaria* sp. y *Tephrosia* spp. (Wood 1982). En yuca no es una enfermedad muy importante (Hill y Waller 1988).

El hongo ataca también especies forestales tales como eucalipto, gmelina y teca. En eucalipto, la enfermedad se presenta en plantaciones ubicadas en regiones con precipitaciones superiores a los 2000 mm anuales, por lo que Hilje *et al.* (1991) no recomiendan la siembra de esta especie en estas condiciones. También se le menciona en *Cassia* sp., *Casuarina* sp., poró y *Leucaena* (Smith 1981).

“Mal de machete”

Ceratocystis fimbriata causa en cacao la enfermedad conocida como “mal de machete”, muerte súbita, llaga macana, entre otras (Barba 1961). A pesar de que la enfermedad usualmente se presenta

en forma esporádica y ataca pocos árboles, en algunos países ha producido epífitas que han causado la muerte de plantaciones enteras (Soria y Salazar 1965).

Además del cacao, este patógeno puede atacar al café, mango, caucho, macadamia, coco, *Crotalaria* sp., gandul, palma de aceite, marañón, madero negro y nuez moscada (Barba 1961; Soria 1972; Ocampo y Correa 1978; Wellman, 1977). En caucho sólo se presenta ocasionalmente (Hill y Waller 1988).

También se mencionan cómo hospederos algunas importantes raíces y tubérculos tropicales como son: yuca, malanga y tiquisque. En camote o batata está ampliamente distribuida en las zonas tropicales, causando la pudrición negra, que es una de las enfermedades fungosas más importantes y comunes en este cultivo (Hill y Waller, 1988; Thurston, 1989).

“Bubas o agallas”

Bajo la denominación de agallas, bubas o verrugas se agrupa una serie de hipertrofias que se presentan en el tronco y ramas del cacao, y que se conocen como agallas de puntos verdes, florales, de abanico, de perilla y lobulares, siendo la de “puntos verdes” la más extendida y estudiada (Capriles s.f.)

Las agallas de puntos verdes son producidas por el hongo *Fusarium decemcelulare*. Las otras etiologías no han sido aún determinadas (Capriles s.f.), pero podrían deberse a otros aislamientos o especies de este hongo (Wood 1982).

Las agallas están presentes en casi todos los países cacaoteros. Es difícil evaluar sus daños, sin embargo se conocen plantaciones con un 90% de sus árboles afectados, en donde las producciones son casi nulas (Capriles s.f.; Wood 1982).

Otras plantas que presentan sintomatologías similares a las encontradas en cacao son: mango, poró y aguacate (Capriles s.f.).

“Mal de hilachas”

El “mal de hilachas” es causado por el hongo *Pellicularia koleroga*, el cual está presente en la mayoría de los países cacaoteros. Su daño es relativamente pequeño, aunque han llegado a ocurrir casos extremos en que hasta un 48% de los árboles han sido afectados (Mejía 1949; Porras y Sánchez 1988). El hongo es común en café y en nuez moscada (Nowell citado por Mejía 1949).

“Mazorca negra”

Varias especies del género *Phytophthora* son causantes de la mazorca negra y del cáncer del cacao, dentro de las cuales *P. palmivora* es la principal en Centroamérica y en el mundo. Existen, sin embargo, otras especies que atacan el cacao como son: *P. megakaria*, *P. citrophthora*, *P. capsici* y *P. megasperma* (Zentmyer 1988).

La "mazorca negra" es considerada la principal enfermedad del cacao en un 80% de los países que siembran este cultivo. Se estima que causa pérdidas mundiales del 10% al 20% (Capriles s.f.; Porras y Sánchez 1988)

El hongo puede dañar varias partes de la planta como los frutos, hojas, tallos, raíces y cojines florales. El mayor impacto de la enfermedad se da en el fruto, debido quizás a la frecuencia con que se presenta el daño en este órgano, que es el producto comercializable del cultivo. Las infecciones en los brotes tiernos son también frecuentes, pero no así las ocurridas en otros órganos de la planta.

P. palmivora posee más de 80 hospederos, sin embargo sobresalen las siguientes por asociarse a veces con cacao: coco, papaya, zapote, pimienta, caucho y palma de aceite (Porras y Sánchez 1988). En algunos cultivos, al igual que en cacao, produce pudriciones de la raíz y muerte descendente de las plántulas (Rossman *et al.* 1990). Su presencia también se menciona en *Leucaena* (Newhook y Jackson citados por Smith 1981). En el caucho ocasiona la "raya negra" y la "marchitez de la hoja", y en coco, la "marchitez o pudrición del cogollo", una de las principales enfermedades de este cultivo (Bugnicourt 1964). En pimienta negra es uno de los principales factores limitantes de la producción a nivel mundial, causando la "pudrición del pie" (Thurston 1989). En aguacate es capaz de producir la "tristeza del aguacatero" y la pudrición radicular, y en papaya, la pudrición de la raíz, la cual es considerada la tercera enfermedad más importante en México. En coco infecta las hojas jóvenes (Hill y Waller 1988).

P. capsici produce varias pudriciones en pimiento o chile, tomate y algunas cucurbitáceas, y *P. megasperma*, pudriciones en varias especies (Rossman *et al.* 1990).

P. citrophthora posee un amplio rango de hospederos que incluye al aguacate, piña y solanáceas (Hill y Waller 1988). En cítricos, causa la pudrición del pie y la gomosis en el tronco y las ramas, que es una de las enfermedades más serias en estos cultivos en el plano mundial, principalmente en áreas con alta precipitación o irrigadas (Whiteside *et al.* 1989).

LITERATURA CONSULTADA

- ALMEIDA, L.C. DE; LUZ, E.D.M.N. 1986. Acao do vento na disseminacao do mal-rosado do cacauero. *Theobroma* (Bra.) 16(3):133-140.
- AFOMANI, C.A.; AJOBO, O. 1988. An economic evaluation of a cropping system: The case of cocoa grown in combination with oil-palm. *Café Cacao Thé* (Francia) 27(2):121-126.
- AGRIOS, G.N. 1986. Fitopatología. Trad. del inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Méx., Limusa. 756 p.
- BARBA, C. 1961. Estudio morfológico y pruebas de patogenicidad de varias cepas de *Ceratocystis fimbriata*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 59 p.
- BARROS, O. 1966. Valor de las prácticas culturales como método para reducir la incidencia de monilia en plantaciones de cacao. *Agricultura Tropical* (Col.) 22(12):605-612.
- . 1977. Investigaciones sobre el hongo *Monilia rozeri* causante de la pudrición acuosa de la mazorca de cacao: Daños y su control. *Cacaotero Colombiano* 3:42-51.

- BARROS, O. 1982. Historia de la moniliasis y sus repercusiones en los países productores de cacao en Sur América. In La Moniliasis del Cacao: Compendio. Enríquez, G.A. (Ed.). Turrialba, C.R., CATIE. Informe Técnico no. 28. p. 14-17.
- BATHWAITE, CH.W.D. 1985. An introduction to diseases of tropical crops. Port-of-Spain, Tri., Ferguson. 184 p.
- BUGNICOURT, F. 1964. Enfermedades de cultivos tropicales. Méx., Chapingo. 157 p.
- BUTLER, E.J. 1918. Fungi and disease in plants. Calcuta, India, Thacker. 547 p.
- CAMPUZANO, H. 1980. La moniliasis del cacao. Cacaotero Colombiano 13:21-24.
- CAPRILES, L. s.f. Enfermedades del cacao en Venezuela. Ven., Fondo Nacional de Cacao. 79 p.
- CUBILLOS, G.; ARANZAZU, F. 1979. Comparación de remoción de frutos enfermos en el control de *Monilia roleri* Cif & Par. Pichilingue, Ec., INIAP. 8 p.
- CUBILLOS Z., G. 1986. El cacao y algunas de sus enfermedades. Cacaotero Colombiano 9(33):15-30.
- DAKWA, J.T. 1974. The development of blackpod disease (*Phytophthora palmivora*) in Ghana. Turrialba (C.R.) 24(4):367-372.
- ENRÍQUEZ, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, C.R., CATIE. Serie de Materiales de Enseñanza no. 22. 240 p.
- EVANS, H.; MURRAY, D.B. ¿1952? A shade and fertilizer experiment on young cacao. In Report in Cocoa Research 1945-1951. Tri., ICTA. 10 p.
- EVANS, H.C. 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roleri*. London, Commonwealth Mycological Institute. Phytopathological Papers no. 24. 44 p.
- FAWCETT, H.S. 1936. Citrus diseases and their control. New York, McGraw-Hill. 656 p.
- GARCÍA A., M. 1988. Patología vegetal práctica. 2 ed. Méx., Limusa. 256 p.
- GLOTTIEB, D. 1950. The physiology of spore germination in fungi. Botanical Review 16(5):229-257.
- GRANADA, G.A. 1989. Marchitez del cacao por *Verticillium dahliae*. Cacaotero Colombiano 12(37):17-28.
- GREGORY, P.H.; MADDISON, A.C. 1981. Epidemiology of *Phytophthora palmivora* on cocoa in Nigeria: Final report of The International Cocoa Black Pot Research Project. Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. Phytopathological Papers no. 25. 188 p.
- HEUVELDOP, J.; PARDO T., J.; QUIRÓS C., S.; ESPINOZA P., L. 1986. Agroclimatología tropical. San José, C. R., EUNED. 394 p.

- HILJE Q., L.; ARAYA F., C.; SCORZA R., F. 1991. **Plagas y enfermedades forestales en América Central: Guía de campo.** Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico no. 4. 185 p.
- HILL, D.S.; WALLER, J.M. 1988. **Pests and diseases of tropical crops.** Singapore, Longman. v.1, 175 p.; v.2, 432 p.
- HOLLAND, T.H. 1931. **The green manuring of tea, coffee and cacao.** *Tropical Agriculturist* 77(5):197-218.
- KASS, D. **Polyculture cropping systems: Review and analysis.** New York, Cornell. Cornell International Agriculture Bulletin no. 32. 69 p.
- LÓPEZ M.; R. 1987. **El cacao en Tabasco.** 1 ed. Chapingo, Méx. 287 p.
- MALAGUITI, G. 1956. **La necrosis del tronco del cacao en Venezuela.** *Agronomía Tropical (Ven.)* 5(4):207-226.
- MARTÍNEZ, A.; ENRÍQUEZ, G.A. 1984. **La sombra para el cacao.** Turrialba, C.R, CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico no. 5. 58 p.
- MEJÍA B., U. 1949. **Informe final sobre el cultivo del cacao.** Turrialba, C. R., IICA. 25 p.
- MERCHÁN, V.M. 1990. **La rosellinia del cacao.** *Cacaotero Colombiano* 13(38):13-19.
- MONTALDO, A. 1983. **Cultivo de raíces y tubérculos tropicales.** San José, C. R., IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos no. 21. 284 p.
- MORERA, J.A. 1982. **El zapote.** Turrialba, C.R., CATIE. 24 p. (Mimeografiado).
- . 1983. **El aguacate.** Turrialba, C.R., CATIE. 37 p. (Mimeografiado).
- MORINL., CH. 1983. **Cultivo de cítricos.** San José, C.R., IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos no. 51. 598 p.
- NOWELL, W. 1917. **Rosellinia root diseases in the Lesser Antilles.** *West Indian Bulletin* 16(1): 31-71.
- OCAMPO, F.; CORREA, N.J. 1978. **Evaluación de híbridos de cacao al mal de machete.** *Cacaotero Colombiano* 6:29-30.
- ORELLANA, R.G. 1954. **Variation in *Phytophthora palmivora* isolated from cacao and hevea rubber.** *Phytopathology* 44(9):481-512.
- PORRAS, V.H. 1982. **Epifitología de la moniliasis (*Monilia rozeri* Cif. Par.) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina.** Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica. 51 p.
- .; SÁNCHEZ, J. 1988. **Enfermedades del cacao.** La Lima, Hond., FHIA. Serie Tecnología Comunicación y Desarrollo Fascículo no. 5. 32 p.

- RAABE, R.D.; HOLTZMANN, O.V. 1964. Studies on the control of papaya anthracnose. *Hawaii Farm Science* 13:1-2.
- RESNIK, F.C.Z. DE; VALE, F.X.R. DO; CAMPELO, A.M.F.L. 1979. Patogenicidade de alguns isolados de *Phytophthora* sobre diferentes hospedeiros. *Theobroma (Bra.)* 10:91-97.
- ROCHA, H.M.; MACHADO, A.D. 1972. Pesquisas sobre "podridao parda na Bahia, Brasil. In International Cocoa Research Conference (4., 1972, St. Augustine, Tri.) p. 360-378.
- ROSSMAN, A.Y.; PALM M.E.; SPIELMAN, L.J. 1990. A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi. Minnesota, EE.UU., APS. 252 p.
- SCHMITZ, W.H. 1985. Investigaciones en la costa Atlántica de Costa Rica sobre la epidemiología del hongo *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao (En alemán). Tesis Ph. D. Gottingen, Alemania Federal, Universidad Georg August, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- SMITH, E.S.C. 1981. The interrelationships between shade types and cocoa pest and disease problems in Papua New Guinea. In International Cocoa Research Conference (7., 1986, Douala, Cameroon). p. 37-43.
- SORIA, V.J.; SALAZAR, L.G. 1965. Pruebas preliminares de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* en clones de cacao. *Turrialba (C.R.)* 15(4):290-295.
- . 1972. Influencia de la edad de las plantas en la aparición de los síntomas de susceptibilidad a *Ceratocystis fimbriata* en clones de cacao. *Turrialba (C.R.)* 23(2):231-233.
- THURSTON, H.D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Trad. del inglés por José Galindo. Turrialba, C.R., CATIE. 232 p.
- TORO, ?. s.f. La guanábana. Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. 34 p. (Mimeografiado)
- TROCME, O. 1972. Contribution à l'étude d'une maladie du cacaoyer en Ouganda: Le desséchement eco-fongique des branches. *Café Cacao Thé* 16:219-235.
- WELLMAN, F.L. 1977. Dictionary of tropical crops and their diseases. New York, Scarecrow. 495 p.
- WHITESIDE, J.O.; GARNSEY, S.M.; TIMMER, L.W. (EDS.). 1989. Compendium of citrus diseases. Saint Paul, Minn., American Phytopathological Society. 80 p.
- WOOD, G.A.R. 1982. Cacao. Trad. del inglés por Antonio Marino. Méx., Continental. p. 161-207.
- ZENTMYER, G.A. 1988. Taxonomic relationships and distribution on species of *Phytophthora* causing black pod of cacao. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (10., 1986, Santo Domingo, R.D. p. 391-395.

ANEXO 1. NOMBRE CIENTIFICO DE LAS PLANTAS MENCIONADAS EN EL TEXTO

achiote	<i>Bixa orellana</i>	macadamia	<i>Macadamia</i> spp.
aguacate	<i>Persea americana</i>	madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>
anona	<i>Annona reticulata</i>	malanga	<i>Colocasia esculenta</i>
banano	<i>Musa acuminata</i>	mango	<i>Mangifera indica</i>
café	<i>Coffea</i> spp.	manzana rosa	<i>Eugenia jambos</i>
camote	<i>Ipomoea batatas</i>	marafón	<i>Anacardium occidentale</i>
caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	naranja de Sevilla	<i>Citrus aurantium</i>
caucho	<i>Hevea brasiliensis</i>	nuez moscada	<i>Myristica argentea</i>
cedro macho	<i>Cedrela mexicana</i>	ñame	<i>Dioscorea</i> spp.
cítricos	<i>Citrus</i> spp.	palma de aceite	<i>Elaeis guineensis</i>
coco	<i>Cocos nucifera</i>	palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>
chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	papaya	<i>Carica papaya</i>
dátil	<i>Phoenix dactylifera</i>	pasto guinea	<i>Panicum maximum</i>
eucalipto globuloso	<i>Eucalyptus globulus</i>	pejibaye	<i>Guillemia gasipaes</i>
fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>
guanábana	<i>Annona muricata</i>	pino	<i>Pinus</i> spp.
gandul	<i>Cajanus cajan</i>	piña	<i>Ananas comosus</i>
gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	plátano	<i>Musa</i> spp.
granadilla	<i>Passiflora cuadrangularis</i>	poró	<i>Erythrina</i> spp.
"guaba" o inga	<i>Inga</i> spp.	té	<i>Camellia sinensis</i>
guayaba	<i>Psidium guajava</i>	teca	<i>Tectona grandis</i>
higo	<i>Ficus carica</i>	tiquisque	<i>Xanthosoma saggitifolium</i>
higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	yuca	<i>Manihot esculenta</i>
leucaena	<i>Leucaena</i> spp.	zapote	<i>Calocarpum sapota</i>

PLAGAS INSECTILES DEL CACAO Y SOMBRA

Jackson Donis, Joseph L. Saunders*

RESUMEN

Una revisión de la literatura relacionada con el efecto de la sombra y de la exposición directa al sol en el cacao revela discrepancias sobre si aumentan o no las poblaciones y daños por insectos. Los resultados de varios estudios tienden a indicar que cualquier factor que cause estrés al árbol del cacao puede favorecer las plagas insectiles.

En América Central, dos de las poblaciones más comunes y dañinas, *Selinothrips rubrocinctus* y *Monalonion* sp., causaron estragos mayores bajo sol que en sombra; siendo el ataque de *Monalonion* sp. hasta cuarenta veces más grande y las poblaciones de *S. rubrocinctus* hasta veintiséis veces mayor, cuando los árboles estaban expuestos al sol.

Otras plagas como el áfido *Toxoptera aurantii* y los curculiónidos mostraron una respuesta variable.

GENERALIDADES

El cacao es originario de las tierras bajas de los bosques densos de Centroamérica y la parte norte de América del Sur (Hardy 1961). De acuerdo con Cheesman (1944), el centro de dispersión del cacao es la región de América del Sur que se extiende en las estribaciones orientales de los Andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú.

Los límites latitudinales del cacao han sido establecidos entre los 15°N y 15°S por Alvim (1958) citado por Alcaraz (1973); mientras que Urquhart (1963) sitúa los límites del cultivo entre los paralelos 20°N y 20°S, con la mayor producción en la franja comprendida entre los 10° de latitud a ambos lados del Ecuador terrestre.

* Proyecto Manejo Integrado de Plagas (MIP), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba C. R.

El cacao se siembra desde el nivel del mar hasta alturas considerables. Hardy (1961) mencionó lugares tales como el Valle de Cauca en Colombia (1000 msnm) y el valle Chama en los Andes venezolanos (1250 msnm), donde se lleva a cabo el cultivo con buenos resultados. La altitud en que se puede sembrar el cacao es limitada por la latitud del lugar (Cuba 1972).

Por ser originario de regiones en las cuales el clima es cálido y húmedo durante todo el año, se debe esperar que el cacao sea un cultivo exigente en luz, temperatura, humedad relativa y precipitación. Estos factores climáticos tienen efectos directos e indirectos sobre las poblaciones de los insectos-plagas en este cultivo. Las condiciones ambientales y los factores climáticos favorables para los cambios en las poblaciones de insectos-plagas cacao varían en tiempo y espacio, y pueden ser aun contradictorias de un país a otro, o de un sitio a otro.

LUZ Y SOL EN RELACIÓN CON LA SOMBRA

En Trinidad se notó que el índice de máximo crecimiento del tronco de cacao se obtuvo durante los dos primeros años en aquellos árboles que recibieron el 50% de la luz total, siendo ideal que la sombra disminuyera hasta que los árboles dejaran pasar al menos el 75% de la luz total (Montaldo 1985).

Enríquez (1983) recomendó tener una sombra temporal por lo menos durante los tres primeros años y una buena sombra permanente, por lo general al 50%, para garantizar un buen desarrollo de las plantas.

El sol como la sombra traen ventajas y desventajas para el cultivo de cacao. Los problemas que acarrea una plantación a pleno sol son sobreexposición y desequilibrio nutricional; tal plantación es también más afectada por la sequía, los insectos nocivos, las enfermedades y las malezas (Cuba 1972). La mayor desventaja de la sombra es la disminución de la producción. Libre de insectos-plagas y enfermedades, en suelos fértiles y sin malezas, el cacao produce más al sol que a la sombra (Alvim 1958, citado por Martínez y Enríquez 1981).

En África Occidental se observó que una abertura en el dosel del cacao que originaba un incremento en la intensidad de luz y en la producción de chupones, era uno de los factores más importantes que indujeron la invasión de míridos (WACRI 1951). Asimismo en Costa Rica, se observó que los daños de *Monalonion* spp. en mazorcas fueron 9.5 veces mayores bajo la sol que bajo la sombra; de igual modo, los terminales fueron 12.5 veces más afectados al sol que a la sombra (Rodríguez, Valverde y Alpízar 1983). Una observación similar la hizo Villacorta (1967), en La Lola, Costa Rica, cuando notó que la población de *M. annulipes* al sol, fue el doble que a la sombra; de igual modo la oviposición en los terminales y los piquetes de alimentación en las mazorcas fueron 30% más altas al sol que a la sombra. También la muerte regresiva fue 32% más severa al sol que a la sombra.

A pesar de esto, un efecto contradictorio se observó en Ghana cuando con una sombra densa se incrementó la severidad de los daños de los míridos, *S. singularis* y *D. theobroma*, a un nivel de 67%, en comparación con un 58% para una sombra espaciada (Williams 1954). Se observó el mismo fenómeno en Perú donde Willie (1943) señaló que una temperatura elevada con alta humedad y suficiente sombra, son las condiciones ecológicas favorables para el mírido *M. dissimilatum*, el cual no puede vivir bien en árboles directamente expuestos al sol. También en Colombia se observó que los

ataques de *Monalonion* spp. se presentaron especialmente en sitios húmedos y sombreados en épocas lluviosas con altas temperaturas y exceso de malezas (Rincón 1979; Figueroa Potes 1952; Barros 1981).

En cuanto al trips *S. rubrocinctus*, varios autores lo han mencionados como plaga de cacao sobre todo en sol; también bajo condiciones que podrían debilitar el árbol, pero favorables al insecto, pudiendo éste desarrollarse en diferentes condiciones. De acuerdo con Magnin (1954) y Darling (1942), la población de trips es, en gran parte, regulada por el grado de intensidad de luz que recibe el ecosistema en el cual se encuentran.

En Trinidad, Frennah (1965) encontró que al sol todas las variedades de cacao fueron susceptibles a ataques de trips, pudiendo llegar los daños a veinte veces más en cacao a pleno sol que en cacao bajo sombra (Darling 1942).

Investigaciones en Brasil y Nigeria confirmaron el hecho de que los estragos causados por *S. rubrocinctus* en hojas y frutos de cacao son mayores en cacao totalmente expuesto al sol (Youdeowei 1970; Smith, Ventocilla y Barbin 1977). Por el contrario, Lodos (1968), en Ghana, observó que los daños de trips en cacao no mostraron mucha indiferencia al sol que bajo la sombra.

En Costa Rica, focos de infestación máxima de *S. rubrocinctus* se observaron bajo condiciones microecológicas particulares, pero a menudo contradictorias: exceso de luz o, al contrario, exceso de sombra, suelo reseco o mal drenado, o en árboles ya debilitados por otros devastadores (Decazy 1986).

En Colombia se denotó también que los adultos del curculiónido *Helipus unifasciatus*, plaga de los terminales y de las mazorcas de cacao, evitan las condiciones de luz excesiva y sus horas de mayor actividad son las últimas de la tarde y la noche (Urueta 1975).

En tres localidades ubicadas en la Zona Atlántica de Costa Rica (Turrialba, La Lola y Búfalo), Donis (1989) estudió la influencia de los factores ambientales —sol y sombra—, los factores climáticos —lluvia, temperatura y humedad relativa— y los factores fenológicos del cacao —producción de mazorcas y brotes foliares— sobre las poblaciones de los insectos plagas del cacao, *Monalonion* spp., *S. rubrocinctus*, *T. aurantii* y los curculiónidos.

Se evaluó la población de *Monalonion* spp., por medio de los piquetes de alimentación en las mazorcas y los terminales, la población de curculiónidos, según los terminales cortados por los mismos, y, en forma directa, las poblaciones de *S. rubrocinctus* y las de *T. aurantii*.

Los estragos de *Monalonion* spp. en brotes terminales y mazorcas, fueron cuarenta y once veces mayores, respectivamente, bajo el sol que a la sombra. La población de *S. rubrocinctus* fue hasta veintiséis veces más en sol que en sombra. La población de *T. aurantii* fue tan alta en sol como en sombra según el sitio, y en un mismo lugar, de un período a otro. El número de terminales cortados por los curculiónidos fue alto en sol como en sombra, según el sitio considerado y la especie responsable.

Los daños de *Monalonion* spp. en las mazorcas y en los terminales siguieron una secuencia parecida, pero la cantidad de piquetes fue mayor en las mazorcas de tamaño mayor de 10 cm de largo, las cuales representaron, en promedio, el 91.41% de las mazorcas que llevaron piquetes de alimentación de *Monalonion* spp. contra 0.7% y 7.4% para las mazorcas de tamaño menor a 5 cm de largo y entre 5 cm y 10 cm de largo, respectivamente. Cuando las mazorcas fueron escasas, los daños fueron más importantes en los brotes terminales.

Las poblaciones de *S. rubrocinctus* presentaron correlaciones positivas y significativas con las hojas nuevas del cacao, especialmente después de 15 - 22 días de brotes foliares importantes. Las altas poblaciones de *T. aurantii* no indicaron correlaciones positivas con el brote de hojas nuevas. Las condiciones climáticas de alta temperatura, baja precipitación y baja humedad relativa fueron condiciones favorables para un incremento en las poblaciones de los insectos estudiados.

La información relacionada con el efecto de la sombra sobre las plagas insectiles es variable, pero, en general, se puede concluir que una sombra bien manejada es favorable al cacao, reduciendo el estrés y, resultando, así, en la minimización de la incidencia y severidad del ataque de esas plagas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, R. 1973. Relación en algunos factores climáticos con la producción de cacao en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis de M. Sc. en Ciencias. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 95 p.
- BARROS N., O. 1981. Cacao: Manual de asistencia técnica. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura. no. 23. 286 p.
- CHEESMAN, E. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationship of cacao populations. *Tropical Agriculture (Tri.)* 21(18):144-159.
- CUBA. GRUPO NACIONAL DE CAFÉ Y CACAO. 1972. Normas técnicas para el cultivo del cacao. Cuba. 196 p.
- DARLING, H.S. 1942. The effect of light in the incidence of cacao thrips, *Selenothrips rubrocinctus* Giard. *Tropical Agriculture (Tri.)* 19(8):151-162.
- DECAZY, B. 1986. Evaluación de la entomofauna depredadora del cacao en Costa Rica: Informe de la misión a Costa Rica. 16 p. (Mimeografiado).
- ENRIQUEZ, G. 1983. El cultivo de cacao. Turrialba, C. R., Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. 162 p.
- FENNAH, R. 1965. The influence of environmental stress on the cacao tree in predetermining the feeding sites of the cacao thrips *Selenothrips rubrocinctus* Giard. on leaves and pods. *Bulletin of Entomological Research (Tri.)* 56: 333-349.
- FIGUEROA POTES, A. 1952. *Monalonion* sp., plaga importante en el cacao del valle de Cauca-Colombia. *Acta Agronómica (Méx.)* 2(4): 183-193.
- HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 439 p.

- LODOS, N. 1968. Minot pests of cacao. In Annual report 1965-1966. Tafo, Ghana, Cacao Research Institute. p. 43-44.
- MARTINEZ, A.,; ENRIQUEZ, G. 1981. La sombra para el cacao. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica, Boletín Técnico no. 5. 93 p.
- MAGNIN, J. 1954. La lutte contre les insectes nuisibles au cacaoyer dans l'Ouest Africain. L'Agronomie Tropicale (France) 9 (4): 467-478.
- MONTALDO, P. 1985. Agroecología del trópico americano. San José, C.R., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 207 p.
- RINCON S., O. 1979. Control de plagas en cacao. El Cacaotero Colombiano 8: 35-38.
- RODRIGUEZ V., C.L.; ALPIZAR M., D. M. 1983. Determinación de *Monalonion* sp., en diversos sistemas de manejo. San José, C. R., Ministerio de Agricultura y Ganadería. 3 p.
- SMITH, H.; VENTOCILLA, J. A.; BARBIN, D. 1977. Tendencia dos danos causados pelo *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera:Thripidae) ao cacauero na regio de Linhares, Estado de Espírito Santo, Brasil. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (6., 1977, Caracas, Ven.). Informe. Caracas. p. irr.
- URQUHART, D.H. 1963. Cacao. Trad. de Juvenal Valerio. Turrialba, C.R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Serie Textos y Materiales de Enseñanza no. 13. 322 p.
- URUETA Sandino, E.J. 1975. Insectos y ácaros que afectan el cultivo de cacao en la región de Uraba. Medellín, Col., Secretaría de Agricultura y Fomento Sanidad Agropecuaria. 36 p.
- VILLACORTA, A. 1967. Some studies on the biology and seasonal variation in the population of *Monalonion annulipes* Sig. (Hemiptera: Miridae) in Costa Rica: A progress report submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of M.Sc. (Entomology). Wisconsin, University of Wisconsin. 35 p.
- WACRI. 1951b. Initiation of capsid pocket. In Annual report 1949-50. Tafo, Gold Coast. p. 35-36.
- WILLIE, J.E. 1943. Los insectos que atacan el cacao. In Entomología Agrícola del Perú. Lima, Perú, Ministerio de Agricultura, Dirección de Agricultura. p. 185-191.
- WILLIAMS, G. 1954. Field observations on the cacao mirids *Shalbergella singularis* Halq. and *Distantiella theobroma* Dist. in the Gold Coast. 3. Populations fluctuations. Bulletin of Entomological Research (G.B.) 45: 723-744.
- YOUDEOWEI, A. 1970. The seasonal abundance of the thrips *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera) in a cacao rehabilitation trial in Nigeria. Turrialba (C.R.) 20 (3): 14-15.

INTERCULTIVO DE ARACEAS (*XANTHOSOMA* SPP. Y *COLOCASIA ESCULENTA*) Y ÑAMES (*DIOSCOREA* SPP.) CON CACAO (*THEOBROMA CACAO*)

Werner Rodríguez Montero*

ABSTRACT

The reduction of cacao prices are demanding the design of new agroecosystems in Costa Rica. The intercrop of aroids and yams with cacao shine to respond to this need. This paper discuss the ecological, fenological and agronomic basis and consequences of such intercrop.

INTRODUCCIÓN

Una rápida observación de las fincas pequeñas en los trópicos húmedos de Costa Rica demuestra un cambio notorio en los cultivos anuales presentes. Donde hace tres años crecían el maíz y los frijoles, hoy prosperan los ñames y las aráceas. En el cantón de Pococí, se ha estimado que existen mil hectáreas sembradas con ñames**. El pequeño agricultor ha reconocido la buena retribución que determinan las raíces tropicales y su menor riesgo en relación con los tradicionales granos básicos.

Ya a inicios de la década pasada, como reacción a la pérdida de cacaotales por la moniliasis, los agricultores de la costa sureste de Costa Rica asociaron al cacao con el ñame "Antillano" (Jiménez, Rodríguez y Rodríguez 1985). Entonces, recién comenzaba el país a exportar raíces tropicales. En el presente, este grupo de cultivos producen más de diez millones de dólares al año y la tasa de incremento anual de su exportación es superior al diez por ciento. Este panorama halagüeño de las raíces tropicales es enfatizado por su buena adaptación tanto al trópico bajo húmedo como a la capacidad de manejo agronómico del pequeño y mediano productor.

Por otra parte, la caída de los precios del cacao ha provocado la búsqueda de asociaciones del mismo con otros cultivos de mayor rentabilidad y ciclo de producción más breve. La contribución del cacao a la sostenibilidad de los sistemas de producción en las regiones húmedas del trópico y el acervo de conocimientos sobre el cultivo, atesorado durante generaciones por los agricultores, justifican la búsqueda de intercultivos con cacao que posean viabilidad biológica, técnica y económica. Dentro del marco impuesto por esta búsqueda, las aráceas y los ñames —cultivos anuales de exportación altamente

* Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitotecnia, Código Postal 2060, San José, Costa Rica.

** PORRAS, M.C. 1991. MAG, C.R. (Comunicación personal).

rentables— merecen ser considerados. Sin embargo, la escasa información disponible impide sopesar la viabilidad económica del sistema cacao-raíces tropicales y restringe la ponderación de su factibilidad técnica.

ANTECEDENTES BOTANICOS

Aráceas

Las aráceas constituyen un grupo de cultivos aún poco explotados. Dentro de la familia Araceae, existen cinco géneros comestibles: *Xanthosoma*, *Colocasia*, *Alocasia*, *Amorphophallus* y *Cyrtosperma*. De estos géneros, los dos primeros son los más importantes en Costa Rica y el resto del mundo.

El género *Xanthosoma*, de origen americano, incluye a los tiquisques. Estas son plantas herbáceas y perennes de hasta dos metros de altura. Sus hojas acorazonadas y prominentes emergen de la parte superior de un tallo vertical subterráneo denominado cormo. A partir de esta estructura se originan los cormelos comestibles. A pesar de la ambigüedad existente en cuanto a su taxonomía, comúnmente se acepta que la especie *X. sagittifolium* corresponde al tiquisque blanco y, la especie *X. violaceum*, al morado.

C. esculenta es el nombre científico del género y la especie asiática a la cual pertenecen tanto el "ñampí" o "chamol" como la malanga. Desde el punto de vista botánico, sin embargo, estas aráceas comestibles pertenecen a diferentes variedades: la var. *antiquorum* ("ñampí") y la var. *esculenta* (malanga). A pesar de su similitud, estas variedades de la especie *C. esculenta* pueden distinguirse, entre otras formas, por la morfología de sus partes subterráneas. El ñampí desarrolla un cormo pequeño del cual crecen numerosos cormelos ovoides comestibles. La malanga, por el contrario, desarrolla un gran cormo comestible sin cormelos o con cormelos raquíuticos.

Ñames

Los ñames han sido agrupados dentro del género *Dioscorea* que incluye varias especies originarias de diferentes continentes: *D. alata* del sudeste asiático, el complejo *D. rotundata* + *D. cayenensis* del oeste africano y *D. trifida* de América tropical. Este último ñame es llamado "yampí" o "papilla" por los agricultores.

El tallo de los ñames crece enrollándose hacia la derecha en el caso de las tres primeras especies y, hacia la izquierda, en el caso de *D. trifida*. La especie *D. alata* se caracteriza por su tallo cuadrangular alado y sus hojas acorazonadas. El tallo del complejo de especies *D. rotundata* + *D. cayenensis* es cilíndrico y posee espinas en su base. Los fenótipos con una mayor proporción de *D. rotundata* producen tubérculos cilíndricos y blancos. La mayor proporción de genes *D. cayenensis* resulta evidente por el color amarillento de los tubérculos y su forma irregular. Finalmente, la especie *D. trifida* está caracterizada por sus hojas con tres a cinco lóbulos, alas de los tallos aplastadas y producción de tubérculos en grupos.

ASOCIACION DE RAICES TROPICALES CON CACAO

Asociaciones temporales

Martínez y Enríquez (1984) citan el uso de *C. esculenta* como sombrío transitorio del cacao en los países del Pacífico sur. Estos autores destacan que el cultivo utilizado como sombrío transitorio del cacao, debe ser fácil de eliminar, no altera el trazado de la plantación, produce suficiente sombra y algún producto de utilidad para el agricultor. Hart (1911) consideró, además, la característica de un rápido crecimiento y Burle (1961) enfatizó la importancia de utilizar cultivos del tipo "cash crops" para aligerar la carga financiera del productor de cacao. La asociación cacao-flame, reportada por Jiménez, Rodríguez y Rodríguez (1985) en el sureste atlántico de Costa Rica, también centraba su interés en el cacao. Entonces la pérdida de mazorcas por moniliasis era tan alta que los cacaoteros decidieron utilizar los árboles groseramente podados de cacao como soporte para el flame, un cultivo que entonces comenzaba a ser exportado. Esta poda coadyuvó a la rehabilitación de los cacaotales. Sin embargo, los agricultores no llevaron esta decisión hasta el extremo de eliminar totalmente al cacao. Ellos abrigan la esperanza de superar el problema de esa enfermedad y continuar sus vidas como productores de cacao.

Existe poca información detallada sobre las ventajas y desventajas de la asociación del cacao con raíces tropicales. Afolami (1982) estudió la población de nematodos presentes en asociaciones de yuca-cacao y flame-cacao en Nigeria. La primera de ellas mostró el menor número de nematodos y, la segunda, una alta población de *Rotylenchus reniformis*. No obstante, el artículo no profundizó —aparte de la población de nematodos— en otros posibles efectos de la asociación.

Asociaciones permanentes

La mayor parte de las experiencias desarrolladas por los cacaoteros con asociaciones permanentes ha sido con cultivos de mayor tamaño que el cacao. Así lo indican las revisiones de Alvim (1989) y de Martínez y Enríquez (1984). Es decir, se ha aprovechado la tolerancia y necesidad de sombra por parte del cacao para crear dos estratos de intercepción de la luz. Los pocos sistemas de asociación permanente diseñados con el concurso de cultivos de porte inferior al cacao, como es el caso de las raíces tropicales, exigen la ampliación del espaciamiento del cacao para favorecer el paso de la luz. Esta modificación del arreglo espacial implica, por lo general, una reducción de la población de árboles de cacao por unidad de área; un sacrificio que sólo aceptan los cacaoteros en períodos de crisis.

PROPUESTA DE INTERCULTIVO PERMANENTE CACAO + RAICES TROPICALES

Consideraciones ecológicas

La primera consideración al pretender asociar al cacao con las aráceas y los flames, ha de ser su ecología. Como se muestra en el Cuadro 1, todos estos cultivos comparten, en mayor o menor medida, la misma zona de vida y condiciones ecológicas y edáficas similares. No obstante, es notable la diferen-

cia entre la demanda de radiación de las aráceas y ñames con respecto al cacao. Este último, es un cultivo umbrófilo que tolera sombreamientos mayores que las raíces tropicales sin reducir apreciablemente su rendimiento. En general, el cacao es cultivado bajo sombra porque su establecimiento a plena exposición exige una elevada fertilización y complica el manejo de algunos problemas fitosanitarios como la antracnosis y el ataque de insectos. Por lo tanto, desde el punto de vista de la radiación, el intercultivo de las raíces tropicales con el cacao exige el establecimiento de franjas iluminadas alternadas con franjas sombreadas.

Cuadro 1. Comparación de variables microclimáticas y edáficas entre el cacao, las aráceas y los ñames a partir de la información reportada por Alvim (1977) y Wilson (1977).

Variables	Cacao	Aráceas*	Ñames**
Macroclimáticas			
Distribución (latitud N/S)	20°	30°	20°
Altitud	1 300 msnm	1 000 msnm	1 000 msnm
Temperatura óptima	25 °C	25 °C	30 °C
Temperatura mínima	15 °C	18 °C	20 °C
Precipitación anual			
mínima	1 200 mm	1 500 mm	1 000 mm
óptima	2 000 mm	2 500 mm	2 000 mm
Viento	sensible	tolerante	muy sensible
Demanda de radiación	baja	alta	alta
Edáficas			
Profundidad mínima	1.5 m	1.0 m	1.0 m
Drenaje	bueno a malo***	bueno	bueno
Fertilidad	media alta	media baja	media alta

* Géneros *Xanthosoma* y *Colocasia*

** *D. alata* y *D. trifida*

*** Las variedades esculenta de *C. esculenta* toleran mejor el drenaje impedido que *Xanthosoma*.

El aporte más significativo del cacao a los sistemas de producción de raíces tropicales sería, sin duda, el concederle al mismo una mayor sostenibilidad porque tanto la naturaleza anual de las aráceas y fñames como sus períodos de poca cobertura del suelo, determinan grados de erosión peligrosamente altos para la producción a largo plazo en los trópicos bajos y húmedos. La asociación de las raíces con el cacao permitiría reducir ostensiblemente este riesgo.

Consideraciones fenológicas

Desde un punto de vista eminentemente botánico, las aráceas y los fñames son plantas perennes (León 1968). Debido al proceso de domesticación al que han sido sometidas, estas plantas han evolucionado hacia un ciclo de producción de cosechas anuales y al margen de la reproducción sexual. Esencialmente, las aráceas y los fñames muestran una fase vegetativa —caracterizada por la producción de follaje—, una fase reproductiva —caracterizada por la tuberización— y una fase de reposo. Esta última es más evidente en el caso de los fñames que en el de las aráceas.

La fenología de estos cultivos es afectada, especialmente, por la duración de los días, la humedad del suelo y el balance N/K (Martin 1986). En general, se ha observado que los días largos y la disponibilidad de agua y nitrógeno en el suelo promueven el crecimiento vegetativo. El efecto contrario, es decir, el crecimiento reproductivo sucede cuando los días son cortos y la planta experimenta déficit hídrico y carencia de nitrógeno.

El cacao, por su parte, no alcanza su madurez productiva antes de los tres años después del trasplante. A partir de este momento, su fenología es afectada por la humedad del suelo y el aire, que inciden sobre el ritmo de la floración y cosecha. También resulta notoria la influencia de la temperatura (Alvim 1977).

A partir de la información precedente, parece que la fenología de los cultivos considerados podría compatibilizarse. Bastaría con fijar ciclos de fertilización nitrogenada de la asociación cacao + aráceas/fñames que no interfieran con la tuberización. La duración de los días debería considerarse al fijar las fechas de siembra de las raíces tropicales, de tal manera que la fase vegetativa coincidiera con los días largos y, la reproductiva, con los cortos. La hidroperiodicidad de la floración del cacao no puede ser modificada pero convendría separar en el tiempo los picos de demanda de mano de obra —preparación del terreno y cosecha de los fñames y aráceas— con el de cosecha de cacao.

Consideraciones agronómicas

Las consideraciones ecológicas y fenológicas anteriores sugieren el diseño de un sistema de producción cacao + raíces en franjas alternas, similar al denominado "provisional hedgerow system" por Alvim (1989). Este sistema estaría compuesto por hileras dobles de cacao sembradas a 2 x 2 metros en cuadro pero distanciadas entre sí por diez metros (900 árboles/ha). La franja de diez metros disponible entre cada par de dobles hileras, permitiría el cultivo de 11 200 plantas de aráceas por hectárea (1 m x 0.5 m) o de 22 400 plantas de fñame (1 m x 0.25 m). El cacao sería sombreado durante sus primeros años de vida por plantas de plátano, o alguna otra sombra provisional similar, establecidas en el centro de cada cuadro formado por cuatro plantas de cacao (450 cepas de plátano por hectárea). Esta sombra de plátano podría eliminarse cuando los árboles de cacao produzcan el autosombreamiento suficiente.

Conforme a la fertilidad del suelo y el presupuesto disponible, podría reducirse la población de fames y aráceas sugeridas para disminuir el consumo de fertilizantes. Sin embargo, es razonable suponer que, con el uso de la fertilización correspondiente a la reposición de los nutrimentos extraídos por los cultivos (aráceas y fames), su productividad alcanzará el equivalente a la misma población de plantas sembradas en monocultivo.

Sin embargo, dentro de este esquema, los fames y las aráceas deberían alternarse año tras año para prevenir la acumulación de nematodos. El espacio de diez metros entre las dobles hileras de cacao facilitaría la preparación mecánica del suelo y el establecimiento de los tutores para el fame. Simultáneamente, esta disposición del cacao posibilitaría explotar el efecto de borde en beneficio de ambos tipos de cultivo. Se supone que el arreglo espacial propuesto permitiría a los cultivos involucrados alcanzar los rendimientos por planta reportados en monocultivo. Es decir, que la competencia entre los cultivos por luz, agua y nutrimentos no sería significativa. Desde luego, las podas de formación y de mantenimiento del cacao, deberían considerar la necesidad de mantener suficiente luz disponible para las raíces tropicales entre las hileras dobles de cacao.

Consideraciones económicas

La carencia de información impide ejecutar un análisis financiero del sistema de asociación planteado. No obstante, es evidente que el sistema produciría ingresos desde el primer año, retribuyendo al agricultor parte de la inversión inicial en el cacao y reduciendo el riesgo. Además, tanto el uso de la tierra como el de la mano de obra serían ampliados considerablemente en relación con la producción en monocultivo. Finalmente, la sostenibilidad del sistema sería muy superior a la de los monocultivos de aráceas o fames, agroecosistemas medianamente erosivos por su dinamismo y períodos de poca cobertura del suelo.

CONCLUSION

Tradicionalmente, el cacao ha sido el principal componente de las asociaciones en que ha participado. La caída de los precios del cacao ha cambiado esta situación. Por ello, la información disponible sobre sistemas de asociación en franjas, que reducen la población de árboles de cacao por hectárea para dedicar una buena parte del área a la producción de cultivos anuales, es exigua. El presente artículo propuso un sistema basado en la siembra del cacao en hileras dobles que podría permitir la producción simultánea y permanente de aráceas y dioscoreáceas en una secuencia de rotaciones anuales. El principal atractivo de esta propuesta es que permite mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción de raíces tropicales al tiempo que acelera el retorno a la inversión en cacao. No obstante, se concluye que las supuestas bondades de este sistema deben ser evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AFOLAMI, S. O. 1982. Changes in nematoda types and population density in the first two years of cocoa establishment. In International Cocoa Research Conference (8., 1981, Cartagena, Col.). Proceedings. p. 301 - 306.

- ALVIM, P. T. 1977. Cacao. In Alvim, P. T.; Kozłowski, T. T. Ecophysiology of Tropical Crops. N.Y., Academic Press. p. 279 - 314.
- . 1989. O cacauero (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. In Conferencia Internacional de Pesquisas em Cacau (10.).
- BURLE, L. 1961. Le cacaoyer. Paris, Maisonneuve. p. 156.
- HART, J.H. 1911. Cacao: A manual on the cultivation and curing of cacao. London, Duckworth. p. 50 - 51.
- JIMENEZ, J.M.; RODRIGUEZ, A.; RODRIGUEZ, W.G. 1985. El cultivo del tiquisque (*Xanthosoma* spp.), la malanga (*Colocasia esculenta*), el ñame (*Dioscorea* spp.) y el plátano (*Musa* AAB) en Costa Rica. In Caribbean Food Crops Society Annual Meeting (20., 1984, St. Croix). Proceedings. p. 162 - 168.
- LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, C.R., IICA. 477 p.
- MARTIN, F.W. 1986. Ecofisiología del ñame: Información básica para diseñar sistemas de producción. In Talleres sobre Sistemas de Producción basados en Raíces Tropicales. Turrialba, C.R. CATIE. Serie técnica no. 75 (por publicar).
- MARTINEZ, A.; ENRIQUEZ, G. 1984. La sombra para el cacao. CATIE, Turrialba, C.R. Serie Técnica no. 5. 58 .
- WILSON, L.A. 1977. Root crops. In Alvim, P.T.; Kozłowski, T.T. Ecophysiology of Tropical Crops. N.Y., Academic Press. p. 187 - 236.

PRÁCTICAS CULTURALES Y RECOMENDACIONES EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO

Juan L. Morales Chacón*

INTRODUCCIÓN

El plátano Musa AAB, pertenece al orden Zingiberales, familia Musáceae, género *Musa*, serie Eumusa y es un híbrido triploide originado del cruce de *M. acuminata* y *M. balbisiana*.

REQUISITOS AMBIENTALES

Clima

El plátano puede cultivarse en regiones que estén entre los cero y los 1200 metros sobre el nivel del mar. La temperatura más favorable varía entre los 20 °C - 30 grados centígrados. La precipitación (lluvias) adecuada es de 2000 a 3000 mm, bien distribuida durante todo el año. Más de dos meses sin lluvias puede dañar el cultivo. Se deben tomar en cuenta los vientos ya que a velocidades mayores de 50 km/h afectan las plantas seriamente; por esta razón las barreras rompevientos pueden ser de gran ayuda.

Suelos

Los mejores suelos para plátano deben tener una profundidad no menor de 1.2 m, y no sobrepasar un 45% de arcilla; se deben eliminar los terrenos con subsuelo por cascajo o arcilla impermeable. Deben usarse suelos no muy arcillosos, con suficiente reserva de nutrimentos y sin exceso de humedad. El pH ideal varía de 5.5 a 7.0.

Semilla

Cormos

Deben estar completamente sanos y preferiblemente tratados o curados. Este es uno de los aspectos más importantes para lograr éxito en una plantación. Se usan tres tipos de semilla: la menos reco-

* M. Sc., Departamento de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional de San Carlos, C. R.

mendable son los rizomas de plantas viejas; la semilla de segunda que son hijos pequeños de menos de 1.5 de altura y la semilla de primera calidad incluye plantas jóvenes de aproximadamente 2 m de altura y rizomas con pesos no menores de 2.5 kg; el diámetro del pseudotallo cortado a unos 15 cm - 20 cm arriba de la base, debe tener alrededor de 15 centímetros.

La semilla se debe pelar de tal forma que no se observen daños, o sea debe quedar totalmente blanca. Luego se sumerge por siete minutos en una solución compuesta por un insecticida nematocida más un fungicida. Ninguna semilla, después de tratada, debe guardarse más de 48 horas antes de sembrarse.

Hijos de rebrote.

Es una muy alternativa, sobre todo cuando la disposición de semilla es limitada.

Cultivo de tejidos.

Es una alternativa aún en evaluación, sin embargo no se tiene suficiente información a nivel de campo.

PREPARACION DEL SUELO

Se debe analizar si el terreno es adecuado para sembrar plátano: topografía, costo de drenajes, entre otros. Si el suelo es arcilloso (pesado), el ararlo facilitaría la siembra y favorecería el crecimiento de la planta. Si es franco y friable no es necesario arar. El tamaño del hoyo depende de la semilla, pero generalmente se hacen hoyos de 40 cm x 40 centímetros.

SIEMBRA

El sistema hexagonal —"pata de gallo"— a una distancia de 2.6 m x 2.6 m favorece una siembra homogénea y una mejor distribución de las plantas. Una vez marcado el terreno, se hacen los hoyos y se riega la semilla; ésta se coloca en el hoyo, se le pone suelo suelto alrededor hasta la mitad y se apisona.

Se cubre luego con unos 5 cm y se apisona: No se debe sembrar en época muy lluviosa porque la semilla se pudre. La semilla debe dividirse en grande, mediana y pequeña, y ser sembrada en ese orden.

DESHIJE

Consiste en eliminar los hijos indeseables y más débiles, dejando los más vigorosos y en mejor posición. Las deshijas se hacen aproximadamente cada dos o tres meses, cuando los hijos tienen cerca de 100 cm de altura. En el sistema hexagonal (2.6 m x 2.6 m) se debe dejar la madre, un hijo y un nieto, tratando de mantener una distribución homogénea. Si se tienen problemas con moko u otras bacterias (*Erwinia*) se debe desinfectar el machete con formalina al 10%, antes de deshijar cada mata.

Otros sistemas de siembra son: el tradicional a 3 m x 3 m, dejando entre dos a tres hijos. El doble surco a 2.13 m x 1.4 m x 0.9 m x 4.5 m, dejando en la deshija a la madre, el hijo y el nieto.

DRENAJE

El drenaje debe tener la profundidad adecuada para sacar el exceso de agua del terreno. En general, en los suelos arcillosos, los canales están espaciados más cerca uno del otro. Las orientaciones de los canales son: primario E-O, secundario N-S, terciario E-O, y cuaternario que depende del terreno.

FERTILIZACIÓN

Debe tenerse información sobre el análisis químico del suelo. Es importante tener presente que el cultivo de plátano tiene requerimientos nutricionales diferentes a los del banano. Se ha encontrado un buen comportamiento del plátano con dosis de nitrógeno de 100 kg/ha - 150 kg/ha, distribuidas en cuatro o más aplicaciones por año.

Es importante que haya suficiente fósforo en el suelo; sin embargo, las musáceas parecen ser muy eficientes absorbiéndolo aun en suelos con bajos niveles de este elemento, por lo que generalmente no se usan dosis mayores de 50 kg - 75 kg de fósforo por hectárea por año.

El potasio es requerido en gran cantidad por el plátano y, en suelos pobres, es necesario aplicar alrededor de 150 kg - 250 kg de potasio por hectárea al año.

COMBATE DE MALEZAS

Se puede chapear o aplicar herbicidas, con bombas de espalda. Algunos herbicidas que pueden usarse son: Gramoxone (Paraquat) a razón de 1.24 a 1.85 litros por hectárea. Gesapax se aplica en dosis de 1 a 2.5 litros por hectárea. El Dalapón y el Karmex, de 4.5 y 1.2 kg/ha, respectivamente. En plantaciones jóvenes se debe evitar el uso de Karmex y, en suelos pesados, limitarse a una aplicación por año. El Round-Up (glifosato) se usa según las recomendaciones de la casa comercial.

Las dosis indicadas se disuelven en 280 l de agua. Quince a ocho días previamente a la aplicación de los herbicidas, se debe chapear una vez..

COMBATE DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es una plaga muy importante en el plátano, y se deben tomar prevenciones para reducir los daños. Los cormos que se pelan para semilla no se deben dejar en el campo durante la noche, pues las hembras llegan y ponen sus huevecillos dentro del rizoma. La semilla debe revisarse y curarse bien antes de sembrar.

Si se observan áreas muy dañadas deben colocarse tres trampas por hectárea; se revisan tres días después y, si se encuentran al menos 10 picudos por trampa, debe aplicarse algún insecticida o un nematicida-insecticida al 10% i.a., como Temik, Furadan, Namacur, Mocap, a razón de 20 g por planta o unidad de producción.

Nematodos

Las raíces de plátano son atacadas por varios géneros de nematodos, siendo el más importante el *Radophulus similis* que se alimenta de células de las raíces y del rizoma, produciendo lesiones de color café rojizo.

Se debe prevenir el daño de nematodos, curando la semilla antes de sembrarla. Si las medidas preventivas fallan, se debe establecer un programa de muestreo y determinar la dinámica poblacional. Si los muestreos lo justifican debe aplicarse alrededor de 25 g por planta de nematicida al 10% granular, dos o tres ciclos por año.

Sigatoka negra

La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*) destruye el área foliar del plátano, causando pérdidas totales o parciales. La enfermedad aumenta con abundante lluvia y temperaturas altas.

Para su combate es necesario un buen manejo de la plantación. Se deben hacer ciclos de deshoje de 10 a 15 días, cortando las hojas dañadas en más de un 50 por ciento. El uso de bombas de mochila con motor es adecuado para plantaciones de aproximadamente 7 ha o menores; en el Cuadro 1 se muestran las dosis recomendadas. Los ciclos de riego se realizan aproximadamente cada 15 días y se pueden eliminar durante la época seca; sin embargo se deben realizar evaluaciones del desarrollo de la enfermedad para observar su avance de la enfermedad y determinar si los ciclos se deben alargar o acortar.

Cuadro 1. Costos según el producto aplicado para el combate de la Sigatoka negra (aspersión con bomba de espalda de motor).**

Producto	Cantidad por hectárea
Manzate-200 o Dithane M-45 + aceite agrícola	2.8 kg
Manzate-200 o Dithane M-45 + Calixin	2.8 kg 0.6 l
Calixin + aceite agrícola	0.6 l 5.0 l
Calixin + aceite agrícola + Manzate-200 ó Dithane M-45	0.5 l 5.0 l 2.5 kg
Calixin	0.6 l
Manzate-200 o Dithane M-45 + + Benlate	2.5 kg 0.15 - 0.4 kg
Gasolina + adyuvantes + mano de obra	2.0 l 150.0 cc 4.0 h

** Los productos se diluyen en 160-200 l de agua por hectárea.

Cuadro 2. Cultivo del plátano (Musa AAB) según el sistema hexagonal 2.6 m x 2.6 m (1720 plantas/ha).

Rubro	Primer año Unidades	Segundo año Unidades
Labores		
Limpieza terreno	7 jornales***	—
Trazado y estaquillado	4 jornales	—
Pelado y desinfección de semilla	6 jornales	—
Acarreo y distribución	2 jornales	—
Hoyada y siembra	25 jornales	—
Resiembra	5 jornales	4 jornales
Rodajea (tres ciclos)	9 jornales	6 jornales
Combate manual malezas	10 jornales	8 jornales
Aplicación herbicidas	4 jornales	4 jornales
Aplicación nematicida	3.5 jornales	3.5 jornales
Fertilización	7 jornales	7 jornales
Deshija	7 jornales	8 jornales
Deshoja	15 jornales	15 jornales
Drenajes	13 jornales	8 jorn.-mant.
Cosecha y acarreo	20 jornales	24 jornales
Materiales		
Estaquillas	1 720	
Semilla	1 892	
Desinfectante	2 kg + 2 l	
Curado de semilla (fungicida - nematicida)		
Fertilizantes		
12 - 24 - 12	200 kg	
15 - 3 - 31	300 kg	700 kg
Nutrán	100 kg	
Herbicidas		
Round-up	2 l	2 l
Gesapax	1.5 l	
Paraquat	4 l4 l	
Nematicida 10% g	90 kg	90 kg

*** Jornales de 8 horas.

Si se espera obtener buena producción y calidad del fruto, es necesario el combate de la Sigatoka negra, la cual requiere de 15 - 20 ciclos de aplicación al año. Ver Cuadro 1 o consultar al técnico.

Cuadro 3. Cultivo del plátano (Musa AAB) según el sistema tradicional 3 m x 3 m en cuadro.

Rubro	Primer año Unidades	Segundo año Unidades
Labores		
Limpieza del terreno	7 jornales****	_____
Trazado y estaquillado	3 jornales	_____
Pelado y desinfección de semilla	5 jornales	
Distribución de semilla	1.5 jornales	_____
Hoyado y siembra	18 jornales	_____
Resiembra	3 jornales	3 jornales
Rodajea (tres ciclos)	6 jornales	4 jornales
Combate manual de malezas	10 jornales	8 jornales
Aplicación de herbicidas	4 jornales	4 jornales
Aplicación de nematicida	2.5 jornales	2.5 jornales
Fertilización	6 jornales	6 jornales
Deshije	6 jornales	5 jornales
Deshoja	12 jornales	15 jornales
Drenajes	13 jornales	8 jorn.-mant.
Cosecha y acarreo	17 jornales	20 jornales
Materiales		
Estaquillas	1 111	_____
Semilla	1 222	_____
Desinfectante de semilla (fungicida + nematicida)	1.5 kg + 2.0 l	
Fertilizante		
12-24-12	200 kg	
15-3-31	300 kg	600 kg
Nutrán	100 kg	_____
Herbicidas		
Round-up	2 l	2 l
Paraquat	4 l	4 l
Gesapax	1.5 l	
Nematicida 10%	60 kg	10%
		60 kg

*** Jornales de 8 horas

ASOCIACION CACAO-PLATANO (Musa AAB)

El plátano es uno de los cultivos que se ofrecen como alternativas de producción para el agricultor del trópico húmedo bajo. Se presenta como alternativa no sólo en monocultivo, sino también en asocio y como sombra temporal del cacao.

Algunas de las ventajas del plátano en esta asociación son las siguientes:

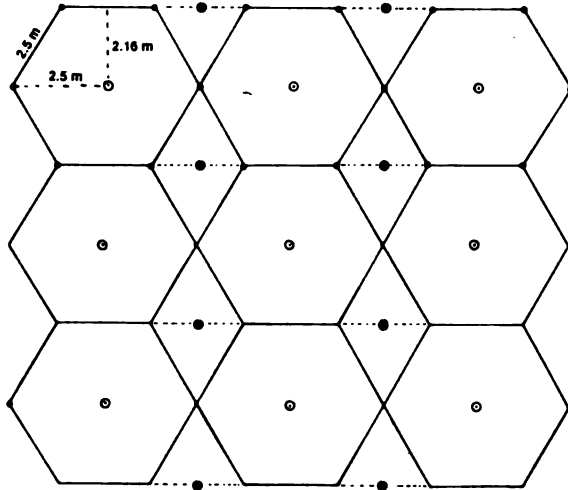
- Aumenta el ingreso económico del agricultor sobre todo en los primeros años.
- Se benefician e incrementan las poblaciones de *Forcipomyia* spp.
- Reduce los problemas de malezas.
- Aportan materia orgánica.
- Obtienen los beneficios de la sombra.

Desventajas

- Daños mecánicos.
- Competencia interespecífica.

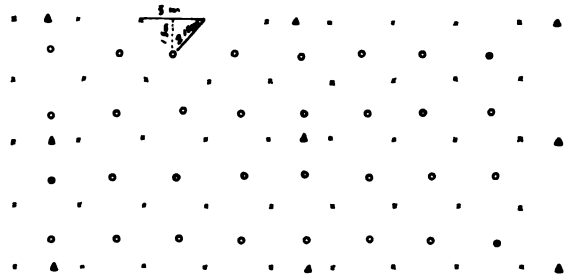
A continuación se presentan dos arreglos espaciales de la asociación cacao-plátano:

- Sistema tradicional, cacao a 3 m x 3 metros.
- Sistema hexagonal, cacao a 2.5 m x 2.5 m x 2.16 metros.
- Sistema doble surco, cacao a 2.9 m x 2.5 m x 5.5 metros.



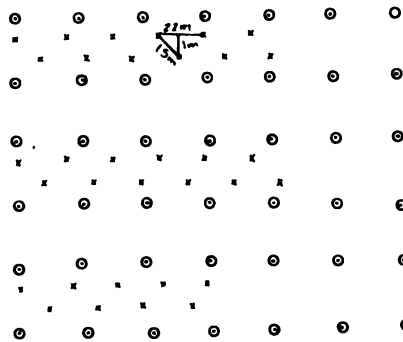
- = 1 391 pl/ha 2.5 x 2.5 m
- = 463 pl/ha 5 x 4.32 m
- ⊙ = 463 pl/ha 5 x 4.32 m

Fig. 1. Sistema hexagonal de siembra en cacao.



- Primer año { X = cacao 3 x 3 m (1 111 pl) Distancia entre x-0 = 2.12 m
- = plátano 3 x 3 m (1 111 pl)
- ▲ = sombra permanente 12 x 6 m (139 pl)
- Segundo año { cacao: 1 111 pl.
- Tercera cosecha { plátano: 833 pl.

Fig. 2. Sistema tradicional de siembra en cacao.



En cacao establecido:

- cacao 3 x 3 m (1 111 pl/ha)
- X= plátano 2.2 x 1.5 x 1 x 6 m (1 515 pl/ha)

En siembra nueva:

- cacao: 2.9 x 2.5 x 5.5 m (1 254 pl / ha)
- plátano: 2.2 x 1.5 x 1 x 5.5 m (1 653 pl/ha)

Fig. 3. Sistema tradicional en cacao más plátano en doble surco.

ALGUNOS CULTIVOS ANUALES ASOCIADOS CON CACAO EN NUEVO SISTEMA DE PRODUCCION

Aroldo Dubón*
Jesús Sánchez**

RESUMEN

El cacao por ser una planta típicamente umbrófila, por costumbre, se ha venido asociándola con especies anuales y perennes de importancia agroeconómica, energética o alimentaria. Sin embargo, en sistemas asociados con cacao como una actividad agrícola rentable, es preciso explorar nuevas tecnologías orientadas en principio a obtener el máximo provecho del recurso suelo, a través de su uso más racional y sostenible con cultivos alternados compatibles con cacao.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer aquellas experiencias obtenidas en el establecimiento y manejo de lotes experimentales sobre densidades y nuevos arreglos espaciales, desarrollados en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC) de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en la Masica, Atlántida, Honduras, la principal zona cacaotera en ese país.

Los resultados se presentan como estudios de casos para la rotación de maíz, yuca y frijol de costa para gandul, y una alternativa de asociación con pimienta negra. Todo ello bajo la modalidad de un sistema que demanda el empleo de material genético de buen potencial productivo, el uso de arreglos a doble surco, con calles amplias de laboreo, que permiten intercalar este tipo de plantas de producción rápida y muy importantes para la dieta básica y el bienestar económico de la población agrícola. Algunas de las principales ventajas comparativas que ofrece este sistema se refieren al mejor aprovechamiento en el uso de la tierra y la pronta generación de ingresos, que lo convierten en una alternativa para el pequeño y mediano productor que recién se inicia en el cultivo de cacao.

INTRODUCCION

Por costumbre, el cacao por su condición de planta umbrófila en algunas regiones tropicales de América y del mundo se le cultiva en combinación con ciertas especies anuales, bianuales y perennes con fines, principalmente, de protección como sombreadamiento, pero muy pocas veces persiste el interés de obtener ingresos adicionales, o, bien, de aprovisionamiento de algún alimento básico para el consumo familiar (Martínez y Enríquez 1984).

* Ing. Agr. Investigador Asociado, Programa de Cacao, FHIA, Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Honduras, C.A.

** M. Sc. Jefe Programa Cacao, FHIA, Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Honduras, C.A.

Esta tendencia que siempre ha existido de cohabitar las plantas de cacao con otras sombreadas y de utilidad económica o de subsistencia, cobra más importancia en los actuales momentos en que ese rubro como monocultivo, atraviesa un período crítico debido a desequilibrios de oferta y demanda en el mercado. Se reconoce que gran parte del éxito que se espera del cacao como cultivo rentable, está en tratarlo como un sistema asociado (Jiménez 1989). Sin embargo, hay poco conocimiento por parte de los productores y de los mismos técnicos en el manejo adecuado y consecuente de los sistemas de cultivos asociados al cacao. Un sistema apropiado de asocio persigue que el agricultor haga un mejor uso y aprovechamiento del suelo sin menoscabo de la producción del cultivo principal. En años recientes, la tecnología de manejo del cacao ha venido evolucionando, sobre todo, en algunos países del continente asiático, con resultados realmente sorprendentes. El éxito alcanzado por países como Malasia, Indonesia y Filipinas se debe, entre otros, a la adopción de prácticas de manejo orientadas a optimizar el aprovechamiento del potencial del suelo y del material genético (Sánchez 1989).

Es conveniente entonces explorar este tipo de alternativas que ofrezcan posibilidades de mejorar las condiciones actuales del productor de cacao, con sistemas de producción como éste, que, además de prometer una mayor productividad, permiten la incorporación de cultivos afines, que se constituyen en un "alivio económico", mientras el cacao empieza a ser una actividad competitiva.

Algunas de las especies usadas en combinación con cacao, durante los primeros años, son conocidas por algunos autores como "cash crops", llamadas así porque son fácilmente vendibles por su amplia demanda local, con cuyos ingresos se pueden cubrir ciertas necesidades y gastos que ocasiona el cultivo principal, las que a su vez cumplen ciertos requisitos agronómicos (Martínez y Enríquez 1984).

Especies de este tipo como maíz, algunas variedades de frijol, yuca y otras, contribuyen a la sostenibilidad de la producción y son evaluadas bajo un sistema nuevo en nuestro medio, pero con amplia difusión en los países arriba mencionados.

A la luz de los primeros resultados regionales, todo indica que es posible, bajo este nuevo concepto de producción, propiciar un uso más racional y sostenido de la tierra y una mejor distribución del ingreso para el agricultor cacaotero.

GENERALIDADES SOBRE LA IMPORTANCIA Y COMPATIBILIDAD DE CULTIVOS ANUALES ASOCIADOS AL CACAO

Asociación cacao con maíz (*Zea mays*)

El maíz es el grano de mayor importancia en la dieta alimenticia de la población hondureña y Centroamérica, en general. En Honduras el 93% de la producción de este grano es destinado al consumo humano. El consumo per cápita de maíz en promedio ha sido de 81.3% kg/año, sin embargo la producción en los últimos años no ha sido suficiente para abastecer la demanda interna del país (Hond. Secretaría de Recursos Naturales 1990).

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido; produce muy bien en condiciones y suelo similares a las requeridas por el cacao, aunque tiene un rango de adaptación mucho más amplio que éste. La pre-

paración del suelo depende, en general, del sistema de producción que tiene cada región; con cacao funciona bien el sistema de labranza mínima. El maíz durante la fase de trasplante del cacao puede servir como sombra auxiliar o emergente por su rápido crecimiento, pero también se puede hacer una cosecha durante el acondicionamiento del sombrío de *Gliricidia* o *Erythrina*, unos dos meses antes del trasplante del cacao.

Desde el punto de vista de fertilidad de los suelos, el maíz es muy competitivo, tanto éste como el cacao son exigentes en cantidades altas de nitrógeno y potasio especialmente; y los niveles de estos elementos en los suelos cacaoteros de Honduras van de medio a bajo, de modo que para no ver afectado el desarrollo del cacao, o del maíz, hay que mantener la disponibilidad de estos elementos en el suelo.

Asociación de cacao con yuca (*Manihot* sp.)

Muy poca importancia se ha dado en Honduras al cultivo de la yuca, a pesar de que es un producto de consumo generalizado en la población, especialmente entre los garífunas que habitan la costa norte, que es a la vez la zona de concentración y de mayor potencialidad para el cacao.

La yuca además de llenar algunas necesidades alimentarias de la población como sustituto de la tortilla y del plátano, como casabe* * y panes es una planta con gran potencial para convertirse en un rubro que sustituya las importaciones de algunos cereales de uso industrial harinero y de alimentos concentrados para animales. De la yuca se utilizan, principalmente, sus raíces ricas en carbohidratos, convirtiéndola en un sustituto ventajoso de los cereales, sobre todo porque es un producto mucho más barato y que puede producirse en suelos relativamente pobres en donde otros cultivos no prosperan (Radillo 1987).

El clima y los suelos para cacao resultan adecuados para el cultivo de la yuca, pues su desarrollo necesita un clima cálido y húmedo. Además la planta de yuca se emplea como sombrío transitorio de emergencia, mientras levanta el sombrío temporal o el permanente.

La yuca es también un cultivo competitivo; debe observarse especial cuidado en la forma como se asocie y en la densidad de población que se emplee (Martínez y Enríquez 1984). Colocada muy cerca de la planta de cacao, además de competir por nutrimentos y humedad, puede ocasionarle daños mecánicos en el sistema radicular en el momento del arranque.

En el caso particular del CEDEC en La Masica, la yuca por su rápido crecimiento ha dado muy buenos resultados como sombrío de emergencia durante el primer año.

Asociación cacao con frijol de costa (*Vigna* sp.)

El frijol *Vigna* o caupí comprende varias especies conocidas, principalmente, por su uso en la rotación de cultivos y como abono verde (Duke 1981).

** Casabe es un alimento tradicional de la comunidad garífuna, elaborado con harina de yuca, y que de generación en generación ha formado parte integral de su dieta alimenticia.

El caupí o "alazín", como se le conoce en algunas regiones de Honduras, es una planta promisoría que se adapta adecuadamente a las condiciones del trópico centroamericano. Se considera una planta rústica que puede crecer en condiciones de alta temperatura de más baja humedad y más adversa que el frijol común (Del Cid 1986; Mercado 1984).

Aunque su comercialización presenta problemas de aceptación, este frijol está adquiriendo cada vez mayor importancia como cultivo alimenticio en algunos países de América Central, tanto para consumo en fresco (habichuela) como en grano seco.

En la zona sur de Honduras se le conoce como sustituto del frijol común y, en condiciones propias de la zona: clima tropical seco, se obtienen rendimientos de 650 kg/ha - 800 kg por hectárea. En condiciones de La Masica: clima tropical húmedo, intercalado con cacao, ha dado muy buenos resultados, contribuyendo además a bajar los costos por limpieza al servir durante tres meses como cobertura viva.

Algunas de las ventajas más sobresalientes al asociarlo con cacao son:

- Puede utilizarse como cultivo de rotación con el maíz o yuca.
- Mejora el suelo e incorpora materia orgánica y nitrógeno.
- Reduce la incidencia de malezas, y previene la erosión en terrenos de ladera.
- Es una importante alternativa alimentaria en reemplazo del frijol común, que no se produce en las áreas cacaoteras típicas.

Asociación cacao con gandul (*Cajanus cajan*)

El gandul es un cultivo alimenticio que ocupa el quinto lugar entre los granos comestibles en el mundo. Las semillas secas son un importante alimento proteico en muchas áreas tropicales. Es una especie leguminosa de tipo arbustivo de rápido crecimiento que inicia su producción a los seis meses después de la siembra, y, en condiciones del trópico, vive unos dos años. Su producción en promedio de grano seco es de 1.5 t/ha y aunque pocas veces se ha considerado una especie para leña, se estima que proporciona de cinco a seis kilos de excelente leña por planta al año; constituyéndose en un importante subproducto para cubrir las necesidades diarias de la familia rural. También se usa como forraje; las hojas y residuos son enriquecedores del suelo y, además, una de las mejores leguminosas fijadoras de nitrógeno del aire.

La planta se adapta a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas, que normalmente no son adecuados para el cultivo; resiste mucho la sequía, pero no tolera los excesos de agua (Dubón 1987; Duke 1981). En suelos donde no se presentan limitaciones de drenaje resulta ser una excelente sombra transitoria para el cacao.

Sus ventajas en asocio con cacao son:

- Por su rápido crecimiento sirve de cobertura al suelo y da protección al cacao.
- Por su adición continua de hojas y residuos, es un importante aporte de materia orgánica y de nitrógeno por el alto poder nitrificante de sus raíces.

Sus desventajas son :

- Sensible a las condiciones de mal drenaje, problema común en los suelos cacaoteros.
- Sensible a la podredumbre de la raíz, causada por *Rosellinia* sp., como el cacao, lo mismo que al Mal rosado (*Corticium salmonicolor*).
- Muy susceptible a daños por viento, motivo por el cual no conviene mantenerlo por más de un año en asocio.

Asociación cacao con pimienta negra (*Piper nigrum*)

La pimienta negra es una especie trepadora utilizada para dar sabor y sazonar o condimentar los alimentos. Hoy en día la comercialización de esta especie asciende a 200 000 t/año y todavía no se logra abastecer al mercado (Morera 1990).

En Centroamérica se introdujo este rubro hace unos cuarenta años como colección exótica en el jardín Botánico de Lancetilla en Honduras, sin embargo hasta 1989 sólo existían unos pocos huertos familiares. De Honduras se llevó a Costa Rica donde se han desarrollado plantaciones comerciales (Tabora 1990).

La pimienta negra se puede cultivar como un complemento de cultivos de café y cacao, sobretodo en las zonas bajo los 500 metros sobre el nivel del mar. Las mejores condiciones de producción se dan en tierras con pendientes moderadas, bien drenadas y ricas en materia orgánica; se requiere un período de lluvia de 8 - 10 meses al año (Hunter 1990; Morera 1990; Tabora 1990).

Las ventajas que ofrece este tipo de asociación son:

- Buena adaptación al mismo ecosistema del cacao.
- Posibilidad de usar como árboles de sombra, especialmente las *Gliricidia* y *Erythrina*, como soportes vivos para la pimienta.
- Buena tolerancia a un 20% de sombra, sin disminuir sensiblemente los rendimientos.
- Más conservación de la humedad, por la sombra, en períodos de sequía.
- Al igual que el cacao, el grano de pimienta no es perecedero, siendo una buena alternativa en áreas de difícil acceso, donde no se dispone de infraestructura para otros productos que se comercializan en fresco.

- No afecta la densidad del cacao si se utiliza el arreglo recomendado.
- Permite emplear mucha mano de obra familiar no calificada en la cosecha y en otros trabajos livianos en ambos cultivos.

Los inconvenientes que pueden presentarse en este sistema asociado son:

- Es sensible a la marchitez (*Phytophthora palmivora*), enfermedad cosmopolita del cacao.
- Requiere un buen programa de poda de los tutores de acuerdo a las especies usadas.
- Posible disminución en los rendimientos, entre un 40% ó 50% por descuidos en la sombra (excesos).
- Incremento en los costos de establecimiento y manejo.

ESTUDIO DE CASOS

Metodología

El presente trabajo se sustenta en información obtenida cronológicamente de los ensayos: altas densidades y asociación cacao-pimienta negra durante los primeros dos años después del trasplante, y un lote semicomercial de un año de establecido, todos con arreglos espaciales a doble surco y calles amplias de laboreo.

Resultados

Estudio de caso 1: Sistema de rotación maíz, yuca, frijol de costa.

Pasos más importantes:

1. Trazado y siembra de postes de *Gliricidia* o *Erythrina* a 6.0 m x 6.0 m en cuadro.
2. Siembra de maíz a 1.0 m x 0.80 metros.
3. Laboreo cultural del maíz hasta su cosecha cinco meses después.
4. Luego de la limpia del rastrojo, se traza y ahoya para el cacao a 2.25 m x 2.25 m x 2.0 m en triángulo, sobre cada hilera de sombra, dejando calles de 4 m para laboreo.
5. Siembra de yuca a 1.0 m x 1.0 m en calles de laboreo.
6. A los dos a dos y medio meses después de sembrada la yuca, se trasplanta el cacao.
7. Manejo agronómico integrado para ambos cultivos.
8. Cosecha de yuca a partir del undécimo mes.

9. Realce y regulación de sombra permanente, y a partir de los veinte meses, cada diez meses.

10. Siembra de frijol de costa (*Vigna sp.*) en calles.

En el Cuadro 1 se da una proyección de los rendimientos con base en las producciones obtenidas en el lote objeto de estudio, y en el Cuadro 2 se observa la cronología de las labores seguidas en el sistema.

Cuadro 1. Proyección de costos - rendimientos por hectáreas.

Cultivo asociado	Area efectiva	Población total	Rendimiento (kg/ha)	Precio local (US\$/kg)	Valor total (US\$)	Costo adicional (US\$)
Maíz	10 000 m ²	12 500	3 900	0.21	819	171
Yuca	6 400 m ²	4 800	13 090	0.12	1 570	172
Frijol de costa	6 400 m ²	51 200	682	0.33	225	115
Total					2 614	458

Cuadro 2. Sistema de rotación maíz, yuca y frijol de costa. Cronograma de labores del sistema asociado (CEDEC, La Masica, Honduras).

Meses (1er año)												
Labores - Inicio	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Preparación del terreno	—											
Trazo y siembra de <i>Gliricidia</i>	—											
Siembra de maíz	—											
Aporque y fertilización del maíz		—										
Combate de cogollero			—									
Dobla de maíz				—								
Tapizca, recolección y desgrane					—							
Limpia del rastrojo						—						
Siembra de yuca							—					
Limpias								—		—		
Trasplante injertos de cacao									—			—

2do. año												3er. año.										
Labores - Manejo	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	
Limpia			—		—			—		—				—		—			—		—	
Cosecha de yuca				—	—																	
Regulación de sombra																						
Poda del cacao								—														
Siembra del frijol													—									
Azadoneo del frijol														—								
Cosecha del frijol															—							

Estudio de caso 2: Asociación cacao con gandul.

Pasos más importantes:

1. Trazado y siembra de postes de *Erythrina* (o mezcla *Erythrina* - *Gliricidia*) a 6.0 m x 6.0 metros.
2. Trazado y ahoyado para cacao a 2.25 m x 2.25 m x 2.0 m (doble hilera cada cuatro metros).
3. Siembra de gandul a 1.0 m x 1.50 m, en calles de laboreo.
4. Labores de limpieza cuando sea necesario.
5. A los cinco meses de edad del gandul se trasplanta el cacao.
6. Manejo integrado en ambos cultivos.
7. Cosecha de gandul a partir de los seis meses.
8. A partir de los 14 a 15 meses se elimina gradualmente el gandul.
9. Rotación de cultivos en calles de laboreo (frijol, maíz o yuca).

En el Cuadro 3 se presenta la cronología de labores del sistema cacao-gandul.

Cuadro 3. Cronología de labores del sistema cacao-gandul.

Labores	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.
Trazo y siembra sombra permanente	—														
Siembra del gandul sombra provisional	—														
Trazo y ahoyado / cacao					—										
Trasplante del cacao						—									
Cosecha del gandul*							—	—							
Realce sombra permanente														—	
Eliminación gradual del gandul															—

* Rendimiento: 727 kg / ha. (Área efectiva de 6 400 m²)

Estudio de caso 3: Alternativa de asociación cacao con plimlenta.

Secuencia en el establecimiento y manejo durante los primeros dos años.

Pasos más importantes:

1. Después de la limpieza del terreno se traza y se siembran postes de *Gliricidia* a 6.0 m x 3.0 metros.
2. Se traza y se ahoya para cacao a 2.5 m x 2.5 m x 3.0 m cada 4 m, dejando la *Gliricidia* en el centro de la calle.

3. Se traza y se siembra plátano como sombra provisional a 3.0 m x 3.0 m en triángulo y a 30 cm fuera de las hileras para cacao.
4. Se intercala una hilera de maíz en las líneas de *Gliricidia* y dos entre los surcos de plátano a una distancia de 86 cm en cuadro.
5. Se cosecha el maíz cinco meses después de sembrado.
6. Se trasplanta el cacao y la pimienta simultáneamente, ocho meses después de preparado el terreno.
7. Se cosecha el plátano entre los 10 y 12 meses, eliminándose posteriormente en forma gradual.
8. Se efectúan raleos o aclareos progresivos de *Gliricidia* a los 15, 22 y 32 meses.
9. Se inicia la cosecha de pimienta a partir de los 24 meses.
10. Se inicia la cosecha de cacao a partir de los 30 meses del trasplante.
11. Durante todo este proceso se realizan ciclos de limpieza, combinando control manual y químico según necesidad; se fertiliza cada seis meses para cacao y cada cuatro meses para pimienta, con ciclos de aspersiones integradas para este último, en forma bimensual en verano y mensual en invierno.

En el Cuadro 4 se presenta una proyección estimada de los rendimientos e ingresos de pimienta seca (asociada) y en el Cuadro 5 se da una relación de costos de los cultivos asociados.

Cuadro 4. Proyección de los rendimientos e ingresos en el rubro de pimienta seca (ha/a).

Rendimiento			Poblaciones	Producción			Ingresos vs / ha / año		
kg / planta / año			(ha)	kg / ha / año			2-3	3-4	4-5
1	2	3	Pimienta	2-3	3-4	4-5	2-3	3-4	4-5
0.2	0.4	0.8	566	113	226	452	422	845	1 690
			680	136	272	544	508	1 017	2 034

Cuadro 5. Costos actuales de producción en cacao y pimienta negra (US\$/ha).

Especie	Establecimiento	Incremento (%)	Manejo*	Incremento (%)
Cacao	489		475	
Pimienta	561		315	
Total sistema	1 050	115	790	66

* Manejo para los primeros dos años del sistema.

Las labores de adecuación, trasplante y manejo del sistema durante los primeros dos años, se indican en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Cronología de labores para el establecimiento de la asociación cacao-pimienta negra (Finca San Francisco, Atlántida, Honduras, 1991).

Labores de adecuación y trasplante	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
Limpieza del terreno	—									
Traza y siembra de <i>Gliricidia</i>	—									
Traza y ahoyado para cacao	—									
Traza y siembra sombra prov.		—								
Siembra intercalada del maíz		—								
Cosecha del maíz							—			
Trasplante del cacao									—	
Trasplante de la pimienta										—

CONCLUSIONES GENERALES

Las experiencias obtenidas en la FHIA, luego de adoptar estos promisorios sistemas de asocio en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, fundamentan las siguientes conclusiones:

- La asociación del cacao con especies anuales, como maíz, yuca, gandul, caupí, y perennes, como la pimienta negra, es una buena alternativa para los pequeños y medianos productores de la región que se inician en la siembra de cacao.
- El cultivo de especies anuales en los primeros años de vida del cacao y la asociación permanente con pimienta negra son una fuente importante de empleo familiar, ya que absorben más mano de obra no calificada que es un recurso abundante actualmente en la región.
- Aunque varias prácticas agronómicas son comunes a ambos cultivos y benefician tanto al cacao como a la pimienta, hay independencia de otras prácticas de manejo inherentes a cada cultivo, como la poda y la cosecha, lo que permite un uso más eficiente a través del tiempo de la mano de obra y de la infraestructura y equipo disponible.
- Los arreglos espaciales no tradicionales caracterizados por surcos dobles o sencillos pero con calles amplias, favorecen la eficiencia de los sistemas asociados cacao-cultivos anuales o cacao-cultivo perennes y aun la combinación de éstos.

BIBLIOGRAFIA

- ARBELAEZ, J.D. 1986. El sistema de "fajas" o "hileras" como modelo de tecnología apropiada para la asociación con café. El Cacaotero Colombiano (Col.).

- BUDOWSKI, G. 1982. Agroforestería: Asociaciones de cacao y sombra. Turrialba, C.R., CATIE. (Anotaciones del Curso sobre Producción de Cacao).
- DEL CID, J.L.M. 1986. El Frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp.: Una alternativa para las áreas secas de Honduras. La Ceiba, Atlántida, Hond., UNAH, CURLA. Informe de Servicio Social.
- DUBON, T.A. 1987. Evaluación agronómica y capacidad de rebrote de ocho cultivares de gandul (*Cajanus cajan*) para forraje. Tesis. La Ceiba, Atlántida, Hond., UNAH, CURLA.
- DUKE, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Beltsville, Maryland, USDA.
- HOND. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1990. El cultivo del maíz: Una guía técnica para extensionistas. Boletín Técnico.
- HUNTER, CH. 1990. El manejo y desarrollo de un sistema de producción, beneficiado y comercialización. In Seminario sobre Pimienta Negra. Anotaciones. FHIA.
- JIMENEZ, SAA, H. 1989. Inventario tecnológico del cultivo del cacao: Consultoría. San José, C.R., IICA-PROCACAO.
- MARTINEZ, A; ENRIQUEZ, G. 1984. La sombra para el cacao. CATIE. Boletín Técnico no. 5.
- MERCADO, S.B. 1984. Evaluación de dieciséis variedades de frijol de costa (*Vigna unguiculata*): Informe de servicio social. La Ceiba, Atlántida, Hond., UNAH, CURLA.
- MORERA, J. *et al.* 1990. Manual de recomendaciones sobre cultivos promisorios: Zapote, pimienta, macadamia y vainilla. Turrialba, C.R., CATIE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales.
- RADILLO, N.R. 1987. La yuca: Una alternativa para diversificar nuestra producción. La Prensa, Suplemento Agropecuario El Campo, San Pedro Sula (Hond.).
- RODRIGUEZ, M.G. *et al.* s.f. Solución al pequeño y mediano cacaotero: La cacaohorticultura. FEDECACAO, Col. (Asesoría Técnica).
- ROSAS, J.C.; PILZ, G.E. 1985. Seminario centroamericano sobre fijación biológica del nitrógeno. Revista Ceiba (Hond.) 27(1).
- SANCHEZ, J.A. 1989. La experiencia de Malasia, Indonesia y Filipinas en la promoción del cambio tecnológico de la actividad cacaotera. I. IICA. Boletín PROCACAO 1(3).
- _____. 1991. Integración de prácticas de cultivo en la búsqueda de altos rendimientos de cacao. In Seminario Regional La Rehabilitación de Cacao para Altos Rendimientos en Centroamérica. IICA, Coronado, C.R.
- TABORA, P.C. 1990. La pimienta negra en Honduras: Una guía. La Lima, Cortés, FHIA, Programa de Diversificación.

ASOCIACION DE CACAO CON PALMACEAS

Alfredo Paredes P.*

RESUMEN

Este artículo pretende enfocar la importancia económica que tienen las palmáceas en los países tropicales de América, África y Asia. Se agrega una descripción botánica y los requerimientos ecológicos mínimos para el ciclo productivo del coco (*Cocos nucifera*). Se presentan los resultados de once años de investigación sobre el cultivo asociado de cacao y palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en Malasia. Adicionalmente, se discuten los resultados del asocio del coco con cacao. Se muestran algunos estudios en Brasil donde se está experimentando el asocio de cacao con pejibaye (*Bactris gasipaes*). En la Zona Atlántica de Costa Rica, en una finca particular, el coco está asociado al cacao; entonces aquí se ofrecen costos e ingresos de esta asociación. En forma global se puede indicar que las palmáceas desempeñarán un papel económico de gran relevancia para la cacaocultura de la región en los próximos años.

INTRODUCCION

Las palmáceas y el cacao son plantas tropicales que crecen con éxito en asocio, en todas las zonas dedicadas al cultivo del cacao. En diferentes países, tales como Bangladesh, Camerún, Costa de Marfil, Filipinas, Ghana, Indonesia, Nigeria, Papúa Nueva Guinea y Tailandia, el cacao y el coco se siembran frecuentemente en asociación. Malasia estableció sus cultivos de coco en la cuarta década de este siglo y en 1960 introdujo el cacao en los callejones de coco, llegando a tener 200 000 ha en 1982 bajo este sistema.

El sistema cacao-coco en Malasia cubre una superficie de 100 000 fincas familiares que viven del asocio de estas plantas. Las dos cosechas, cacao-coco, constituyen una inseparable y compatible combinación (Datuk Musa 1984). En Malasia el coco se encuentra hace muchos años asociado con otras especies de ciclo corto como maíz, chile, coliflor, tomate y lechuga, y con algunas perennes, como banano, piña, café y pastos. Para establecer una plantación rentable de coco y cacao se necesita un mínimo de 2.5 ha (Martínez y Enríquez 1981).

* CATIE, Programa Mejoramiento Cultivos Tropicales, Turrialba, Costa Rica.

Según la experiencia de los países antes citados, parece prometedor asociar cacao con coco, siempre que las condiciones ambientales sean propicias para su crecimiento y que el manejo de los dos cultivos sea correcto. Estos cultivos intercalados proveen un mayor ingreso de dinero. Las perspectivas de mercado, tanto locales como internacionales, parecen rentables, lo cual favorecerá un desarrollo sostenido a largo plazo.

REVISION DE LITERATURA

El conocimiento de la botánica y de la fisiología de la palma de coco es importante para la implementación de programas de expansión y asocio con cacao. Las relaciones entre planta y medio ambiente determinarán el adecuado desarrollo y la expresión final de las plantas en producción. También permitirá realizar las labores de manejo adecuadas y dirigidas para conseguir, en lo posible, alta eficiencia y economía.

A continuación se revisarán brevemente estas particularidades botánicas y fisiológicas.

Sistemática

El coco pertenece a un género monotípico —una sola especie— de la subfamilia de las cocoideas, en la cual se incluyen géneros americanos y africanos. Por algún tiempo se atribuyeron al género *Cocos* varias especies americanas que, ahora, se colocan en los géneros *Syagrus* y *Arykurgroba*; estudios anatómicos y sistemáticos han probado que el coco no tiene parientes afines en América (León 1968).

A continuación se presenta un listado de palmeras que, comúnmente, se relacionan con el coco y que, en cierto grado, pueden usarse en la investigación por ser algunas huéspedes de plagas del coco y por su gran cercanía en parentesco (Salcedo *et al.* 1986):

Areca	<i>Areca catechu</i>
Datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>
Nibong	<i>Oncosperma tigillaria</i>
Palma de aceite	<i>Elaeis guineensis</i>
Palmera real	<i>Roystonea regia</i>

En la gran mayoría de estas palmeras la sistemática es similar a la palma de coco; sin embargo, la descripción a continuación se ciñe estrictamente al coco.

Morfología

El coco es una palmera típica que alcanza de 10 m a 15 m de altura de tronco sin ramificar y entrenudos cortos. El estípite termina en un penacho de hojas grandes muy divididas; la base del tronco es cónica muy desarrollada y, de ella, parten numerosas raíces fibrosas.

El coco tiene una fase juvenil durante la cual desarrolla raíces y hojas y el tronco no se alarga; la base del tronco adquiere entonces una forma cónica amplia y por lo común inclinada; la etapa juvenil

dura de tres a cuatro años y permite el desarrollo de un follaje vigoroso; una vez concluido este período, se inicia el alargamiento del tallo y la producción de nuevas hojas continúa; la vida activa del coco dura de 40 a 100 años (León 1968).

Sistema radical

El sistema radical del coco corresponde al de las monocotiledóneas, es decir, no presenta una raíz típica, sino que está formado exclusivamente por raíces adventicias que se producen constantemente en la parte basal del tallo, desde una altura de 60 centímetros. A excepción del coco Rey de Ceylán; este tipo de raíces se desarrolla mejor en suelos arenosos con buen drenaje (Child 1964).

Las raíces adventicias se forman durante el período juvenil y continúan apareciendo durante la madurez. El número total de raíces varía de 4000 a 8000 de acuerdo al suelo y se ramifican en secundarias y terciarias; las primeras crecen verticalmente unos 6 m según el nivel del manto freático y horizontalmente hasta 20 metros. Las raíces que crecen horizontalmente tienen mayor cantidad de raíces finas y absorbentes, ya que las primarias sirven en un estado avanzado sólo como órgano de reserva.

Tallo

El estípite o tallo empieza a aparecer como tal hasta los cinco años después de germinar; se inicia por una elongación continua conforme aparece cada hoja. El tallo no posee crecimiento secundario por carecer de cámbium, y su vigor está dado por las condiciones del medio ambiente, de allí que habrá variaciones desde la base hasta el ápice (Child 1964).

El engrosamiento del tallo se produce durante los primeros años, y su único punto de crecimiento es la yema apical. Posee una gran cantidad de tejidos fibrosos que se compactan conforme avanza de la periferia al centro (Menon y Pandalaí 1958).

Hoja

La planta adulta de coco tiene una corona de hojas formada de 30 a 40 abiertas y un número doble que aún no se ha desarrollado. De las hojas abiertas 10 ó 15 son inactivas fotosintéticamente y en sus axilas han madurado ya los frutos; otras 10 ó 15 tienen racimos en maduración y 10 ó 12 llevan inflorescencia por abrir; las hojas sin desarrollar forman el "palmito" o "cogollo": masa blanca y compacta protectora de la zona de crecimiento (Child 1964).

Fruto

El fruto se desarrolla de las flores femeninas basales de la inflorescencia. En su parte basal lleva tres poros germinativos como reminiscencia de dos de los tres carpelos originales que se han atrofiado (León 1968). Dentro del fruto, que botánicamente es una drupa y comúnmente es llamada "nuez", se localiza la semilla cuyo endospermo llamado "copra", es la parte comercialmente importante (61% de

aceite). La semilla después de pasar por una fase líquida con células que se multiplican aceleradamente, ocasiona una aglomeración pastosa y en un principio gelatinosa, y se solidifican por las membranas celulósicas que salen del tegumento seminal (Menon y Pandalaí 1958).

REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

Precipitación

Se considera que con un total anual de 1500 mm, repartidos en volúmenes superiores a los 130 mm mensuales, son suficientes. Es importante que no haya más de tres meses continuos de sequía, ni más de cinco días de permanente inundación tan frecuente en suelos aluviales.

Temperatura

Este elemento del clima limita el cultivo del coco en latitud y altitud; una temperatura media de 27°C se considera óptima sin que se presenten temperaturas frecuentes bajo los 21°C, pues habrá sólo desarrollo vegetativo, ni superiores a los 36°C que pueden provocar desecación de los órganos reproductivos.

Luminosidad

El coco es una planta que requiere mucha luz. Ziller, citado por Fremond *et al.* 1975, ha demostrado que la respuesta a la fertilización potásica está íntimamente ligada a este factor; observándose, a su vez, que un total de 2000 horas/sol/año es suficiente si se distribuyen en, por lo menos, 120 horas mensuales.

Humedad ambiental

La humedad ambiental es de suma importancia para el buen desarrollo ya que un ambiente seco propicia la caída de frutos.

Suelos

Aunque el coco responde satisfactoriamente a los suelos fértiles, lo cierto es que se cultiva casi exclusivamente en suelos arenosos; los que al menos no presentan problemas de capas duras ni falta de aereación por el que es tan exigente esta palma.

RESULTADOS DE INVESTIGACION

Yusoff, Leong y Lamín (1978)

Estos autores proporcionan los resultados de un experimento de cultivo asociado entre cacao y palma de aceite. Al finalizar once años, el tratamiento de una sola hilera de palma con tres hileras de cacao sobresale como el más prometedor de este cultivo asociado. Este tratamiento produjo un 88% del monocultivo de palma y el 55% del monocultivo de cacao. El análisis de costo-beneficio indicó que este tratamiento indujo un ingreso seguro en las fluctuaciones de precios tanto de la palma de aceite como del cacao.

El experimento compara tres sistemas de cacao/palma de aceite en cultivo asociado con monocultivos de cacao y palma de aceite:

- Tratamiento 1: monocultivo palma de aceite a 9 m x 9 m en triángulo, con 143 palmas por hectárea. Los primeros tres años no fueron significativos; pero en los siguientes años la tendencia al rendimiento fue evidente en este monocultivo.
- Tratamiento 2: hileras dobles de 7 m en triángulo y situadas cada 25 metros. Se observó una fuerte competencia entre palmas debido a la distancia de siembra, con una clara tendencia a declinar el rendimiento. A los ocho años de cosecha, el rendimiento fue solamente del 50% comparado con el monocultivo. Acumulando los rendimientos en el período del experimento se llegó al 67% comparado con el monocultivo.
- Tratamiento 3: una hilera de palma, alterna con una hilera de cacao con 114 palmas por hectárea. La producción fluctuó entre el 82% y el 145% del rendimiento del monocultivo.
- Tratamiento 4: una hilera de palma y tres hileras de cacao. La producción estuvo entre el 77% y el 104% del rendimiento del monocultivo. La baja producción se atribuye al bajo número de palmas (110 palmas /ha) en este tratamiento.

El rendimiento en las palmas de aceite fue reducido en 1983 en todos los tratamientos, como resultado de las severas inundaciones ocurridas en los primeros cuatro meses de ese año.

- Tratamiento 5: monocultivo de cacao. Los rendimientos fueron significativamente diferentes desde el segundo año de cosecha.

Un simple análisis de costo-beneficio (Cuadro 1), comparando el beneficio del cultivo intercalado en los tratamientos con los tres niveles de precios, indica que el tratamiento 4 generó un alto retorno en todos los niveles de precios del cacao y de la palma de aceite. Generalmente, todos los tratamientos de cultivo intercalado ofrecieron un alto retorno en comparación con los monocultivos.

En resumen se puede indicar que una plantación cerrada con líneas gemelas de palmas sembradas a 7 m en triángulo (tratamiento 2) resultó en una severa competencia entre plantas, y causó un decrecimiento en la producción de las palmas. Sin embargo, cuando se plantaron en hileras simples (tratamientos 3 y 4), se obtuvo un importante incremento en la producción.

Cuadro 1. Costo e ingresos de cacao y palma de aceite en 11 años de experimento en Malasia.

Tratamiento	Arboles/ha		PROMEDIO ANUAL RENDIMIENTO		COSTO (\$/ha)			INGRESO			
	Cacao	Palma	Cacao	Palma	Cacao	Palma	Total (US\$)	Nivel de precio	Cacao	Palma	Ingreso neto (US\$)
			seco (kg/ha)	aceitera (t/ha)							
1	-	143	-	18.11	-	1 694	1 694	BAJO	-	2 173	479
								MEDIO	-	2 898	1 204
								ALTO	-	3 622	1 928
2	667	114	596	12.09	1 424	1 267	2 700	BAJO	1 788	1 451	539
								MEDIO	2 384	1 934	1 618
								ALTO	3 576	2 418	3 294
3	400	143	299	18.79	790	1 716	2 506	BAJO	897	2 255	646
								MEDIO	1 196	3 006	1 696
								ALTO	1 794	3 758	3 046
4	761	110	524	15.97	1 453	1 369	2 822	BAJO	1 572	1 916	666
								MEDIO	2 096	2 555	1 829
								ALTO	3 144	3 194	3 516
5	1 111	-	958	-	2 333	-	2 333	BAJO	2 874	-	541
								MEDIO	3 832	-	1 499
								ALTO	5 748	-	3 415

Para el cacao, solamente el tratamiento 2 mantuvo consistentemente buenos rendimientos. Este resultado, probablemente, fue el mejor debido a la buena penetración de luz a causa de la extensa franja de luz entre las hileras de palmas (Cuadro 1).

Pdenamany *et al.* (1978).

Estos autores demostraron que el cacao parecía el cultivo asociado permanente más adecuado bajo la sombra del coco, cuando las condiciones de suelo son idóneas y la dimensión de las explotaciones las hace apropiadas desde el punto de vista económico. Es evidente que el cultivo del cacao no tiene efectos nocivos en el crecimiento y en el rendimiento de los cocos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de la investigación sobre el asocio del cacao en Malasia.

Cultivo	Edad (meses)	Rendimiento (kg/ha/año)
Coco	72 - 84	850 - 900
Cacao	30 - 36	440 - 670

Nair *et al.* (1975)

Estos autores realizaron un experimento de campo en el que se asoció cacao con coco; este último sirvió de sombra al cacao que fue plantado según los siguientes sistemas:

- Hilera simple de cacao entre hileras de coco.
- Dos hileras de cacao entre hileras de coco.
- Parcelas de coco en el testigo.

La producción de cacao en 1973 (número de mazorcas/planta) fue idéntica en todos los métodos de siembra utilizados. En 1974 ella fue significativamente más alta en la hilera simple de cacao. El incremento en promedio en la producción de cocos bajo el "testigo", "hilera simple" e "hilera doble" fue de 64.3%, 68.1% y 115.9 por ciento. Se evidencia así este efecto benéfico en las dos cosechas (sinergismo).

Martínez *et al.* (1981)

Estos autores indican que en 2.5 ha se puede establecer una plantación rentable de cacao-coco. Los ensayos realizados en India han aprovechado esta asociación de coco-cacao para introducir dentro de la plantación otras especies y, así, aprovechar mejor el terreno. Al asociar coco, cacao, pimienta negra y piña, en 1977, se obtuvieron varios resultados (Cuadro 3).

Cuadro 3. India: Asocio de coco con cacao, pimienta negra y piña (1974)

Especie	Plantas/ha	Rendimiento (kg/año)
Coco	175	21 000
Cacao	600	400
Piña	3 500	5 000
Pimienta	175	100

Investigaciones preliminares sobre los microorganismos de la rizósfera indican que la mezcla de estos cultivos favorecen la alta incidencia de los mismos tanto en el coco como en el cacao. La mayor incidencia ocurre cuando el cacao se cultiva en doble hilera entre el coco. Los fijadores de nitrógeno, *Reijerinckia* sp., solubilizadores de fosfato, *Pseudomonas* sp. y *Aspergillus* sp. y sintetizadores de ácido indolacético, *Escherichia* sp., *Aspergillus flavus* y *A. fumigatus*. En la rizósfera del cultivo mixto se han visto también algunas asociaciones entre varios hongos y hospederos de las raíces superficiales, similares a las asociaciones de micorrizas.

Caso del Brasil

En este país se está experimentando con otra palmácea, el pejibaye, "chontaduro", "pupunha" o "palma pérsica" (*Bactris gasipaes*), que es un árbol de usos múltiples en América Central y del Sur. Muestra características prometedoras de arquitectura, ecología y economía para ser cultivada en combinación con el cacao. A la edad de tres años en Bahía, la altura media era de 9 m cuando algunas de las plantas ya empezaron a dar frutos.

En una prueba de espaciamento con cacao en Manaus, en un oxisol arcilloso, se sembraron pejibayes a 6 m x 6 m, 8 m x 8 m, 6 m x 12 m y 12 m x 12 m en 1980. El cacao se plantó 22 meses más tarde a 2 m x 2 m con sombra adicional de higuera (*Ricinus communis*). Las mayores producciones ocurrieron en 1985 tanto para el pejibaye como para el cacao cuando las palmas estaban espaciadas a 6 m x 6 m, obteniéndose un rendimiento anual de 8924 kg de racimos por hectárea.

El sistema de raíces del pejibaye en los experimentos está concentrado en los 15 cm superiores del perfil del suelo y está distribuido sobre la superficie de un círculo con 10 m de diámetro (Silva *et al.* 1987).

Casos de Costa Rica

En Buenos Aires de Pérez Zeledón, Rodolfo Robert inició hace tres años el cultivo intercalado pejibaye-cacao. Dos años después descartó el cacao y lo reemplazó con café. Hoy se puede observar un estrato de 0.30 m - 0.45 m de suelo nuevo como contribución del sistema radical del pejibaye.

Roturando el suelo de los callejones de pejibaye se aprecia un suelo negro esponjoso. En cada callejón de 5 m de ancho se sitúan dos hileras de café de 1.5 m x 1.00 metros. Tanto el pejibaye como el café se observan saludables; a ello se une un manejo de control de malezas y sistemas de podas. Esta es un área experimental que invita a la reflexión para el manejo tradicional y, ahora, en un sistema de cultivo asociado.

En la finca Búfalo situada en la costa atlántica existe una plantación de 68 ha de cacao con sombra de coco híbrido para copra. El cacao está sembrado a 3 m x 3 m y el coco a 9 m x 9 metros. El cacao fue sembrado en 1983 y el coco en 1986 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costa Rica: Costo e Ingresos del sistema coco-cacao en la finca Búfalo (1991).

Cultivo	Costo producción (US\$)	Rendimiento (kg)	Costo cosecha (US\$)	Costo total (US\$)	Ingresos (US\$)	Utilidad (US\$)
CACAO	431.70	800	190.90	622.60	636.35	13.78
COCO	-	6 700	101.50	101.50	253.80	152.30
Sistema	431.70		38 600	95 581	117 500	21 819

* Comunicación personal, Ing. Quirós, Costa Rican Cocoa Products.
 Precio kg/cacao seco US\$0.79.
 Precio/coco US\$0.04
 1\$ = ₡132.00 (colones)

CONCLUSIONES

Los países de Asia, Africa y aún de América tienen plantaciones exitosas de asocio cacao y palmáceas. En Malasia, desde 1960, practican esta asociación con buenos resultados. La superficie cultivada ocupa una extensión de más de 100 000 fincas familiares, calificada como "una inseparable y compatible combinación" (Datuk 1984).

México tiene una superficie cultivada de 170 000 ha y Venezuela, más de 19 000 ha de coco.

En Brasil se está experimentando con pejibaye y cacao desde 1980 en Manaos con varias distancias: 6 m x 6 m, 8 m x 8 m, 6 m x 12 m y 12 m x 12 metros. El sistema de raíces del pejibaye en los experimentos está concentrado en los 15 cm superiores del perfil del suelo y está distribuido sobre la superficie en un círculo de 10 m de diámetro.

En la costa atlántica de Costa Rica en una plantación de 68 ha, asociada de coco con cacao, se obtiene una utilidad para cacao de US\$13.78 y para el coco de US\$152.3 ha/año.

Si las palmáceas son sembradas a 9 m x 9 m como mínimo con varios años de anticipación, y si después de haber manejado y explotado adecuadamente las cosechas de coco se siembra el cacao, la sombra resulta apropiada, y si se aplica un programa de fertilización tecnificado, el cultivo de coco y cacao pueden ser de alta rentabilidad.

BIBLIOGRAFIA

CHILD, R. 1964. Coconuts. London, Longman. 216 p.

DATUK MUSA HITAM, Y.A.B. 1984. Opening address. In International Conference on Cocoa and Coconuts (Kuala Lumpur, 1984).

DENAMANY, G.; AHMAD, S.B.; HAMID, N.B.B. 1978. Coconut intercropping systems in Peninsular Malasya. In International Conference on Cocoa and Coconuts (Kuala Lumpur).

FAO. 1979. Anuario FAO de producción. Colección FAO: Estadísticas 33(28):139-140.

GRIMWOOD, B.E. 1977. Los productos del cocotero: Su elaboración en los países en desarrollo. FAO. v. 7. 279. p.

LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, C. R., IICA. 487 p.

MARTINEZ, A; ENRIQUEZ G. 1981. La sombra para el cacao. Boletín técnico no. 5. 93 p.

MENON, K.P.V.; PANDALAI, K.M. 1958. The coconut palm: A monograph. Ernakulam, S. India, Indian Central Coconut Commitee. 357 p.

NAIR, P.K.R.; RAMA V; NELLIAT, E.V.; BAVAPPA, V.A. 1975. Beneficial effects of crop combination of coconut and cacao. Indian Journal of Agricultural Sciences (India):165-171.

- NAWI, CH. Y.; *et al.* 1978. Intercropping cocoa and oil palm: Eleven years of trial results. Cocoa and Coconuts Progress. In International Conference on Cocoa and Coconuts (Kuala Lumpur).
- SALCEDO G.; J. G. 1986. La producción coprera en el estado de Tabasco. Universidad Autónoma Chapingo. Serie Agronomía no. 11. 83 p.
- SILVA, I.C.; DIAS de C.P., A.C. 1987. Intercultivo de pupunheira (*Bactris gasipaes*) con cacaueiro na Amazonia Brasileira. Santo Domingo, R. D.
- WEST AFRICAN INSTITUTE FOR OIL PALM RESEARCH. 1979. Annual Report no. 7. p. 1-140.

SOSTENIBILIDAD EN EL CACAO BASADA EN LA DIVERSIDAD GENETICA DE LOS FRUTALES

*Jorge A. Moreira**

RESUMEN

Hoy día los países de Centroamérica y el Caribe encaran una seria crisis económica y social, motivada en buena parte por un vertiginoso descenso en los precios de sus principales productos agrícolas de exportación. Parte de las economías de esos países gira en torno a la producción y exportación de cultivos tradicionales como el café, cacao, caña de azúcar, banano y actividades pecuarias.

La baja sensible en los precios internacionales del cacao y otros cultivos de exportación ha obligado a muchas instituciones de la región a buscar nuevas alternativas de producción que contribuyan a mejorar sus maltrechas economías. Es así como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través de la Red Regional de Investigación y Transferencia de Tecnología en Cacao (PROCACAO), ha pensado en otros cultivos que permitan no solamente diversificar la agricultura y generar empleo en el sector rural, sino asociar el cacao a cultivos frutales que puedan ser utilizados como sombra y que, adicionalmente, contribuyan a modificar la estructura agrícola, mejorar la dieta alimenticia y a obtener divisas para mejorar la rentabilidad del cacao.

El CATIE posee en Turrialba una de las mayores colecciones de germoplasma de especies tropicales y exóticas que podría servir de base para el desarrollo de sistemas agroforestales de alta sostenibilidad en la región.

INTRODUCCION

Las primeras comunidades agrícolas practicaban la agricultura migratoria como un sistema de sostenibilidad. En él se cultivaba de acuerdo con las necesidades básicas y se dejaba que el suelo se recuperara todo el tiempo que fuera necesario para mantener el nivel de fertilidad del mismo en forma estable (Fig. 1).

* Programa para el Mejoramiento de los Cultivos Tropicales; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); Turrialba, Costa Rica.



Fig. 1. Tipos de agricultura.

Eran épocas de equilibrio con ecosistemas no sobrexplotados ni destruidos por afanes egoístas del hombre frente a la naturaleza y frente a sus semejantes. Hoy día, existen algunas comunidades que todavía operan en ese contexto, pero definitivamente son cada vez más extrañas y marginadas por el "hombre de progreso".

Un incremento en el papel desempeñado por los árboles frutales en los sistemas de producción, en cultivos como el cacao, podría contribuir a una mayor diversificación en el sistema de producción, a mejorar la rentabilidad de la tierra para las familias rurales y a incrementar la sostenibilidad ecológica en la región. La promoción de los árboles frutales para asociar en cultivos como el cacao radica en fundamentos nutricionales, ecológicos y económicos.

Desde el punto de vista nutricional, los árboles frutales desempeñan un papel importante en el suministro de energía y como fuente de alimentación humana, ya que pueden contribuir a una adecuada composición de la dieta, particularmente de las poblaciones de bajos ingresos económicos, tanto urbanos como rurales. Desde el punto de vista ecológico el asociar cacao con árboles frutales, primeramente utilizados como sombra, puede ser de enorme trascendencia en el trópico americano para mantener mayor diversidad genética por unidad y para evitar que muchas especies frutales desaparezcan al ser explotadas en sistemas de monocultivo. Económicamente, las especies frutales asociadas al cultivo de cacao pueden ser de importancia para la agricultura en la región; pues permiten nuevos ingresos adicionales o "cajas chicas" que pueden utilizarse en la adquisición de otros bienes de consumo. Además se puede mejorar sustancialmente el sistema de vida de las zonas rurales con una mejor y más significativa seguridad alimentaria.

El CATIE posee en Turrialba una gran colección de germoplasma con especies frutales tropicales y exóticas que podría servir de base para el desarrollo de sistemas de cacao versus frutales de amplia sostenibilidad ecológica para la región. El objetivo de este documento consiste en demostrar el potencial del CATIE sobre la diversidad genética de frutales conservados en las condiciones de Turrialba; estimular el conocimiento de las especies en conservación; y su posible utilización por los países dentro del sistema de cooperación por medio de PROCACAO a nivel regional.

CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCION

El desarrollo de la sostenibilidad se fundamenta en la conservación de las especies de plantas y animales y procura que los factores adversos en la calidad del aire, agua y elementos naturales sean minimizados, para conservar la integridad global de los ecosistemas. El desarrollo sostenido prevé que se satisfagan las necesidades esenciales del individuo y que se mejoren las posibilidades de todos al acceso de un cambio en el estatus de vida. El manejo responsable de los recursos naturales renovables es un requisito para mantener el crecimiento económico sostenido.

La protección del medio ambiente y el estímulo del desarrollo económico no deben ser retos aislados. El desarrollo económico *per se* no puede subsistir en un ambiente de erosión y destrucción de la base de los recursos naturales. La producción de nuevos genótipos a través de la mejora genética, que incluya la evaluación y multiplicación de germoplasma elite en diferentes condiciones ambientales, debe ser un esfuerzo interdisciplinario para impulsar la producción de alimentos en el área de Centroamérica donde impera la pobreza.

El enfoque principal según el concepto de sostenibilidad cobra gran importancia, ya que las investigaciones para diversificar los sistemas de producción deben incorporar árboles mejorados de múltiple uso, que permitan aumentar y mejorar la productividad de los sistemas agrícolas empleados; tal es el caso de los frutales en asocio con cacao.

Centroamérica posee gran cantidad de tierras con árboles maderables y frutales que pueden producir beneficios económicos y ecológicos sostenibles. Aumentar el valor de algunos bosques a través de un uso comercial sostenible puede ser la forma más efectiva de asegurar su continuidad en la región. Con el propósito de ampliar la base alimentaria y mejorar el estado de nutrición y la seguridad de la población centroamericana, particularmente de las familias de escasos recursos económicos, es urgente e indispensable promover y desarrollar nuevos sistemas de producción en cultivos perennes.

Este enfoque puede beneficiar a los agricultores y a aquellos grupos de bajos ingresos que comúnmente no reciben el beneficio del desarrollo económico que se genera en la región con los cultivos de exportación. La asociación de cacao con frutales puede propiciar mecanismos de interacción estimulando un mejor uso de la tierra, y un aumento de la diversidad genética, de las posibilidades de explotar comercialmente otros cultivos dentro del sistema, especialmente cuando los precios del cultivo principal son bajos. Todo esto, a su vez, fortalecerá la formación de comunidades agroforestales eficientes y sostenibles desde el punto de vista ecológico, técnico, económico y social.

ESPECIES FRUTALES PARA SOMBRIO EN CACAO

El cultivo de cacao, por lo general, crece con el asocio de otras especies que actúan como cultivos protectores o como cultivos generadores de ingresos, tanto durante la etapa de crecimiento como durante el período reproductivo (Figs. 2 y 3).

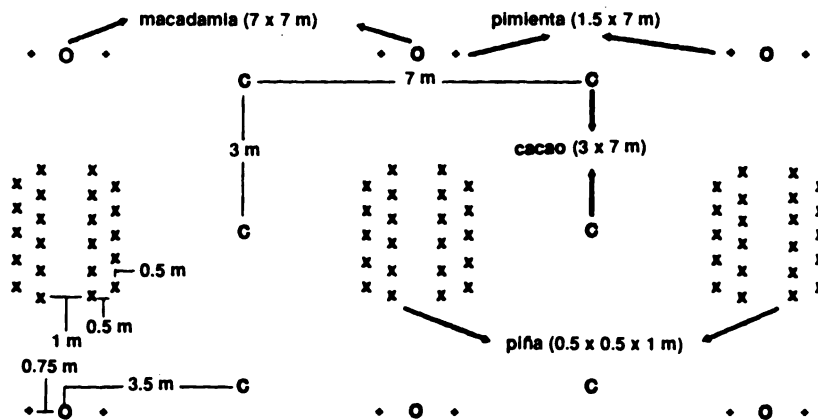


Fig. 2. Diagrama de siembra para el asocio de diferentes cultivos.

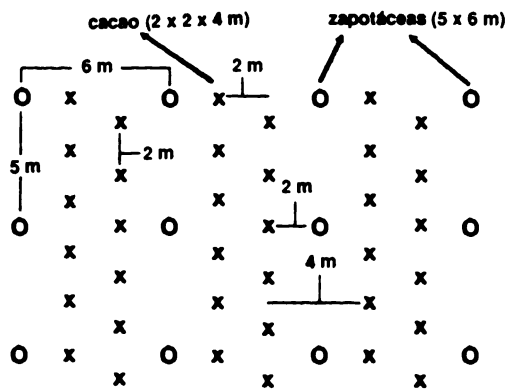


Fig. 3. Esquema de siembra para el asocio de cacao y frutales perennes.

El cacao en estado de cultivo puede crecer biológicamente con otras especies como palmeras, árboles y arbustos pequeños. Entre las posibles especies de asocio más comunes se incluyen: el pejibaye (*Bactris gasipaes*), la guanábana (*Annona muricata*), la anona (*Annona reticulata*), el zapote (*Pouteria sapota*), el árbol de pan (*Artocarpus altiiis*), el aguacate (*Persea americana*), el mamón chino o rambután (*Nephellium lappaceum*), el olosapo (*Couepia polyandra*), la biriba (*Rollinia pulchrinervis*), el cas (*Psidium friedrichsthianum*), la jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*), el pulasán (*Nephelium mutabile*), la papaya (*Carica papaya*), el caimito (*Chrysophyllum caimito*), el zapote negro (*Diospyros ebenum*).

el yuplón (*Spondias dulcis*), el chicozapote (*Manilkara sapota*), el pan de la vida (*Pouteria hypoglauca*), el canistel (*Pouteria campechiana*), el injerto (*Pouteria viridis*), el guarumo (*Pouruma cecropiaefolia*), los cítricos (*Citrus* spp.), el nance (*Byrsonima crassifolia*), el mango (*Mangifera indica*), el tamarindo (*Tamarindus indica*), el marañón (*Anacardium occidentale*), la guayaba, (*Psidium guajava*), el mangostán (*Garcinia mangostana*), el mamoncillo (*Melicoccus bijuca*), la carambola (*Averrhoa carambola*), el caimo (*Pouteria caimito*), el zonzapote (*Licania platypus*), el mamey (*Mammea americana*); y algunas especias como el achiote (*Bixa orellana*), la nuez moscada (*Myristica fragans*), la pimienta de Jamaica (*Pimenta dioca*), el clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), la canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y la nuez de macadamia (*Macadamia* spp.).

SITUACION ACTUAL

En Centroamérica, Panamá y República Dominicana el interés nutricional, económico y ecológico por los cultivos asociados es reciente. No existen en los países, excepto para algunos cultivos, plantaciones comerciales en asocio que permitan su promoción tanto local como para exportación. La mayoría de las especies requieren ser caracterizadas y evaluadas regionalmente a fin de seleccionar los mejores genótipos para entregarlos a los programas nacionales. Además, no existen en esos países colecciones de germoplasma ni personal capacitado para llevar adelante el trabajo de transferencia tecnológica.

La región centroamericana posee características climáticas, topográficas, edáficas y sociales que podrían permitir un desarrollo y aprovechamiento más integral de los recursos naturales. No obstante, a pesar de la trascendencia que tiene para los agricultores y para la industria, hoy día existe poca investigación e información en los países sobre el uso y posibilidades del asocio de cacao con árboles frutales. Así, un mejor conocimiento de la diversidad genética, estacionalidad de la producción, calidad, oferta y demanda de los productos, permitirá estudiar la capacidad genética de esas plantas y su potencialidad de asocio en la región.

ESTRATEGIA

En los últimos años ha ocurrido una alarmante pérdida de la diversidad genética en especies principalmente autóctonas, debido, entre otras razones, al avance de la frontera agrícola, la tala indiscriminada de los bosques, la sustitución de nuevas tierras, los cambios en las técnicas de cultivo, los cambios en los hábitos de consumo y otras más. Al mismo tiempo que se reduce en forma peligrosa la diversidad genética de muchos cultivos, aumenta la necesidad de producir alimentos sin alterar los ecosistemas para una población cada vez más creciente. Es precisamente ahí donde la posibilidad de cultivar cacao en asocio con frutales puede desempeñar un papel preponderante sobre la alimentación, generación de empleo y divisas, reduciendo no solamente la dependencia de los precios del cacao en el plano internacional; sino, también, promoviendo una dieta más nutritiva y variada con el uso de frutas.

Para dar respuesta en el corto y mediano plazo a las posibles solicitudes de germoplasma de frutales para el asocio con el cacao, el CATIE propone el siguiente plan de acción:

Investigación

- Exploración permanente de la diversidad de especies, orientada básicamente a aquellas especies de interés económico, actual y potencial en asocio con cacao, y que corren peligro de erosión genética.
- Conservación de la variabilidad genética de frutales y cacao en colecciones de campo.
- Caracterización y selección del germoplasma conservado con énfasis en aquellos genotipos sobresalientes para el asocio con cacao.
- Cooperación para la evaluación de los materiales promisorios o superiores o ambos en sistemas de asocio con cacao en las diferentes regiones de cada país.

La investigación deberá dar énfasis a la conservación, caracterización y evaluación del germoplasma existente, ya sea considerando las especies en forma separada o agrupándolas en categorías: frutales, especias, colorantes y otras. Las actividades más urgentes de exploración, recolección e introducción de germoplasma deberán orientarse hacia las especies que presentan problemas de erosión genética y a aquellas en que el CATIE todavía carece de alta variabilidad y, además, a aquellas otras con valor económico actual y potencial.

Se debe dar especial énfasis a la conservación *in situ* así como a la conservación en colecciones de campo. Se busca con esto reducir en forma relativa los costos de mantenimiento de las mismas y minimizar las pérdidas de materiales; aunque las colecciones vivas de frutales siempre serán necesarias para su caracterización, evaluación y utilización.

Capacitación

Se deben fortalecer los programas e instituciones nacionales por medio de la capacitación de personal. Esa capacitación se orientaría a técnicos agrícolas empleando diferentes modalidades como cursos cortos, seminarios, entrenamientos en servicio, talleres, otras.

Además, se dará énfasis a la publicación de folletos y guías técnicas que presenten los resultados de investigación, así como recomendaciones para implementar las nuevas tecnologías.

Mantenimiento de un apoyo fijo y sostenido

El mejoramiento de especies perennes en asocio lleva un tiempo considerable de investigación, de ahí que las instituciones privadas y públicas pueden desempeñar un papel importante en el establecimiento del sistema de cultivo como tal. Puesto que los donantes no pueden adquirir compromisos a largo plazo, sería deseable que los programas de investigación y desarrollo de nuevos cultivos sean conducidos simultánea y sistemáticamente por el país o países que reúnan las características adecuadas para el desarrollo del sistema de cultivo. De lo contrario no se podrán lograr los objetivos.

Establecimiento de bancos de datos

El CATIE participará activamente en la descripción sistemática del germoplasma. Esta será una tarea continua para conocer la variabilidad existente y, por ende, ponerla a disposición de los usuarios en la región.

Como resultado, esto conllevará una selección sistemática y un manejo adecuado de la información en un sistema accesible de banco de datos. El desarrollo de archivos con bases de datos es un paso esencial en un sistema de documentación. Con él se puede obtener información en áreas tales como: adaptación ambiental de especies individuales, rendimiento por cultivo, clima, valor nutricional, requerimientos culturales, plagas y enfermedades, asociación de cultivos y otros costos.

Establecimiento de un cultivo en asocio: proceso sistemático

La mayoría de los cultivos tradicionales de la región han sido establecidos a través de un largo tiempo. Producción, procesamiento, mercadeo, y consumo son procesos graduales y sistemáticos. Por lo tanto, ajustes similares deben ocurrir con los cultivos tradicionales perennes en asocio.

RECOMENDACIONES

A fin de realizar un trabajo sistemático y que responda a las exigencias planteadas por los países se recomienda lo siguiente:

- Las colecciones de campo del CATIE (cacao-frutales) deben ser conservadas adecuadamente y, de ser posible, ampliadas. El apoyo a esta actividad deberá ser financiado por el CATIE dentro del marco de cooperación con diferentes proyectos.
- Las acciones que se han de realizar en investigación (recolección, caracterización y evaluación) deben ejecutarse con fondos aportados por instituciones nacionales e internacionales para proyectos específicos.
- Los materiales seleccionados en los sistemas de cultivo deben ser entregados a las instituciones nacionales o a agricultores líderes de la región para su evaluación posterior en condiciones locales,
- Debe existir estrecha coordinación e integración con PROCACAO y con las instituciones nacionales para lograr un mayor aprovechamiento de la experiencia con cultivos asociados en los diferentes ambientes de la región.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1990. Frente al reto: Un plan estratégico de diez años de 1988 a 1997. Turrialba, C. R., CATIE. 126 p.
- FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION). 1989. Programa de la situación por el Director General. 24 p.
- GAMBLE, W.K. 1989. A review of CATIE's program and research priorities and plans for its external review in 1990. 21 p. (Mimeo).
- LEBEL, G.; KANE, H. 1987. El desarrollo sostenible: Una guía sobre Nuestro Futuro Común. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. 117 p.
- LEONARD, H.J. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central: Un perfil ambiental regional. Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo (IIED). 29 p.
- MORERA, J.A. 1988. Mejoramiento de especies no tradicionales: Necesidades, procedimientos, estrategias y opciones. Turrialba, C. R., CATIE. 26 p. (Mimeo).
- MORERA J.; ASTORGA C.; UMAÑA C.; VILLALOBOS V. 1990. Manual de recomendaciones sobre cultivos promisorios: Zapote, pimienta, macadamia y vainilla. Turrialba, CATIE. Serie Técnica no. 53. 20 p.

// SOMBRAS TEMPORALES PARA CACAO

✓
Luis Meléndez M.*

INTRODUCCION

En la mayoría de los países productores de cacao, el establecimiento de los cacaotales se realizó principalmente a partir de bosques raleados. Esta práctica era bastante económica, fácil de poner en práctica y se podía realizar en un corto tiempo.

Idealmente, el cacao se siembra bajo una sombra permanente ya establecida. Actualmente, el desarrollo de las nuevas plantaciones se realiza en forma mucho más tecnificada, utilizando diferentes tipos de híbridos, sombras leguminosas, controles de sombra, mayores densidades y mayor uso de insumos agrícolas. Esto obliga a los agricultores a intensificar sus labores y a aumentar su eficiencia, sembrando casi al mismo tiempo los diferentes componentes del sistema. Debido a que los árboles de sombra permanente crecen a una menor velocidad, es necesario brindar una sombra temporal adicional para suplir esas deficiencias iniciales.

El cacao es una planta umbrófila (Enríquez 1985). En sus estados iniciales, requiere mayor cantidad de sombra (Almeida 1990). A medida que los árboles crecen y sus copas se agrandan, las necesidades de sombra disminuyen y los rendimientos aumentan, siempre y cuando exista en el suelo un adecuado suministro de nutrimentos (FHIA 1988).

Dentro de los cultivos de sombra temporal mayormente utilizados se encuentran: plátano y banano (*Musa* spp.), higuera (*Ricinus comunis*), rabo de ratón (*Gliricidia sepium*), yuca (*Manihot esculenta*), gandul (*Cajanus cajan*), papaya (*Carica papaya*) y faveira paricá (*Schizolobium amazonicum*), una especie utilizada en Brasil (FHIA 1988; Moreira *et al.* s.f.).

Moreira *et al.*, en Brasil, estudiaron diferentes especies de sombra temporal y encontraron un mayor crecimiento del cacao al utilizar faveira, higuera y gandul. El crecimiento con musáceas era inicialmente lento, pero conforme se les eliminó, el cacao se recuperó y las diferencias no fueron significativas. Se observó, además, que las cosechas más altas de cacao se obtuvieron con faveira (742 kg/ha). En un experimento similar realizado en otra localidad, se obtuvo la misma tendencia, pero también una menor producción de cacao, con cosechas que oscilaban entre 350 - 230 kg/ha para la higuera, papaya, gandul, yuca, y banano.

* Proyecto Agroforestal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza / GTZ.

La elección de la sombra temporal también tiene efecto sobre la sanidad del cacaotal, ya que algunos tipos son hospederos de plagas y enfermedades. Smith (1981) señala que varias especies utilizadas como sombra temporal tales como: *Aeschynomene americana*, *Crotalaria anagyroides*, *Cajanus cajan*, *Tephrosia candida* y *T. vogelii* fueron susceptibles a la "enfermedad rosada" (*Corticium salmonicolor*), que también afecta al cacao. Adicionalmente, el uso de diferentes tipos de sombra temporal puede provocar cambios en el crecimiento del cacao y en el de los árboles de sombra permanente.

El objetivo de este artículo es documentar las experiencias obtenidas con el uso de sombras temporales de plátano (*Musa sp.*), yuca (*Manihot esculenta*), gandul (*C. cajan*) y una combinación de yuca-gandul, en plantaciones establecidas por el Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ en Talamanca (Costa Rica) y en Bocas del Toro (Panamá), las cuales están sombreadas con diferentes tipos de sombra permanente (leguminosa y maderable).

El análisis realizado pretende describir los cambios ocurridos en los diferentes componentes de los sistemas propuestos. Para ese efecto se midió la altura al primer verticilo, ya que la arquitectura de los árboles es de mucha importancia en el desarrollo de plantas que van a ser sometidas a un manejo intensivo. En árboles de sombra, el análisis fue realizado con base en la altura total y el diámetro a la altura del pecho (Dap), como una medida del efecto de las sombras temporales.

MATERIALES Y METODOS

Generalidades

Los experimentos fueron sembrados en la zona atlántica de Costa Rica y Panamá, en el cantón de Talamanca y en el distrito de Changuinola, respectivamente. Ambos sitios poseen características muy similares en cuanto a precipitación (2800 mm anuales), temperatura (promedio de 25°C) y humedad relativa (promedio de 80%). En la Fig. 1 se observa el comportamiento de la precipitación anual (durante 10 años) en Talamanca.

Distribución espacial

Las parcelas tienen un tamaño de 1296 m², en las que se sembraron 36 árboles de sombra: 16 internos que constituyen la parcela útil y los 20 exteriores en los bordes, sembrados a una distancia de 6 m x 6 metros.

El cacao se sembró a una distancia de 3 m x 3 m, y cada parcela tiene un total de 100 árboles. Los 36 internos constituyen la parcela útil y los 64 externos son bordes. En cada parcela se sembraron seis plantas de cada híbrido. Se están evaluando seis híbridos en las parcelas útiles y tres, en los bordes. La selección de los híbridos se realizó con base en sus índices de productividad. En la Fig. 2 se muestra la distribución de los árboles de sombra y de cacao.

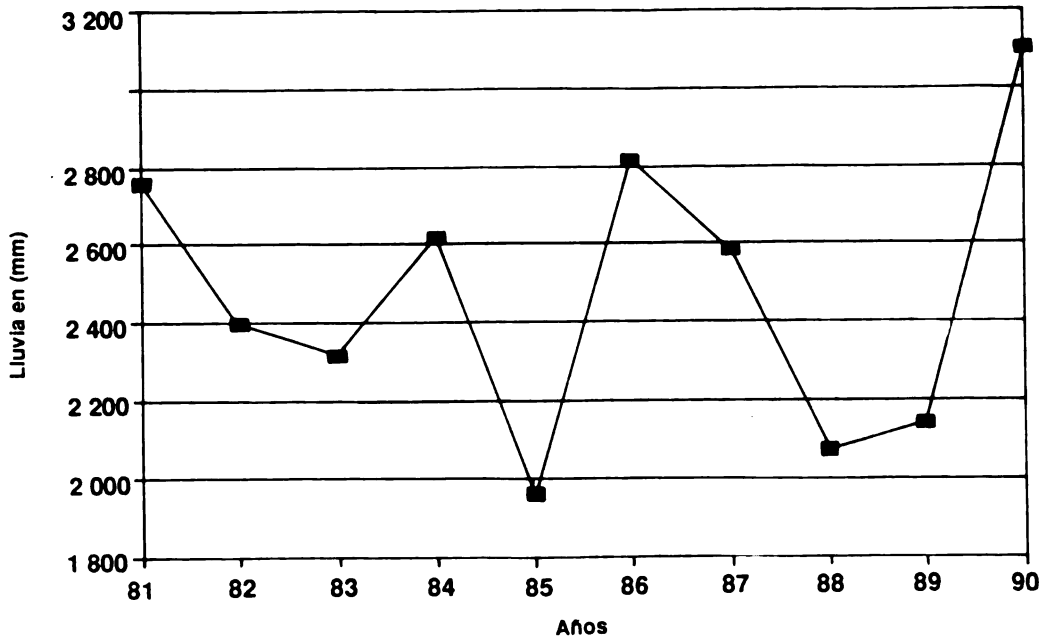
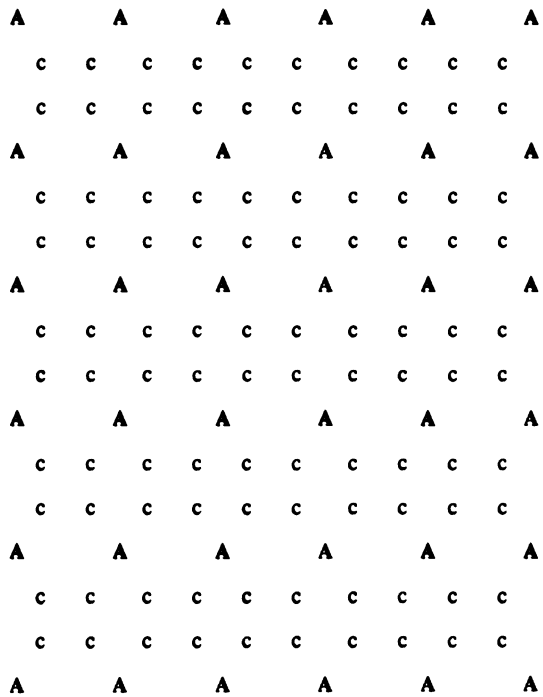


Fig. 1. Costa Rica: Precipitación en Talamanca (1981-1990).

Fig. 2. Diagrama de distribución de los árboles de sombra y cacao.



A = Arbol de sombra (leguminosa)
 c = Arbol de cacao

Especies de sombra permanente

Las especies leguminosas utilizadas se seleccionaron con base en su habilidad de ser podadas. En el caso de las especies maderables las aptitudes se relacionan con el tipo de sombra producida, calidad de la madera y su uso como sombra en cacaotales. Las especies seleccionadas fueron: *Erythrina poeppigiana* (poró), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Inga edulis* (guaba), *Cordia alliodora* (laurel) y *Terminalia ivorensis* (framire).

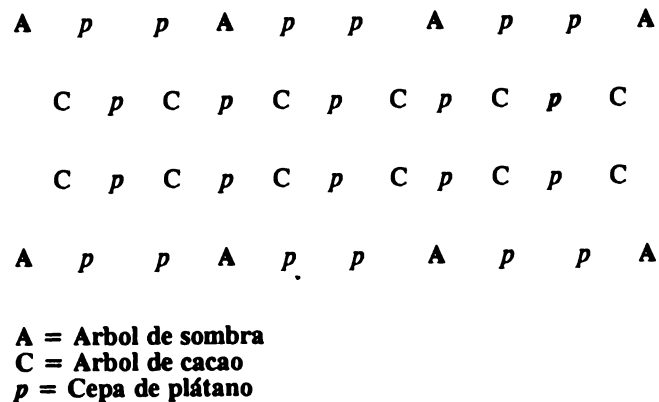
Las semillas se obtuvieron en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE, con excepción de las de *Inga* que fueron recolectadas en las áreas de estudio.

Descripción de sombras temporales y sitios

Sombra temporal de plátano

Este experimento se estableció en junio 1988, en la comunidad de Catarina, en el cantón de Talamanca, Limón, Costa Rica, en la finca del señor Gerardo Serrano. El sitio es plano. El suelo ha sido clasificado como un Inceptisol Typic Dystrandept, carente de rocas y de textura franco-areno-limosa.

El plátano se sembró a una distancia de 3 m x 3 m en filas intermedias al cacao. No se incluyó plátano cuando el sitio de la plantación coincidía con un árbol de sombra (Fig. 3).



Siembra plátano inicial	3 meses	Siembra leguminosa perenne	3 meses	Siembra cacao	12 meses	Elimina plátano guaba	Elimina plátano poró	Elimina (2) plátano madero
-------------------------	---------	----------------------------	---------	---------------	----------	-----------------------	----------------------	----------------------------

Fig. 3. Diagrama de siembra de los diferentes componentes del sistema agroforestal de sombra leguminosa con sombra temporal de plátano.

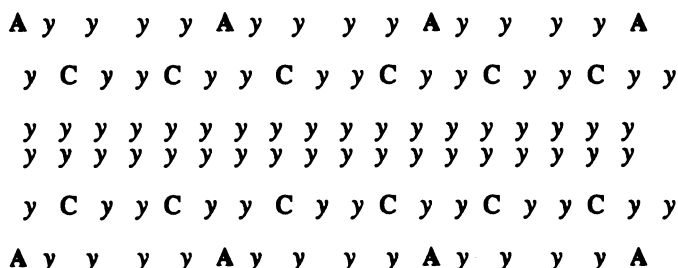
En el proceso de establecimiento, la cronología de plantación fue la siguiente: se sembró el plátano, luego las sombras permanentes y, por último, el cacao, dejando un período de tres meses entre cada una de las siembras.

Un año y medio después de sembrado el plátano, se inició su eliminación, la cual se realizó en forma escalonada. Primero en el tratamiento de *Inga*, luego en el de *Erythrina* y, por último, en el de *Gliricidia* al final de los dos años.

Sombra temporal de yuca-gandul

Este experimento se estableció en julio de 1988 en la comunidad de Margarita, cantón de Talamanca, Limón, Costa Rica, en la finca del señor Onias Rodríguez. El sitio es plano pero con ligeras ondulaciones dentro de la parcela. El suelo es clasificado como un Entisol con una textura franco-limosa.

La yuca utilizada fue una variedad local denominada "Valencia" y se sembró a una distancia de 1 m x 1 m en forma continua. No se sembró yuca a distancias menores de un metro al árbol de cacao o de sombra (Fig. 4). La yuca fue cosechada al año de edad.



A = Arbol de sombra
 C = Arbol de cacao
 y = Planta de yuca

Siembra plátano inicial	3 meses	Siembra cacao	11 meses	Siembra gandul	12 meses	Cosecha yuca	Elimina gandul guaba	Elimina gandul poró	Elimina gandul madero
-------------------------	---------	---------------	----------	----------------	----------	--------------	----------------------	---------------------	-----------------------

Fig. 4. Diagrama de distribución de los componentes del sistema agroforestal de sombra leguminosa y temporal para cacao.

El gandul utilizado fue una variedad local, el cual se sembró un mes antes de la cosecha de la yuca y se mantuvo por un año. Se sembraron dos plantas de gandul por árbol de cacao, separadas 50 cm del árbol de cacao, y seis meses después de sembrado éste se inició el raleo, primero en las parcelas de *Inga*, luego en las de *Erythrina* y, por último, en las de *Gliricidia*, al final de los seis meses.

Sombra temporal de gandul

Este experimento se estableció en noviembre de 1989 en la comunidad de Finca 32, distrito de Changuinola, provincia de Bocas del Toro, Panamá. La finca es propiedad del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), bajo la administración del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP).

El sitio es plano y su suelo está clasificado como un Inceptisol de textura franco-areno-limosa. El gandul se sembró a una distancia de 1.5 m entre plantas; las líneas fueron colocadas en medio de las líneas de cacao, con una población total de 4444 plantas por hectárea.

En el establecimiento se sembró primero el gandul; tres meses después se sembró el cacao. A los seis meses de edad se iniciaron las podas al follaje del gandul, las cuales continuaron realizándose cada mes hasta la edad de 14 meses. A esta edad se realizó un raleo y se eliminó el 60% de las plantas de gandul. A la edad de dos años la sombra de gandul fue suprimida completamente.

Diseño experimental y variables de medición

Los experimentos tienen un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y tres tratamientos en cada ensayo, excepto el establecido en Panamá que tiene cuatro réplicas para los árboles de sombra. La distribución de los árboles de cacao fue realizada de dos formas:

- En los ensayos con sombra de plátano y yuca-gandul se realizó una distribución al azar dentro de cada parcela de sombra;
- mientras que en los ensayos de gandul y yuca, la distribución se realizó en forma sistemática, de tal forma que una planta de cacao fue situada lo más lejos posible de otra del mismo híbrido.

Para el cacao se evaluó la altura al verticilo y para las sombras permanentes la total y el diámetro a la altura del pecho (Cuadro 1). Los híbridos evaluados fueron: UF-676 x IMC-67, UF-613 x IMC-67, Catongo x Pound-12, Pound-7 x UF-668, UF-29 x UF-613 y UF-613 x Pound-12.

Cuadro 1. Resumen de las especies utilizadas y variables medidas en los experimentos agroforestales realizados en Talamanca y Bocas del Toro.

Ensayos	Variables medidas en cacao	Variables medidas en árboles	Densidad población sombra temporal/ha
Leguminosas			
Plátano	Alt-vert	altura, Dap	1 111
Yuca-gandul	Alt-vert	altura, Dap	10 000
Gandul	Alt-vert	altura, Dap	4 444

RESULTADOS

Efecto de las sombras temporales sobre el cacao

Altura al verticilo

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los tipos de sombra. Los promedios generales indican que las mayores alturas se presentaron en los tratamientos de plátano, gandul y yuca-gandul. Existe un rango de 30 cm entre todos los híbridos evaluados (Fig. 5).

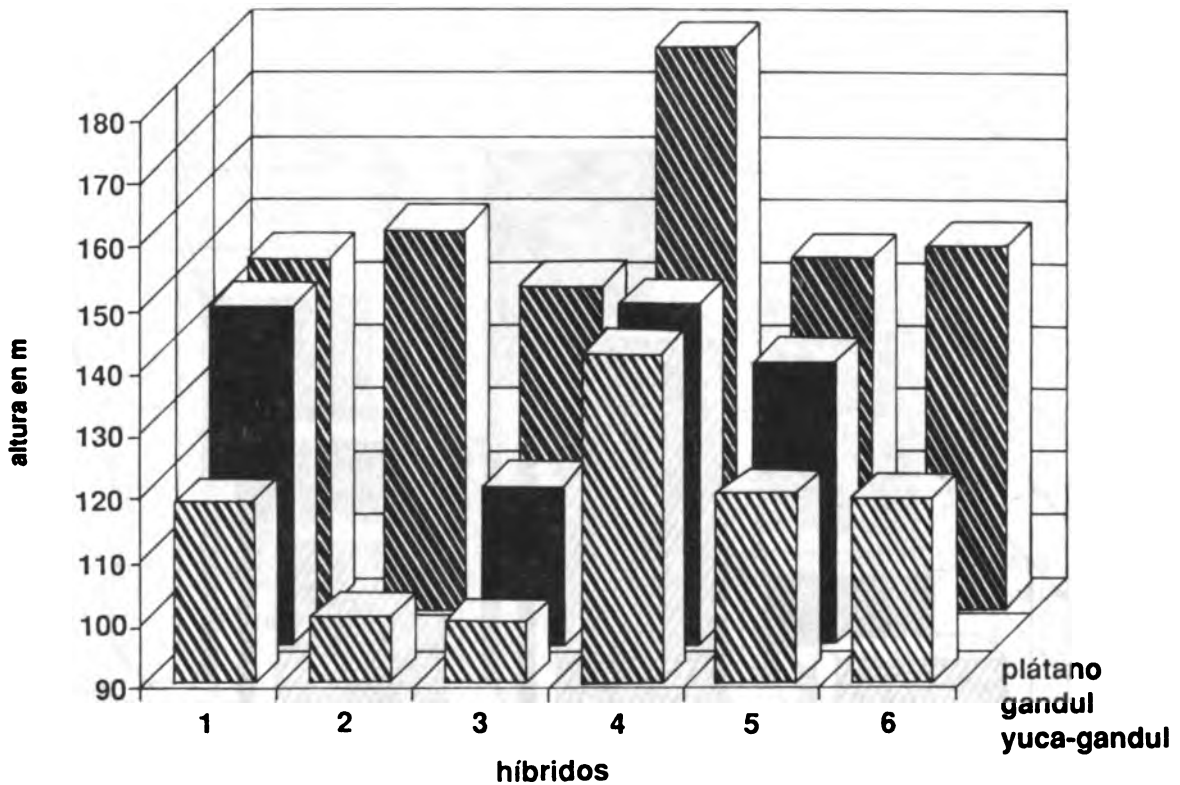


Fig. 5. Altura al verticilo del cacao con diferentes sombras temporales.

Existe una tendencia bastante clara del híbrido Pound-7 x UF-668 a ser más alto que los demás y una leve tendencia de "Catongo" x "Pound-12" a ser el más bajo.

El análisis estadístico demostró además que existió una interacción altamente significativa entre el tipo de sombra temporal y el híbrido evaluado; sin embargo, las tendencias de los híbridos son bastante regulares, y solamente el híbrido UF-613 x IMC-67 mostró un comportamiento irregular.

Efecto de las sombras temporales en el crecimiento de la sombra leguminosa

Altura

El análisis estadístico realizado mostró diferencias altamente significativas entre los tipos de sombra temporal. En la de yuca-plátano se observaron las mayores alturas, seguido por el tratamiento de yuca-gandul. En el gandul se reportaron las menores alturas.

El tipo de sombra temporal afectó en forma diferencial a las especies de sombra temporal. El análisis realizado mostró diferencias altamente significativas. El poró fue la especie más estable en todos los ambientes, seguida por el madero negro, mientras que la guaba denotó un mayor crecimiento en los ambientes menos lumínicos (Fig. 6).

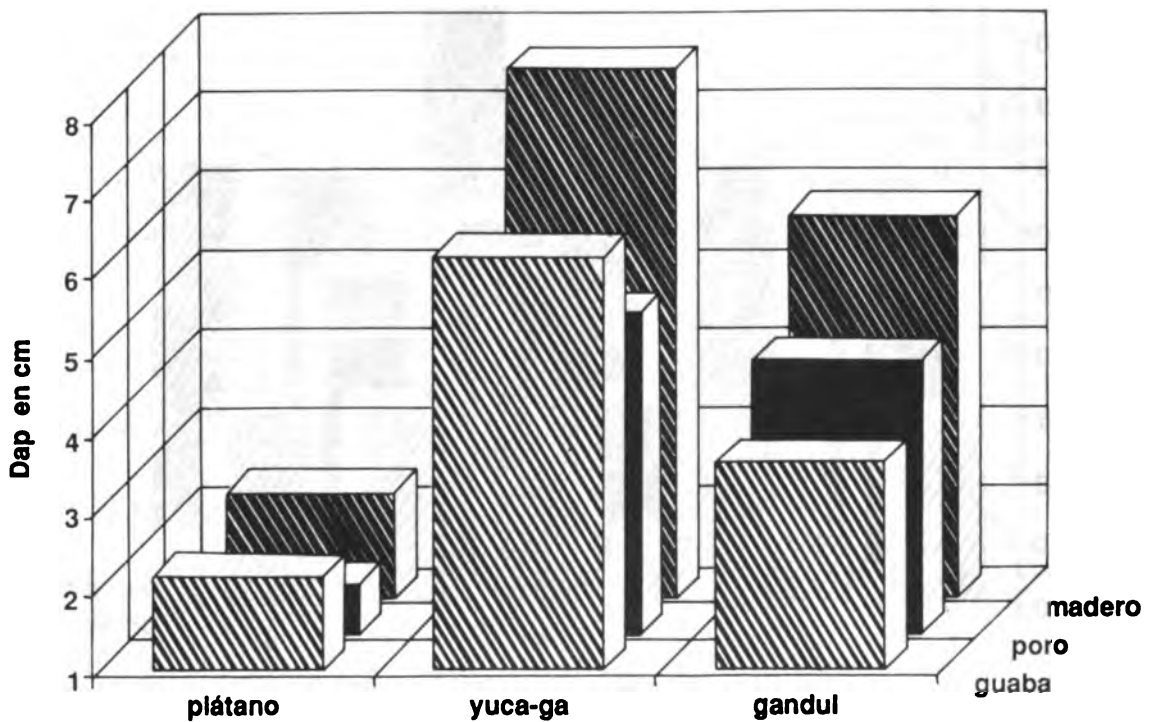


Fig. 6. Altura de árboles leguminosos con diferentes tipos de sombra temporal.

Existió además interacción entre el tipo de sombra temporal con la especie de sombra permanente, lo cual está relacionado con las características genéticas y las diferencias existentes en los diferentes ensayos.

Dap

El análisis del Dap indicó diferencias altamente significativas en los tratamientos de sombra temporal, así como un efecto significativo ($p < 0.05$) en la interacción del tipo de sombra temporal y las especies de sombra permanente. En el sitio donde se tenía sombra temporal de yuca-gandul, se observaron los mayores crecimientos diamétricos, seguido del tratamiento de sombra temporal de gandul. En donde menos crecieron fue cuando se utilizó sombra temporal de plátano (Fig. 7).

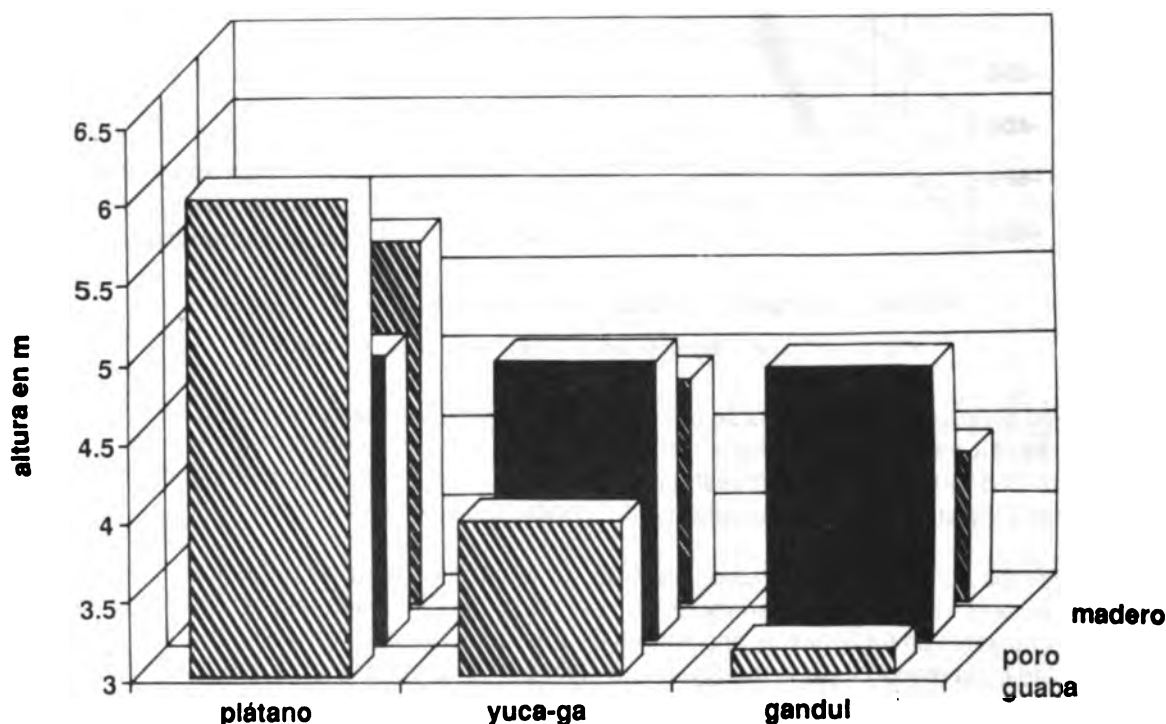


Fig. 7. Dap de árboles leguminosos con diferentes tipos de sombra temporal.

Análisis de costos e ingresos

El comportamiento económico de los diferentes tipos de sombra temporal muestra que los costos de los materiales son bastante homogéneos para los diferentes sistemas propuestos (Fig. 8). Existe un rango máximo de US\$60 en promedio. Los costos de mano de obra son del 11% en promedio para los tratamientos de gandul, yuca y yuca-gandul. Solamente en la sombra temporal de plátano los costos representan el 63% de los costos totales.

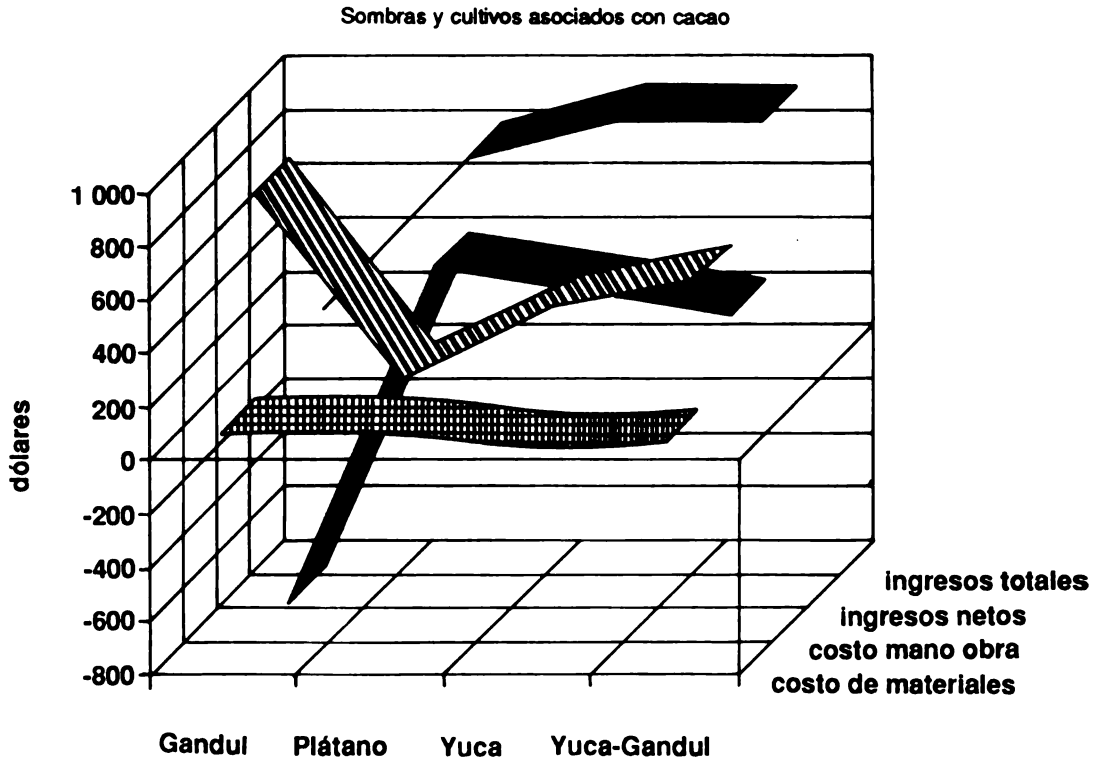


Fig. 8 Costos e Ingresos por sombras temporales en cacao.

Respecto de los ingresos totales se observa que las diferencias más fuertes se presentan con la sombra de gandul, ya que son casi nulos. Las disparidades entre yuca-gandul frente al plátano son del orden de los US\$140, lo que no demuestra grandes diferencias, debido a factores que pueden hacer variar los ingresos en forma más abrupta (oferta, condiciones climáticas, otros).

Los ingresos netos de los diferentes tipos de sombra temporal muestran que con la sombra de plátano se obtienen las mayores ganancias. En segundo lugar se encuentra la yuca. En el caso del gandul, sus mayores limitaciones se encuentran relacionadas con la dificultad en la cosecha debido a la variabilidad en la madurez y a la mano de obra cara, y los problemas para el mercadeo del producto ya que es mejor venderlo tierno, lo que obliga a incurrir en gastos tales como: pelado de las vainas y transporte de los frutos.

DISCUSION

Altura al primer verticilo

La altura al primer verticilo fue influenciada por el tipo de sombra temporal. En la arquitectura del árbol de cacao tiene mucha importancia esta variable, dado el manejo intensivo que se pretende dar a las nuevas plantaciones. Híbridos con alturas de verticilo demasiado bajas, pueden provocar problemas en el manejo, principalmente porque dificultan la recolección. Además deben someterse a una poda diferente para promover la salida de un segundo verticilo, lo que disminuye la eficiencia de producción.

Al igual que los pequeños, los híbridos demasiado grandes también provocan problemas de manejo, especialmente en la poda de formación. Aún más en el momento de producir dificultan el manejo de enfermedades, especialmente de la monilia.

Una altura al verticilo que oscile entre 1.30 m y 1.50 m es la más adecuada, ya que permite el manejo dentro de la plantación y un combate manual de las enfermedades. En el momento de decidir sobre el tipo de material a sembrarse se deberían tomar en cuenta las limitaciones de algunos híbridos, tales como el "Catongo" x "Pound-12", el cual en la mayoría de los ensayos mostró bajas alturas. Para el "Pound-7" x "UF-668" todavía existe la duda sobre su comportamiento, debido a que aunque fue uno de los más altos, sólo en el tratamiento de la sombra temporal de plátano se observó un crecimiento fuera de lo normal.

Crecimiento de sombras leguminosas

Las diferencias en altura de las sombras permanentes se encuentran relacionadas con el nivel de luminosidad ejercida por las sombras temporales. Las mayores alturas encontradas con el tratamiento de plátano están relacionadas con el sombreamiento y la presión de competencia por luz de este tipo de sombra. Por esta razón, los Dap son de menor tamaño en este tratamiento al tratar los árboles de buscar la luz. Por otro lado, las sombras menos densas (yuca-gandul) poseen Dap de mayor tamaño y la altura de los árboles es menor, ya que no necesitan realizar grandes esfuerzos para tener un nivel adecuado de luminosidad. Este aspecto es relevante en el momento del manejo de los árboles. Árboles más gruesos y de menor altura son más fáciles de podar y menos peligrosos, mientras que para los de mayor altura se requieren herramientas, escaleras y otros materiales para poder realizar la poda, aunado esto al mayor peligro del trabajo.

Es importante mencionar el tratamiento de guaba (testigo), el cual en los ensayos mostró gran variabilidad; sin embargo, tiene habilidad para crecer en ambientes de poca luz, condiciones que se dan en sitios tales como los en cacaotales de Talamanca y Bocas del Toro.

Debe observarse, sin embargo, que, aunque existen tendencias claras de crecimiento diferencial de las especies, hay una serie de factores tales como el tipo de suelo, drenaje, nivel de fertilidad y microclimas que también pueden afectar o provocar variabilidad en la respuesta de las especies.

Análisis económico

El análisis económico demuestra que el tratamiento de plátano es el que mayores ingresos genera. Sin embargo, para el crecimiento de los componentes del sistema, no parece coincidir debido a que, en general, existe una mayor deformación de los árboles de sombra permanente y del cacao; aparte de la caída de cepas de plátano sobre los árboles de cacao y de sombra permanente, ya que por su mayor altura y delgadez provoca daños más fácilmente.

La yuca es un cultivo que tiene la desventaja de exponer al cacao al sol al pasar un año, sin embargo se puede hacer un relevo con algún otro cultivo de rápido crecimiento. Ese cultivo puede generar ganancias netas que pagarían una tercera parte de todos los costos de establecimiento de cacao para

el primer año; al mismo tiempo se reduce la mano de obra de algunas labores tales como control de malezas, rodajas y aplicaciones de herbicidas. Otro aspecto importante es que la entrada en producción con sombra de yuca es más rápida que con sombra de plátano.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, J. 1990. Influencia de la sombra temporal de plátano en el crecimiento y desarrollo de plantas en el sotobosque de un cacaotal. Centro de investigaciones agronómicas, Universidad de Costa Rica, C.R.
- BEER, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems* 5(1):3-13.
- ENRÍQUEZ, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. CATIE, Turrialba, C.R. 239 p.
- GALINDO J. s.f. Efecto de poda sanitaria y prácticas culturales sobre el combate de mazorca negra y monilia. (Mimeo).
- FHIA (FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA). 1988. Manual cultivador de cacao. FHIA, San Pedro Sula, Hond.
- MOREIRA, M.; OLIMPIO, A. DA S.; COSTA, T. s.f. Efecto del sombraje provisional sobre el crecimiento y producción de cacao. CEPLAC, DEPEA, Belem, Pará, Brasil.
- SMITH, E.S.C. 1981. The interrelationships between shade types and cacao pest and disease problems in Papua New Guinea. In *International Cocoa Research Conference (7a., 1979, Douala, Camerun)*. p. 37-43.
- SOMARRIBA, E. 1990. Sombras leguminosas sobre cacao nuevo en Talamanca. CATIE, Turrialba, C. R. (Mimeo).

VENTAJAS, DESVENTAJAS Y CARACTERISTICAS DESEABLES EN LOS ARBOLES DE SOMBRA PARA CAFE, CACAO Y TE

J. Beer**

RESUMEN

Se hace una revisión de las interacciones ecológicas que existen entre los árboles de sombra y los cultivos perennes: café (*Coffea* L. spp.), cacao (*Theobroma cacao* L.) y té (*Camellia sinensis* L. Kuntze). Estas interacciones se clasifican primero como ventajas y desventajas y, segundo, en cuanto efectos en el manejo de los cultivos, en el ciclo hidrológico, en patógenos, insectos y condiciones climáticas y en los suelos. Se dan referencias bibliográficas sobre las veinte ventajas y dieciséis desventajas en el uso de árboles de sombra, enfatizando en las publicaciones que proveen datos originales y metodologías útiles. Finalmente se presenta una lista de características deseables en los árboles de sombra para cultivos perennes.

Palabras claves: café, cacao, té, árboles de sombra, revisión.

INTRODUCCION

Las principales interacciones biológicas que existen entre los árboles de sombra y los cultivos que crecen debajo han sido revisadas por varios autores (Cunningham 1959; Gogoi 1977; Martínez y Enríquez 1981; Obaga 1985; Ostendorf 1962). Este informe provee listas acerca de las ventajas y desventajas sugeridas y que se atribuyen a los árboles de sombra usados para café (*Coffea* L. spp.), cacao (*T. cacao* L.) y té (*C. sinensis* L. Kuntze) (Budowski 1981; Fournier 1980; Purseglove 1968; Robinson 1964; Wrigley 1969). Estos listados se diseñaron para ayudar al estudiante, investigador o agente de extensión a identificar las interacciones árbol-cultivo más importantes, o las especies de árboles de sombra más adecuadas cuando se trabaja con una combinación agroforestal nueva y/o un nuevo sitio.

* Traducción del inglés por C. Rojas del artículo en *Agroforestry Systems* 5:3-13 1987. La idea de hacer una lista de ventajas y desventajas en los árboles de sombra, o en los sistemas agroforestales, no es nueva (véase Budowski 1981; Robinson 1964; Wrigley 1969). En esta revisión se da crédito a G. Budowski y a N. Gewald, quienes sugirieron su preparación y revisaron varios borradores previos. El autor también agradece a J. Heuveldop y P. K. Nair por sus útiles comentarios.

** Ph. D. Investigador Agroforestal, Proyecto Agroforestal, CATIE-GTZ, Turrialba, C. R.

Las referencias que se mencionan pertenecen a publicaciones que contienen datos experimentales y que describen una metodología utilizada para estudiar una interacción particular. En pocos casos, cuando los datos experimentales son escasos o no existen, se hace la referencia a publicaciones previas que incluyen la misma indicación (véase *Efectos beneficiosos en los organismos del suelo* en Fournier 1980). No se dan referencias cuando la posible ventaja o desventaja es obvia.

USO DE ARBOLES DE SOMBRA CON CULTIVOS TROPICALES PERENNES

Las agencias de servicio de extensión agrícola recomiendan actualmente el cultivo de café y cacao sin árboles de sombra, para obtener el más alto rendimiento posible. Tales recomendaciones se basan en un trabajo experimental realizado en muchos países tropicales, donde se ha demostrado que en los sitios indicados, con el manejo intensivo de monocultivos auto-sombreados, se puede incrementar la producción dos o tres veces, si se le compara con los sistemas mixtos tradicionales (Alvim 1977; Cabala *et al.* 1997; Cunningham y Lamb 1959; Cunningham y Arnold 1962; Hadfield 1981; Montes 1979; Murray 1956; Willey 1975; Wrigley 1969). Sin embargo existe poca información en relación a la rentabilidad a largo plazo del cultivo sin sombra en relación al cultivo con sombra (Akenkorah *et al.* 1974).

Para el pequeño agricultor resulta menos controvertida la inclusión de árboles de sombra, porque ellos, generalmente, tienen su cultivo en un sitio de clase subóptima (Nair 1980; Purseglove 1986; Wrigley 1969: para las descripciones de las condiciones óptimas para el café, cacao, té, otros.) Purseglove (1968:587) resume algunas de las más importantes consideraciones en el caso en que, como él afirma,

"La sombra reduce la fotosíntesis, la transpiración, el metabolismo y el crecimiento, por consiguiente se reduce también la demanda de nutrimentos del suelo y, así, se capacita a un cultivo para que se mantenga en suelos de baja fertilidad".

La sombra se recomienda invariablemente en cacao joven (Alvim 1977, Evans y Murray 1953) y, en los lugares óptimos, debe removerse en forma gradual hasta que el cacao se autosombree (Byrne 1972, Cunningham y Arnold 1962, Murray 1956). Sin embargo, en aquellos casos en que no se puede garantizar un manejo intensivo, más que todo con respecto a la aplicación regular de fertilizantes, se recomienda el mantenimiento de algunos árboles de sombra, tanto para el cacao (Wiley 1975) como para el café (Ostendorf 1962). Algunas de las muchas ventajas y desventajas de los árboles de sombra se indicarán en este informe, pero parece ser que el aspecto fundamental cuando se planea la renovación o establecimiento de plantaciones de cacao y café, es si el dueño tiene el lugar, educación y recursos para mantener estos cultivos sin sombra. En el caso de cultivos que se exportan, se presenta un riesgo adicional y consiste en que el valor del producto puede fluctuar temporalmente, y, en ocasiones, caer a un nivel tal que el finquero no puede proporcionar los gastos necesarios por más tiempo y, por lo tanto, abandona su plantación. Cacao o café bajo sombra sobrevivirán mejor a esta contrariedad que los monocultivos de estas especies (Haarer 1962:88).

El alto riego que en sí tienen los cultivos de cacao sin sombra, ha sido indicado por estudios económicos hechos por Cunningham (1963) en Ghana:

“Los gastos y trabajo asociados a la tumba de todos los árboles existentes, y el cultivo del cacao sin sombra con el uso de altas dosis de fertilizantes, se justificarán sólo cuando se obtengan producciones mayores o iguales a 3 000 lb/acre (3 360 kg/ha) de cacao seco” (véase también Vernon 1967).

Se ha observado que en la gran mayoría de los experimentos de fertilización realizados en plantaciones de cacao hay poca respuesta a la misma cuando se utiliza la sombra (Akenkorah *et al.* 1974; Alvim 1977; Byrne 1972; Cabala *et al.* 1972; Cunningham 1959; Cunningham y Arnold 1962; Murray y Nichols 1966); y, en tales circunstancias, no se justificaría el uso de fertilizantes. Parte de las investigaciones dedicadas a estos cultivos debería reorientarse, en el sentido de que, en vez de obtener cosechas máximas, los estudios deberían encaminarse a lograr sistemas de producción sostenida para los campesinos de pocos recursos económicos que hacen su agricultura en terrenos marginales.

Algunas de las consecuencias producidas por la sombra en los cultivos pueden ser favorables o desfavorables dependiendo de la situación, por ejemplo: la influencia en el balance hídrico del estrato inferior. **Si una Interacción particular es beneficiosa o perjudicial dependerá de las características de las especies y del área específica (clima, suelos, otros.).**

Los árboles de sombra se pueden clasificar (Combe y Budowski 1979):

- Como una herramienta en el manejo de las condiciones ambientales de cultivos en asocio; por ejemplo *Erythrina poeppigiana* con café.
- Como un medio en la diversificación de la producción (incluyendo madera) de un cierto lugar, por ejemplo *Cordia alliodora* con café.
- En algunos casos la sombra llena los objetivos de manejo y de producción, por ejemplo *Leucaena leucocephala* con café.

Con base en las interacciones sugeridas (véanse ventajas y desventajas), las características de los árboles de sombra dadas se consideran las más apropiadas pero las de mayor importancia dependen de los objetivos mencionados.

La primera pregunta que se ha de contestar es que si la especie está adaptada a la zona. Finalmente, la mejor prueba de cuán adecuada sea una especie de árbol para sombra es su rendimiento financiero como asociación a largo plazo, comparado con el monocultivo del cultivo perenne. Las listas adjuntas son sólo una guía para escoger las especies que han de ser probadas.

Listas de especies arbóreas de sombra potenciales han sido publicadas para: Brasil (Leite 1972; Santos y Lebad 1983, Vinha y Silva 1982); Camerún (Letousey 1955); América Central y Suramérica (Jiménez 1980a, 1980b); Costa Rica (Gutiérrez y Soto 1976; Holdridge 1957); Costa de Oro (Greenwood y Posnette 1950); India (Dutta 1978); Costa de Marfil (Lemee 1955); Kenya (McClelland 1935); México (Holdridge 1957); Sri Lanka (Holland 1931); Trinidad (Murray 1956); Uganda (Thomas 1940); varios países (Cook 1901; Haarer 1962; MacMillan 1943; Wrigley 1969) y Zaire (Poncin 1958).

POSIBLES VENTAJAS DE LOS ARBOLES DE SOMBRA CON CULTIVOS PERENNES

Consecuencias que facilitan el manejo del cultivo

- Prevención de sobreproducción y consecuente quema de los ápices ("die back") que resulta en producciones menos variables; las que al cabo de un largo período permiten una utilización eficiente de la maquinaria y de las labores durante la cosecha y el procesamiento (Purseglove 1968).
- Supresión del desarrollo de malezas (Bermúdez 1980; Cunningham 1963; Suárez de Castro *et al.* 1961; Vernon 1967).
- Diversificación de la producción, por ejemplo frutos, madera. Además, los árboles maderables representan "un capital permanente", y desde este punto de vista representan un seguro contra las pérdidas de los cultivos (Somarriba y Beer 1987).
- Control de la fenología del cultivo; por ejemplo la fructificación y maduración pueden ser influenciadas con el manejo de las condiciones ambientales por medio del control del período de la poda de los árboles de sombra o con el uso de árboles deciduos apropiados (Ampofo y Bonaparte 1981; Carvalho *et al.* 1961; Evans y Murray 1953; Greenwood y Posnette 1950; Hurd y Cunningham 1961; Vicente-Chandler *et al.* 1968; Young 1984).
- La sombra puede mejorar la calidad del cultivo, por ejemplo del café (Carvalho *et al.* 1961; Castillo 1960; Montes 1979).

Influencias beneficiosas en el ciclo hidrológico

- Disminución en la tasa de evapotranspiración del cultivo sombreado (Alvim 1960, Fordham 1972, Hardy 1962, Jiménez y Golberg 1982, Lemee 1955, McCulloch *et al.* 1965, Nair 1979, Suárez de Castro *et al.* 1961).
- Remoción de los excesos de humedad en el suelo mediante la transpiración producida por la densa cobertura vegetal de sombra (Evans y Murray 1953, Martínez y Enríquez 1981); por ejemplo las plantaciones de té en el noroeste de India (Willey 1975).
- Incremento en la entrada de humedad por medio de la intercepción horizontal de neblina o nubes; por ejemplo *Grevillea robusta* en plantaciones de té en Tanzania (East African Tea Research Institute).

Protección del cultivo de los patógenos, insectos y climas adversos

- Extensión de la vida productiva del cultivo (Akenkorah *et al.* 1974, Alvim 1977).
- Reducción de los valores extremos en la temperatura del aire, suelo y superficie foliar, y en algunos casos se mejoran las condiciones microclimáticas para el cultivo; por ejemplo mayor humedad (Alvim 1958, Alvim 1960, Cabala *et al.* 1972, Hadfield 1968, Nair 1979, Suárez de Castro *et al.* 1961, Vicente-Chandler *et al.* 1968).
- Disminución del daño ocasionado por el granizo y lluvias torrenciales.
- Disminución de algunas enfermedades, plagas e infecciones por parásitos en las plantas (Akenkorah *et al.* 1974, Alvim 1960, Nataraj y Subramanian 1975, Smith 1981, Tapley 1961, Thomas 1940).
- Disminución de la velocidad del viento en el estrato del cultivo (Alvim 1977, Leite *et al.* 1981, Schroeder 1951).

Mejoramiento de la fertilidad y protección del suelo

- El crecimiento y posible muerte de los sistemas radicales de los árboles de sombra favorecen el drenaje y la aireación del suelo (Holland 1931), por ejemplo fracturando el estrato de subsuelo compactado ("hard pan").
- Provisión de mantillo en el suelo que ayuda a mantener la humedad del suelo en la época seca y aumento de la cantidad de materia orgánica del suelo proveniente de la caída natural de las hojas y de los residuos de la poda (Beer 1988, Glover y Beer 1986, Hadfield 1981, Heuvelodop *et al.* 1985, Holland 1931, Santana y Cabala 1985).
- Disminución de la erosión en las pendientes (Suárez de Castro 1951, Vicente-Chandler *et al.* 1968, Wiersum 1984).
- Disminución en la tasa de descomposición de la materia orgánica del suelo, resultado de la reducción de la temperatura del suelo.
- Recirculación de nutrimentos que no son accesibles al cultivo (Ananth *et al.* 1960).
- Fijación de nitrógeno, producto de los nódulos del sistema radical de los árboles de sombra (Beer 1988, Escalante *et al.* 1984, Robertson *et al.* 1982).
- El manejo de cultivos perennes sin sombra involucra un gran uso de sustancias químicas agrícolas especialmente de herbicidas. Estos pueden producir efectos inhibidores sobre los organismos beneficiosos para el suelo, por ejemplo, descompensadores de materia orgánica y fijadores

de nitrógeno de vida libre (Fournier 1980). El incremento en el contenido de materia orgánica del suelo, creado por la presencia de árboles de sombra, puede promover la actividad de organismos benéficos en el suelo (Nair 1979).

POSIBLES DESVENTAJAS DEL USO DE ARBOLES DE SOMBRA CON CULTIVOS PERENNES

Aspectos que obstaculizan el manejo del cultivo

- Caída natural de los árboles y sus ramas, o la cosecha de los árboles maduros, dañará el cultivo inferior (Baker 1941, Beer 1980).
- Repentinas defoliaciones de los árboles de sombra a causa de insectos o enfermedades pueden producir un cambio brusco en las condiciones ambientales normales del cultivo bajo sombra y ocasionar una muerte progresiva de los ápices; por lo tanto es preferible el uso de varias especies de sombra que sólo una.
- Necesidad de una labor manual extraordinaria para las asociaciones cuando los árboles son regularmente podados (Enríquez 1986).
- Dificultad en la mecanización del estrato inferior del cultivo.
- Difícil establecimiento de estructuras de control de la erosión (por ejemplo, uso de terrazas) una vez que se plantan los árboles.
- Mejoramiento de las variedades de cultivo está orientado a su adaptación a las condiciones de monocultivo y no a las de sombra (Barúa y Sarma 1983, Castillo 1960, Enríquez 1986, Hadfield 1968, Montes 1979).
- Fuerte sombreo puede reducir la calidad de un cultivo, por ejemplo el té (Hilton 1975, McCulloch *et al.* 1965).

Influencias perjudiciales en el ciclo hidrológico

- Competencia de las raíces de los árboles de sombra por agua en la estación seca y por oxígeno en la estación lluviosa (Alvim 1960, Folster y Wood 1963, Franco 1951, Hadfield 1981, Laycock y Wood 1963, Vernon 1967).

Fomento de factores adversos y condiciones ambientales perjudiciales

- La disminución en el movimiento del aire y el aumento en humedad pueden favorecer las enfermedades fungosas (Cabala *et al.* 1972, Carvalho *et al.* 1961, Dakwa 1980, Smith 1981).
- La incidencia de insectos dañinos puede ser mayor en cultivos sombreados (Schroeder 1951, Wiersum 1984).
- La existencia de efectos alelopáticos (Anaya *et al.* 1982, Rietveld 1979), por ejemplo la combinación de nogal (*Juglans* sp.) con café es potencialmente peligrosa.
- Los árboles de sombra pueden ser huéspedes alternativos de plagas y enfermedades (Byrne 1972, Lemee 1955, Smith 1981).
- Los árboles de sombra no sólo reducen la cantidad de luz disponible, y por lo tanto el rendimiento de los suelos fértiles (Bonaparte 1967, Byrne 1972, Vernon 1967, Vicente-Chandler *et al.* 1968), sino también la calidad de la radiación transmitida al absorber diferencialmente ciertas longitudes de ondas importantes en la fotosíntesis (Bainbridge *et al.* 1966, Nair 1979).

Reducción en la fertilidad del suelo con respecto al cultivo asociado y mayor erosión

- Las raíces de los árboles de sombra compiten por nutrientes (Folster y Wood 1963, Gehrke 1962).
- El agua que corre en el tronco y el goteo, producido por la coalescencia de las gotas de lluvia que se unen en las hojas de los árboles de sombra, pueden ocasionar una redistribución desfavorable de la lluvia, que incrementa la erosión, daña el cultivo y disminuye la absorción de humedad en el suelo (Beer *et al.* 1981, Govindarajan 1969, MacMillan 1943, Suárez de Castro 1952, Wiersum 1984).

La extracción de frutos y/o madera constituye una salida de los nutrientes del lugar (Fassbender *et al.* 1985, Glover y Beer 1984).

CARACTERISTICAS DESEABLES DE LOS ARBOLES DE SOMBRA PARA CULTIVOS PERENNES

- Compatibilidad con el cultivo, que significa una competencia mínima por agua, nutrientes y espacio; por ejemplo que no produzca retoños, desarrollo de la copa sobre el cultivo, sistema radical profundo, mínimo traslape de las zonas de las raíces de las especies superiores e inferiores.
- Sistema radical fuerte (resistente a los vientos). Los árboles de sombra están más expuestos a las condiciones climáticas adversas que los de una plantación forestal o un bosque natural, y deben ser capaces de adaptarse al crecimiento en pleno sol.

- Habilidad de propagación vegetativa por medio del enraizamiento de las estacas, para dar rápidamente una sombra adecuada.
- Capacidad para extraer nutrimentos del suelo que el cultivo no pueda tomar*.
- Habilidad para fijar nitrógeno.
- Posesión de una copa rala que proporcione sombra en parches y no una uniforme que produzca luz de baja calidad fotosintética.
- En el caso de especies productoras de madera, es deseable un diámetro de copa pequeño que:
 - a) reduzca la resistencia del follaje al viento y, por lo tanto, el riesgo de caída, b) permita densidades relativamente altas de los árboles de sombra sin reducir los niveles de luz por debajo de valores críticos, c) minimice los daños ocasionados al cultivo cuando los árboles (producción sostenida de madera) son cosechados.
- Ramas y tallos no quebradizos.
- Tallos y ramas libres de espinas, para facilitar el manejo.
- Rápido crecimiento apical en las especies productoras de madera.
- Autopoda y, en condiciones de crecimiento libre, formación de troncos rectos no bifurcados, en el caso de las especies productoras de madera.
- Tolerancia a fuertes podas repetidas.
- Presencia de una alta producción de biomasa, que recircule los nutrimentos por medio de la caída de hojas y/o las podas. Hojas y material leñoso de fácil descomposición.
- En el caso de los árboles deciduos, que rápidamente generen nuevas hojas para restablecer las condiciones originales de sombra.
- Ausencia de susceptibilidad a enfermedades o insectos que podrían provocar una defoliación súbita.
- Presencia de hojas pequeñas, para evitar el efecto de unión de las gotas de lluvia que causan daños por golpeo.
- Ausencia de efectos alelopáticos.

* Este es un punto contencioso ya que varios autores describen los árboles como "bombas" de nutrimentos que proveen elementos que no están al alcance de las raíces del cultivo inferior. No obstante, Budowski afirma que las "raíces horizontales largas y superficiales" son una característica ventajosa, ya que así pocos nutrimentos escapan del sistema combinado de raíces-cultivo-árbol (1981). De hecho, con excepción de suelos arenosos, hay poca evidencia en los trópicos húmedos que demuestre que los sistemas radicales del cultivo y del árbol ocupen diferentes niveles en el suelo. En áreas con alta precipitación, la mayoría de las raíces alimenticias de todas las plantas están cerca de la superficie del suelo.

- Presencia de una corteza lisa que no permita hospedar epífitas.
- Producción de madera de valor, frutas o cualquier otro producto, por ejemplo el hule en *Hevea* spp.
- No hospedero alternativo de insectos patógenos, principales enemigos del cultivo.
- Las especies de sombra no deben tener la capacidad de reproducirse como malas hierbas, p.e. *Ricinus communis* y *Leucaena leucocephala* (en ciertas zonas).

Véase también Haarer (1962) MacMillan (1943) Martínez y Enríquez (1981) y Thomas (1940).


BIBLIOGRAFIA

- AKENKORAH, Y.; AKROFI, G.S.; ADRI, A.K. 1974. The end of the first cocoa shade and manurial experiment at the Cocoa Research Institute of Ghana. *Journal of Horticultural Science* 49: 43-51.
- ALVIM, P. de T. 1958. El problema del sombreado del cacao desde el punto de vista fisiológico. *Agronomía (Perú)* 25: 34-42.
- ALVIM, P. de T. 1960. Las necesidades de agua del cacao. *Turrialba* 10: 6-16. ✓
- ALVIM, P. de T. 1977. Cacao. III. Climate. In *Ecophysiology of tropical crops*. P. de T. Alvim, T.T. Kozłowski (Eds.). New York, Academic Press. p. 280-289.
- AMPOFO, S.T.; BONAPARTE, E.E. 1981. Flushing flowering and pod-setting of hybrid cocoa in a cocoa/shade/spacing/cultivar experiment. In *International Cocoa Research Conf. (7., 1979, Camerún)*. Proceedings. Lagos/Nigeria, Cocoa Producers Alliance. p. 103-108.
- ANANTH, B.R.; IYENGAR, B.R.V.; CHOKKANNA, N.G. 1960. Studies on the seasonal variations of plant foods under different shade trees. *Indian Coffee* 24: 347-361.
- ANAYA, A.L.; OCOCHA, G.R.; ORTIZ, L.M.; RAMOS, L. 1982. Potencial alelopático de las principales plantas de un cafetal. In *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*. A.E. Jiménez, A. Gómez-Pompa (Eds.). Xalapa, Méx., INIREB. p. 85-94.
- BAINBRIDGE, R.; EVANS, G.C.; RACKHAM, O. (Eds.). 1966. *Light as an ecological factor*. Oxford, England, Blackwell. 452 p.
- BAKER, R.E.D. 1941. Immortelle disease. *Tropical Agriculture* 18:96-101.
- BARUA, D.N.; SARMA, P.C. 1983. Effect of leaf-pose and shade on yield of cultivated tea. *Horticultural Abstracts* 3(5):374. También en: *Indian Journal of Agricultural Sciences* 52(10):653-656.


- BEER, J.W. 1980. *Cordia alliodora* with *Theobroma cacao*: A traditional agroforestry combination in the humid tropics. Turrialba, C.R., CATIE. 5 p. (Mimeo).
- BEER, J.W. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry Systems* 7:103-114.
- BEER, J.W.; CLARKIN, K.L.; DE LAS SALAS, G.; GLOVER, N. L. 1981. A case study of traditional agro-forestry practices in a wet tropical zone: The "La Suiza" project. In *Las ciencias forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical*. M. Chavarría (Ed.). San José, C.R.. CONICIT-INTERCIENCIA-SCITEC. p. 191-209.
- BERMUDEZ, M.M. 1980. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema de café (*Coffea arabica* L.) y poró (*Erythrina poeppigiana* (Walper) O.F. Cook) en Turrialba, Costa Rica. M. Sc. Tesis. Turrialba, C. R., CATIE-UCR. 74 p.
- BONAPARTE, E.E. 1967. Interspecific competition in a cocoa shade and fertilizer experiment. *Tropical Agriculture* 44: 13-19.
- BUDOWSKI, G. 1981. Applicability of agro-forestry systems. In *Agroforestry in the African humid tropics*. L.H. MacDonald (Ed.). Tokyo, Japan, United Nations University. p. 13-16.
- BYRNE, P.N. 1972. Cacao shade spacing and fertilizing trial in Papua and New Guinea. In *International Cocoa Research Conference (4., 1972, Tri.)*. St. Augustine, Tri. p. 275-286.
- CABALA, P.; MIRANDA, E.R.; SANTANA, C.J.L. 1972. Interacción sombra fertilizantes en cacaotales de Bahía. In *International Cocoa Research Conference (4., 1972, Tri.)*. St. Augustine, Tri. p. 181-189.
- CARVALHO, A.; KRUG, C.A.; MENDES, J.E.T.; ANTUNES, F.; JUNQUEIRA, A.R.; ALOISI, J.; ROCHA, T.R.; MORAES, M.V. 1961. Melhoramento do cafeeiro. *Bragantia* 20:1045-1142.
- CASTILLO, J. 1960. Rendimiento de las variedades Typica y Boubon del *C. arabica* L., en diferentes condiciones de cultivo. *Cenicafe* 11(5):137-142.
- COMBE, J.; BUDOWSKI, G. 1979. Classification of agroforestry techniques. In *Proc. Agroforestry systems in Latin America*. G. De las Salas (Ed.). Turrialba, C.R., CATIE. p. 17-47.
- COOK, O.F. 1901. Shade in coffee culture. Washington, USDA. Bulletin no. 25. 79 p.
- CUNNINGHAM, R.K. 1959. A review of the use of shade and fertilizer in the culture of cocoa. London, England, West African Cocoa Research Institute. Technical Bulletin no. 6. 15 p.
- CUNNINGHAM, R.K.; LAMB, J. 1959. A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute, Ghana. I. First year. *Journal of Horticultural Science* 34:14-22.
- CUNNINGHAM, R.K.; ARNOLD, P.W. 1962. The shade and fertilizer requirements of cacao (*Theobroma cacao*) in Ghana. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 13: 213-221.

- CUNNINGHAM, R.K. 1963. What shade and fertilizers are needed for good production. *Cocoa Growers Bulletin* 1:11-16.
- DAKWA, J.T. 1980. The effects of shade and NPK fertilizers on the incidence of cocoa black pod disease in Ghana. *Horticultural Abstracts* 50(3):187.
- También en: *Ghana J. Agricultural Science* 9(3): 179-184.
- DUTTA, A.C. 1978. Shade trees, green crop and cover crop plants in the tea estates of North East India. *Horticultural Abstracts* no. 48(4):357.
- También en: *Jorhat/Assam. 1977. Tocklai Exp Station. Memo no. 30. 128 p.*
- ENRIQUEZ, G.A. 1986. Respuesta del cacao híbrido a dos sistemas de sombra en Turrialba, Costa Rica. In *Proceedings Seminar Advances in Agroforestry Research*. J.W. Beer, H.W. Fassbender (Eds.). Turrialba, C. R., CATIE. p. 141-154.
- ESCALANTE, G.; HERRERA, R.; ARANGUREN, J. 1984. Fijación de nitrógeno en árboles de sombra (*Erythrina poeppigiana*) en cacaotales del Norte de Venezuela. *Pesquisa Agropécuaria Brasileira* 19:230.
- EVANS, H.; MURRAY, D.B. 1953. A shade and fertilizer experiment on young cacao. In *Report Cacao Research 1945-51*. St. Augustine, Tri., Imperial College of Tropical Agriculture. p. 67-76.
- FASSBENDER, H.W.; ALPIZAR, L.; HEUVELDOP, J.; ENRIQUEZ, G.; FOLSTER H. 1985. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. III. Modelos de la materia orgánica y los elementos nutritivos. *Turrialba* 35: 403-413.
- FORDHAM, R. 1972. Irrigation and shade experiment, Las Hermanas. In *Annual Report on Cacao 1971*. St. Augustine, Tri., Univ. W. Indies. p. 38- 46.
- FOLSTER, L.J.; WOOD, R.A. 1963. Observations on the effects of shade and irrigation on soil-moisture utilization under coffee in Nyasaland. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 31:108-114. ✓
- FOURNIER, L.A. 1980. Fundamentos ecológicos del cultivo de café. San José, C. R. IICA, PROME-CAFE. *Publicaciones Misceláneas* no. 230. 29 p.
- FRANCO, C.M. 1951. A agua do solo e o sombreamento dos cafezais na America Central. *Bragantia* 11(4-6): 99-119. ✓
- GEHRKE, M.R. 1962. Distribution of absorbing roots of coffee (*Coffea arabica* L.) and rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr.) in mixed plantings in two ecological zones of Costa Rica. M.Sc. Tesis. Turrialba, C. R., IICA. 117 p.
- GLOVER, N.; BEER, J. 1984. Spatial and temporal fluctuations of litterfall in the agroforestry associations *Coffea arabica* var. Caturra - *Erythrina poeppigiana* - *Cordia alliodora*. Turrialba, C.R., CATIE. 49 p. (Mimeo).

- GLOVER, N.; BEER, J.W. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 4: 77-87.
- GOGOI, B.N. 1977. A review of research on shade in tea. *Horticultural Abstracts* 47 (11):917.
- También en: *Two Bud* 23(2):67-73.
- GOVINDARAJAN, A.G. 1969. Shade trees for coffee. IX. *Syzygium jambolanum* D.C. *Indian Coffee* 33(17): 219-224.
- GREENWOOD, M.; POSNETTE, A.F. 1950. The growth flushes of cacao. *Journal of Horticultural Science* 25:164-174.
- GUTIERREZ, Z.G.; SOTO, B. 1976. Arboles usados como sombra en café y cacao. *Revista Cafetalera* 18: 27-32.
- HAARER, A.E. 1962. *Modern coffee production*. London, Leonard Hill. 495 p.
- HADFIELD, W. 1968. Leaf temperature, leaf pose, and productivity of the tea bush. *Nature* 219:282-284.
- HADFIELD, W. 1974. Shade in North-East Indian tea plantations. I. The shade pattern. *Journal of Applied Ecology* 11: 51-78.
- ✓ HADFIELD, W. 1981. Climatic constraints in Ecuadorian cocoa production. In *International Cocoa Research Conference (7., 1979, Camerún)*. Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers Alliance. p. 13-24.
- HARDY, F. 1962. La sombra del cacao en relación con la intercepción de lluvia. *Turrialba* 12:80-86.
- HEUVELDOP, J.; ALPIZAR, L.; FASSBENDER, H.W.; ENRIQUEZ, G.; FOLSTER H. 1985. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. II. Producción agrícola, maderable y de residuos vegetales. *Turrialba* 35: 347-355.
- HILTON, P.J. 1974. The effect of shade upon the chemical composition of the flush of tea (*Camellia sinensis*). *Tropical Science* 16(1): 15-22.
- HOLDRIDGE, L.R. 1957. Arboles de sombra para el cacao. In *Manual del curso de cacao* A.L. Erickson A.L. (Ed). Turrialba, C.R., IICA. p. 113-117.
- HOLLAND, T.H. 1931. The green manuring of tea, coffee and cacao. *Tropical Agriculture* 77: 71-98, 197-218.
- HURD, R.G.; CUNNINGHAM, R.K. 1961. A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute Ghana. III. Physiological results. *Journal of Horticultural Science* 36:126-137.

- JIMENEZ, A.E.; GOLBERG, A.D. 1982. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero. III. Efecto de diferentes estructuras vegetales sobre el balance hídrico del cafetal. In Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero. A.E. Jiménez, A. Gómez-Pompa (Eds.). Xalapa, Méx., INIREB. p. 39-54.
- JIMENEZ, V.G. 1980a. Asociación de especies frutales con cacao. Turrialba, C.R., CATIE. 16 p. (Mimeo).
- JIMENEZ, V.G. 1980b. El sombreado de cacao. Turrialba, C.R., CATIE. 26 p. (Mimeo).
- LAYCOCK, D.H.; WOOD, R.A. 1963. Some observations on soil moisture use under tea in Nysaland. II. The effect of shade trees. *Tropical Agriculture* 40:42-48. 
- LEITE, J. de O. 1972. Medida de densidade de sombramento em cacaosais com base em fotografias aéreas. In International Cocoa Research Conference (4., 1972, Tri.). Proceedings. St. Augustine, Tri. p. 300-311.
- LEITE, R.M. de O.; ALVIM, R.; ALVIM, P. de T. 1981. Effects of wind and solar radiation on the mechanical rupture of the cacao pulvinus (Abstract). In International Cocoa Research Conference (7., 1979, Cameroun). Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers Alliance. p. 129.
- LEMEE, G. 1955. Influence de l'alimentation en eau et de l'ombrage sur l'économie hydrique et la photosynthèse du cacaoyer. *Agronomie Tropicale* 10(5):592-603.
- LETOUSEY, R. 1955. Les arbres d'ombrage des plantations agricoles Camerounaises. *Bois et Forêts des Tropiques* 42:15-25.
- MACMILLAN, H.F. 1943. Tropical planting and gardening. London, MacMillan. p. 208-214.
- MARTINEZ, A.; ENRIQUEZ, G. 1981. La sombra para el cacao. Turrialba, C.R., CATIE. Boletín Técnico no. 5. 93 p.
- McCLELLAND, T.L. 1935. Coffee shade in Kenya. *East African Agricultural and Forestry Journal* 1(2) : 107-118.
- McCULLOCH, J.S.G.; PEREIRA, H.C.; KERFOOT, O.; GOODCHILD, N.A. 1965. Effect of shade trees on tea yields. *Agricultural Meteorology* 2:385-99.
- MONTES, S. 1979. Estudios del porcentaje de granos vanos, y el rendimiento en *Coffea arabica* var. Caturra Rojo y Amarillo en plantaciones al sol y a la sombra. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Café y Cacao* 1(1-2):35-45.
- MURRAY, D.B. 1956. Shade trees for cacao. In Report Cacao Res 1955-56. Tri., Imperial College of Tropical Agriculture. p. 45-47.
- MURRAY, D.B. 1956. The use of shade for cacao. In Conf Interam Cacau (6., 1956). Bahía, Brasil. p. 111-116.

- MURRAY, D.B.; NICHOLS, R. 1966. Light, shade and growth in some tropical plants. In **Light as an ecological factor**. R. Bainbridge, G.C. Evans, O. Rackham (Eds.). Oxford, England, Blackwell. p. 249-263.
- NAIR, P.K.R. 1979. Intensive multiple cropping with coconuts in India: Principles, programmes and prospects. Berlin, Germany, Parey. 147 p.
- NAIR, P.K.R. 1980. Agroforestry species: A crop sheets manual. Nairobi, Kenya, ICRAF. 336 p.
- NATARAJ, T.; SUBRAMANIAN, S. 1975. Effect of shade and exposure on the incidence of brown-eye-spot of coffee. *Indian Coffee* 39(6):179-180.
- OBAGA, S.O. 1985. Shade trees in tea: A review. *Horticultural Abstracts* 55(5):409.
- También en: *Tea* 5(1) : 39-47.
- OSTENDORF, F.W. 1962. The coffee shade problem. *Tropical Abstracts* 17 : 577-581.
- PONCIN, L. 1958. The use of shade at Lukolela Plantations. In *Report Cocoa Conf 1957*. London, The Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance. p. 281-288.
- PURSEGLOVE, J.W. 1968. *Tropical Crops: Dicotyledons*. New York, Wiley. 719 p.
- RIETVELD, W.J. 1979. Ecological implications of allelopathy in forestry. In *John S. Wright For Conf*. H.A. Holt, B.C. Fisher (Eds.). Purdue, Indiana, Purdue University. p. 91-112.
- ROBERTSON, G.P.; HERRERA, R.; ROSSWALL, T. (Eds.). 1982. Nitrogen cycling in ecosystems of Latin America and the Caribbean. *Plant Soil* 67 : 241-291.
- ROBINSON, J.B.D. (Ed.). 1964. *A handbook on Arabica coffee in Tanganyika*. Tanganyika Coffee Board. 182 p.
- SANTANA, M.B.; CABALA, P. 1985. Reciclagem de nutrientes en uma plantacao de cacau sombreada com *Erythrina*. In *International Cocoa Research Conference (9., 1984, Togo)*. Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers Alliance. p. 205-210.
- SANTOS, M.O.; LBAO, D.E. 1982. Sombreamiento definitivo do cacauzeiro. Ilheus, Bahia, Brasil, Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. 24 p.
- SCHROEDER, R. 1951. Resultados obtenidos de una investigación del microclima en un cafetal. *Cenicafe* 2(18):33-43.
- SMITH, E.S.C. 1981. The interrelationships between shade types and cocoa pest and disease problems in Papua New Guinea. In *Cocoa Research Conference (7., 1979, Cameroun)*. Lagos, Nigeria, Cocoa Producers Alliance. p. 37-43.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J.W. 1987. Dimensions, volumes and growth of *Cordia alliodora* in agroforestry systems. 18 : 113-126.

- SUAREZ DE CASTRO, F. 1951. Experimentos sobre la erosión de los suelos. Chinchilla, Col., Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Boletín Técnico no. 6. 44 p.
- SUAREZ DE CASTRO, F. 1952. Potencialidad erosiva de las lluvias dentro de un cafetal y al aire libre. *Cenicafe* 3(32):21-31.
- SUAREZ DE CASTRO, F.; MONTENEGRO, L.; AVILES, P.C.; MORENO, M.M.; BOLAÑOS, M. 1961. Efecto del sombrío en los primeros años de vida de un cafetal. Santa Tecla, Salv., Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 36 p.
- TAPLEY, R.G. 1961. Crinkle-leaf of coffee in Tanganyika. *Kenya Coffee* 26:56-157.
- THOMAS, A.S. 1940. Robusta coffee. In *Agriculture in Uganda*. J.P. Tothill (Ed.). London, Oxford University Press. 551 p.
- THOMAS, A.S. 1940. Arabica coffee. In *Agriculture in Uganda*. J.P. Tothill (Ed.). London, Oxford University Press. 551 p.
- THOMAS, A.S. 1940. Shade trees. In *Agriculture in Uganda*. J.P. Tothill (Ed.). London, Oxford University Press. 551 p.
- VERNON, A.J. 1967. New developments in cocoa shade studies in Ghana. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 18:44-48. 
- VERNON, A.J. 1967. Yield and light relationship in cocoa. *Tropical Agriculture* 44:223-238.
- VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUÑA, F.; BOSQUE-LUGO, R.; SILVA, S. 1968. Intensive coffee culture in Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 211. p. 23-28.
- VINHA, S.G.; SILVA, L.A. 1982. Arvores aproveitadas como sombreadoras de cacauzeiros no sul da Bahía e norte do Espírito Santo. Ilheus, Bahía, Bra., Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. 136 p.
- WIERSUM, K.F. 1984. Surface erosion under various tropical agroforestry systems. In *Symposium on Effects of Forest Land Use on Erosion and Slope Stability*. C.L. O'Loughlin, A.J. Pearce (Eds.). Honolulu, Hawaii, East-West Center. p. 231-239.
- WILLEY, R.W. 1975. The use of shade in coffee, cocoa and tea. *Horticultural Abstracts* 45(12):791-798.
- WRIGLEY, G. 1969. *Tropical agriculture: The development of production*. London, England, Faber. 376 p.
- YOUNG, A.M. 1984. Flowering and fruit-setting patterns of cocoa trees (*Theobroma cacao* L.) (Sterculiaceae) at three localities in Costa Rica. *Turrialba* 34(2):129-142.

ASOCIACION DE CACAO CON PLANTAS ORNAMENTALES EN HONDURAS

*Román Mencías**
*Jesús Sánchez***
*Aroldo Dubón****

RESUMEN

El cacao es uno de los cultivos permanentes que permite compartir el espacio físico con otras especies que pueden ocupar diferentes estratos dentro del sistema según su hábitat, tamaño y finalidad de explotación. Como cultivo de semibosque, el cacao en la región centroamericana normalmente se encuentra asociado con otras especies perennes, especialmente de la familia de las leguminosas, pero no se siguen patrones definidos de distancias de siembra ni de arreglos espaciales. Contrario a lo anterior, la explotación del cacao en asocio con cultivos anuales con valor alimenticio es menos frecuente, aunque algunos agricultores sacan en los primeros años alguna siembra de granos básicos o yuca con fines de subsistencia. La asociación del cacao con un cultivo anual, aunque explotado en forma permanente con fines comerciales como las plantas ornamentales, es muy poco conocido en el medio. Aquí se da a conocer un caso desarrollado en Honduras con carácter comercial de cacao asociado con plantas ornamentales, donde éstas se constituyen en un componente permanente del sistema con grandes ventajas para el productor de ornamentales quien ve reducir sus costos de producción, incluyendo infraestructura, y para el productor de cacao, quien incrementa notoriamente los ingresos igualmente por reducción de costos y por aumento de producción. Se comentan los aspectos legales que rigen la relación entre el empresario -de ornamentales- y el productor de cacao.

INTRODUCCION

El cacao es uno de los cultivos permanentes que permite asociarse con una serie de especies que pueden ocupar diferentes estratos dentro del sistema según su finalidad.

* Gerente de Producción Viveros Tropicales, La Masica, Atlántica, Hond.

** Jefe Programa de Cacao, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Hond.

*** Investigador Asociado, Programa de Cacao, FHIA, Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Hond.

Una de estas curiosas asociaciones, y que es motivo de análisis en este trabajo, tanto por el efecto que produce en el cacao como por el beneficio económico que logra en el productor, es el sistema de intercalar plantas de ornamento entre las calles de cacao.

En el sector de La Masica, principal zona de concentración del cultivo de cacao en Honduras, opera hace aproximadamente diez años la empresa Viveros Tropicales S.A. dedicada a la línea de producción de ornamentales de follaje verde para interiores, exclusivamente para la exportación.

Debido en parte al alto costo del cobertor sintético que se emplea en los viveros, se probó la producción de estas plantas bajo cobertura natural de cacao, lo que dio muy buenos resultados. Actualmente se producen ornamentales en forma comercial en fincas de cacao de productores vecinos.

Este tipo de asociación permite beneficios agronómicos al cacao y económicos al productor y a la misma empresa, al reducir costos de operación y hacer partícipe con un porcentaje de los dividendos al propietario de la finca. Con las reservas del caso se hace una relación de los aspectos operacionales entre la empresa y el productor, y de los beneficios que trae consigo este tipo de sociedad. Sin embargo, las posibilidades de expansión de esta asociación en la zona dependen en gran medida de la demanda internacional que exista por este tipo de plantas dedicadas a satisfacer gustos y no necesidades básicas de una población.

ASPECTOS GENERALES DE OPERACION DE LA EMPRESA VIVEROS TROPICALES

Hace aproximadamente diez años que la empresa Viveros Tropicales opera en Honduras; se dedica exclusivamente a la producción de plantas ornamentales de follaje para interiores con fines de exportación. El principal mercado lo constituyen Estados Unidos de América y Europa, hacia donde se exporta el producto a través de Brokers.

El centro de producción se encuentra instalado en el Valle de La Masica, Atlántida, Honduras, principal zona de concentración del cultivo del cacao. Cuenta con extensos viveros manejados con alta tecnología, dada la naturaleza del producto.

Por razones de altos costos en el material cobertor ("zarán") que se emplea en los viveros, y por limitaciones de espacio para la expansión de nuevas áreas, la empresa probó hace unos cinco años establecer viveros de multiplicación de este tipo de plantas ornamentales, bajo el dosel del cacao, obteniendo resultados más satisfactorios. Como una consecuencia de lo anterior, en los últimos tres años ha establecido convenios con productores de cacao de la zona para realizar una explotación integrada de ambos cultivos.

RELACION ENTRE LA EMPRESA Y EL PRODUCTOR VENTAJAS EN COMUN

La empresa suscribe un tipo de convenio con el productor, mediante documento autenticado por un abogado, para fijar las normas operacionales en su finca. En los términos del convenio se establece que la empresa se compromete a regular o realizar la sombra, podar y realizar todas las demás labores de manejo, incluyendo la cosecha. También el productor (de cacao) se hace acreedor a un porcentaje económico por planta exportada.

Características de las fincas en esta modalidad

Las fincas que están entrando en este sistema, por lo general, tienen entre 15 y 20 años; material genético muy homogéneo (cacao local), con densidades que van de 600 a 700 plantas por hectárea; y, en su mayoría, han tenido un nivel de manejo de medio a bajo anteriormente.

Ventajas en común

De acuerdo con los resultados en términos económicos hasta el presente, esta modalidad representa para la empresa una reducción en los costos de mantenimiento (hasta del 60%): sombra, control de malezas y riego, entre otras. Mientras que para el productor de cacao los beneficios se traducen en un manejo agronómico más eficiente que conduce a una mayor producción de cacao y sin costo ni riego. Así mismo recibe un beneficio económico complementario ("regalía") que va de US\$1.88 a US\$ 3.76 por millar de plantas exportadas, lo que representa actualmente una ganancia neta de US\$467 a US\$699 ha/año (US\$189 a US\$283 por acre al año).

Por otra parte, la demanda de mano de obra en este tipo de asociación es alta, pero esto puede considerarse una ventaja comparativa dada la disponibilidad de este recurso en la zona, principalmente de mano de obra femenina que no tiene demanda de otros cultivos. El manejo de una hectárea de ornamentales bajo el sistema considerado requiere cinco jornales femeninos permanentes, esto es 1800 jornales/ha-año.

ESPECIES ORNAMENTALES ASOCIADAS Y SUS REQUERIMIENTOS AGROECOLOGICOS

Entre las principales especies identificadas por su nombre comercial que se cultivan bajo las plantaciones de cacao, se tienen: *dracaenas* (*Warnikii*, *Janeh creii compacta*) y *aglonemas* (*Aglonema silver queen*). Estas especies requieren para su buen desarrollo condiciones de sombreado de aproximadamente un 60% y una humedad relativa del 80% y, preferiblemente, suelos tipo franco-limoso, franco-arenoso fino, y bien drenados.

MANEJO DEL SISTEMA ASOCIADO

Adecuación de las fincas

Se requiere una adecuación previa de la finca, encaminada a crear un ambiente más propicio para los ornamentales y para facilitar el manejo del sistema asociado. Dentro de estas prácticas son de especial importancia las limpias (desyerbas), las podas fuertes del cacao, el realce de la sombra permanente y su regulación, la construcción de zanjillas y la conformación de camas para el trasplante.

El costo de acondicionamiento equivale a unos US\$504/ha repartidos en un 44% para la poda y la regulación de sombra y el resto (56%) para la construcción de las bordas (zanjillos y conformación de camas). No obstante estos costos la empresa se ahorra hasta un 60% cuando tiene que usar cobertizo artificial ("zarán") y sistema de riego.

Densidad de siembra y labores posteriores

Se emplean densidades de 74 000 plantas por hectárea aproximadamente (30 000 plantas/acre), usando una distancia de 25 cm x 30 cm (10 x 12 pulgadas) entre plantas.

Las labores posteriores comprenden atenciones periódicas a las ornamentales, a través de ciclos de aspersión, fertilización, aplicación de nematocidas y control de malezas por un período que va de uno a cinco años, cuando se debe arrancar la planta "madre" y reemplazarla por otra (cepa) que producirá una serie de "hijos" (clones), que son cosechados tres veces por año y puestos a crecer en sitios debidamente acondicionados hasta que presenten un desarrollo adecuado para ser exportados.

Rendimientos de cacao

En la medida que el cultivo de cacao se ve favorecido con estas prácticas adicionales de manejo intensivo, su capacidad productiva aumenta hasta en un 60 por ciento.

Actualmente, una finca con cacao híbrido de cinco años de edad significa en esta temporada de cosecha hasta 960 kg/ha de cacao seco. El rendimiento en otras fincas tradicionales debe ser menor dada la densidad de siembra, el material genético sembrado y el grado de manejo que han recibido antes de participar en el sistema asociado.

PERSPECTIVAS PARA LA EMPRESA Y SU RELACION CON EL PRODUCTOR

Actualmente se tienen seis hectáreas con este sistema de asocio, pero hay que tener presente que el mercado de ornamentales, por su condición de plantas de uso estético, está condicionado a la situación económica mundial, donde la demanda podría ver disminuir en épocas de crisis internacional o conflagraciones entre países compradores, ya que entre la población habrán necesidades más importantes para satisfacer, pues no se puede olvidar que una planta ornamental es un lujo ("hobby") y no una necesidad básica.

Sin embargo, hasta ahora, esta línea de producción constituye un negocio atractivo y, en la medida que se continúe gozando de la aceptación del mercado extranjero, se seguirá ampliando este tipo de explotación mixta de cacao-ornamentales en este sector del país.

CONCLUSIONES

- La asociación cacao-ornamentales de follaje es una alternativa para pequeños y medianos productores de cacao siempre que se disponga de infraestructura adecuada en la zona para la exportación de plantas.
- La explotación conjunta del sistema de cultivo asociado cacao-ornamentales permite un uso más eficiente del terreno; y reduce costos de manejo de ambos componentes del sistema, a la vez que incrementa los rendimientos de grano seco de cacao, con el consiguiente beneficio para el productor, especialmente, en épocas de recesión de precios como los actuales.
- Por la gran demanda de mano de obra que tiene el sistema asociado cacao-ornamentales, se constituye en una fuente alternativa de empleo para la mano de obra femenina, que es abundante en los países de la región, lo que contribuirá a incrementar los ingresos y el bienestar de la familia.

MANEJO DE SOMBRAS DEL CACAO: CONSIDERACIONES ECOFISIOLÓGICAS PARA EXPERIMENTOS CON ARBOLES LEGUMINOSOS

Pekka Nygren*

COMPENDIO

Se presentan los resultados de un análisis teórico sobre el efecto que tienen sobre el sombrero del cacao (*Theobroma cacao* L.) el espaciamiento y las podas de los árboles asociados con éste. El análisis se basó en una revisión de literatura y en el uso de un modelo de simulación de la sombra de los árboles. El sol directo puede tener un efecto negativo sobre la productividad fotosintética del cacao, debido a la sensibilidad de esta especie a la fotoinhibición. Los árboles de sombra pueden ser importantes para evitar este problema. El manejo de la sombra mediante podas muy drásticas, causa intensos cambios en el régimen de radiación solar, los que pueden tener un efecto negativo sobre la productividad, debido al tiempo requerido por el cacao para la adaptación a las nuevas condiciones. Para evitar este estrés, se recomienda manejar las sombras con podas parciales. Las ideas presentadas con respecto al manejo de las sombras, deben ser constatadas con experimentos de campo, preferiblemente combinando los aspectos ecofisiológicos y agronómicos del manejo de la sombra y del cacao.

INTRODUCCION

Al igual que en cualquier otra asociación entre árboles y cultivos perennes, la combinación de cacao (*T. cacao* L.) con árboles, se da principalmente con el objeto de manejar el microambiente del cultivo y para diversificar la producción (ej. árboles maderables o frutales), (Beer 1987).

Los árboles leguminosos son utilizados, generalmente, para manejar el microambiente. Entre las ventajas que estas especies tienen para cumplir con este propósito están: fijación biológica del nitrógeno atmosférico, estructura de copa que forma una sombra deseable, estructura radicular que disminuye la competencia subterránea con el cultivo, crecimiento rápido, alta productividad de biomasa y facilidad de manejo (Budowski *et al.* 1984). Existen pocos estudios, sin embargo, que permitan cuantificar estos aportes, salvo aquellos en que se ha determinado la producción de biomasa.

* Proyecto Árboles Fijadores de Nitrógeno, CATIE, Turrialba, C.R.
Se agradece al M. Sc. Wilbert Campos por los datos de las dimensiones de los árboles de *E. poeppigiana*, usados como sombra en los experimentos sobre sombrero del cacao en Talamanca, C.R.; y al M. Sc. Florent Maraux por los comentarios importantes al manuscrito.

El manejo del microambiente mediante el uso de árboles leguminosos se produce a través de podas periódicas de los árboles: práctica que es comúnmente empleada por los agricultores para evitar el sombrero excesivo y para suministrar abono verde al cultivo. Para dar recomendaciones acertadas con respecto a esta práctica, se debe estudiar su efecto sobre el microclima del cacaotal y la respuesta del cacao a los cambios microclimáticos.

En los estudios microclimáticos y en la investigación de cualquier problema de manejo en los sistemas agroforestales, los diseños experimentales tradicionalmente utilizados en ciencias agrícolas son difíciles de aplicar, debido al número elevado de tratamientos necesarios y al tamaño relativamente grande de las parcelas, requerido para controlar adecuadamente los efectos microclimáticos y periféricos (Huxley 1985, 1987; Vandermeer 1989.). Por esta razón, es esencial un análisis previo del problema que se desea investigar. En este tipo de análisis, la aplicación de modelos de simulación constituye una alternativa promisoriosa, ya que permite explorar rápidamente un gran número de diseños y seleccionar los mejores para ser comprobados en el campo (Vandermeer 1986, 1989).

El objetivo del presente trabajo es dar algunas ideas con respecto al diseño de experimentos relacionados con el manejo de sombras en cacao, utilizando árboles leguminosos. Se pretende, además, presentar un análisis inicial para la planificación de experimentos en el campo, mediante el uso de un modelo de simulación de los patrones de sombra de árboles en sistemas agroforestales y el conocimiento ecofisiológico del cacao, determinado en una revisión limitada de literatura. Más que dar respuestas definitivas al problema del manejo de sombras en cacao, se busca formular preguntas para la experimentación desde el punto de vista ecofisiológico.

REVISION DE LITERATURA

El cacao se considera, generalmente, como una especie tolerante a la sombra, por lo que su cultivo, tradicionalmente, se ha realizado bajo sombra. Entre las ventajas de los árboles de sombra se mencionan: protección del cacao contra el calor excesivo y el viento (Alvim 1977) y la pérdida excesiva de agua (Bonaparte 1967). También se ha observado que la necesidad de fertilizar es menor en los cacaotales con árboles que en los no sombreados (Alvim 1977). Se menciona que, para plantaciones jóvenes, la radiación solar óptima debe ser de un 50% (Raja Harun y Hardwick 1987a) o del 30% al 60% (Batista y Alvim 1981). La floración y la fructificación son significativamente más abundantes bajo una sombra "moderada" que a plena exposición (Boyer 1974). El cacao puede producir frutos con un 10% de la radiación solar no sombreada; y en condiciones de vivero las plántulas crecen cuando la radiación es solamente del 3% respecto de la no sombreada (Vernon 1967).

En el Cuadro 1 se resumen algunas respuestas fotosintéticas del cacao ante la densidad del flujo de fotones (*photon flux density*, PFD), las cuales fueron determinadas en condiciones de laboratorio por Raja Harun y Hardwick (1987a). El punto de saturación, es decir la PFD en que se alcanza la tasa máxima de asimilación de dióxido de carbono (A_m), es bastante bajo (400 molm⁻²s⁻¹) y la tasa de asimilación de CO₂ (A) es del 95% de la A_m todavía en la PFD (200 molm⁻²s⁻¹). El punto de compensación, o sea, la PFD en que A es igual a la tasa de respiración, es solamente de 7 molm⁻²s⁻¹. Además, el cacao parece ser bastante sensible a la fotoinhibición.

Cuadro 1. Algunas respuestas fotosintéticas del cacao a la densidad del flujo de fotones (PFD), calculadas a partir de Raja Harun y Hardwick (1987).

Respuesta	PFD [=] molm-2s-1]		PFD/PDFm*
Punto de saturación		400	20%
A 95% de la Am**		200	10%
A 50% de la Am		55	3%
Punto de compensación		7	> 1%
Fotoinhibición después de la exposición de seis horas***	10%	250	12%
	30%	530	26%
	50%	800	40%
Fotoinhibición después de la exposición de dos horas	10%	530	26%
	20%	800	40%

NOTAS:

* Proporción de la PFD de la PFD del mediodía en los trópicos.

** Símbolos: A = Tasa de asimilación de CO₂; Am = Tasa máxima de asimilación de CO₂.

*** Fotoinhibición se expresa en el porcentaje de la reducción de la tasa de asimilación de CO₂ de su valor inicial bajo la misma PFD.

Este concepto se refiere a la disminución de A de su valor inicial bajo una exposición prolongada a una PFD alta, por la incapacidad de las reacciones bioquímicas de la fotosíntesis para usar la energía solar absorbida (Hall y Rao 1988). Es especialmente notorio que la exposición prolongada (6 h) a la PFD de 250 molm-2s-1, valor inferior al punto de saturación, es suficiente para causar una disminución del 10% de la A, y la exposición a la PFD de 800 molm-2s-1 causa una reducción del 50% de la A (Raja Harun y Hardwick 1987a). En condiciones tropicales y en un día despejado, la PFD es de 800 molm-2s-1 o más durante ocho horas.

Los cambios de la temperatura ambiental en el rango de 20° C - 30° C, no afectaron la A en condiciones de laboratorio, pero la resistencia estomatal disminuyó al aumentar la temperatura de las hojas (Raja Harun y Hardwick 1987b). En el mismo estudio se observó que A no fue afectada por el déficit de presión de vapor del agua atmosférica (DPV) entre 0 y 10 mb (el último valor corresponde aproximadamente a la humedad relativa de 70% a 28° C), pero disminuyó intensamente cuando la DPV aumentó 10 mb. La tasa de transpiración se incrementó en función de la DPV entre 0 y 10 mb y, después, permaneció constante.

La distribución del área foliar en función de la profundidad del dosel y la atenuación de la PFD en plantaciones de cacao no sombreadas se presentan en la Figura 1 (Alvim 1977). La mayor parte del follaje se concentró entre 0.5 m y 1.25 m desde el nivel superior de la plantación. El índice del área foliar (IAF) total (5.35) era bastante alto. La atenuación de la PFD se describió aplicando la Ley de Beer acerca de la transmisión radiativa en un medio turbio (Alvim 1977; ver también Monsi y Saeki 1953; Nobel y Long 1987).

$$\ln(\text{PFD}_0/\text{PFD}_L) = \exp(-KL) \quad (1)$$

donde: PFD₀ es la PFD no sombreada,
L es el IAF acumulativo,
PFD_L es la PFD sombreada por L y
K es el coeficiente de transmisión del dosel.

El valor promedio del último parámetro fue de 0.57, indicando una transmitancia regular del dosel.

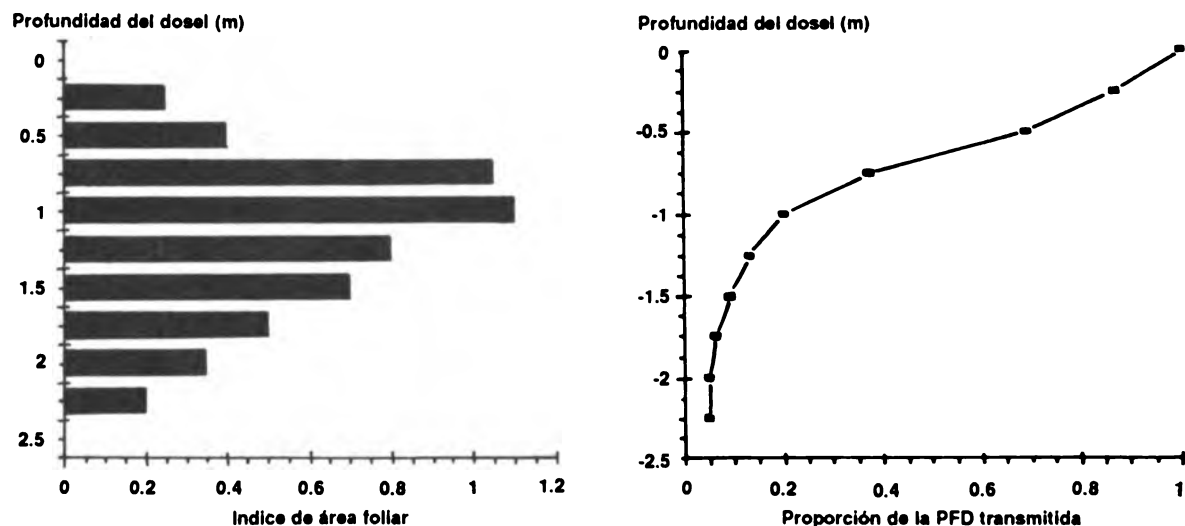


Fig. 1. Índice de área foliar (IAF) y de la proporción de la densidad del flujo de fotones (PFD), transmitida según Alvim (1977) para cacao cultivado sin sombra.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio de simulación se aplicó el programa Sib para los patrones de sombra de los árboles manejados con podas periódicas en sistemas agroforestales (Nygren 1990). El programa permite estimar la exposición de fotones ("photon exposure= PE") potencial durante un período definido por el usuario en un campo con sombra de árboles, cuando se conoce la ubicación de los árboles en el campo, las dimensiones y la forma de la copa, la altura del cultivo, la latitud del lugar y la transmitancia atmosférica para la radiación directa.

El término "potencial", en este caso, significa que no se toman en cuenta las condiciones locales de tiempo, sino que el cálculo se efectúa para condiciones de cielo despejado. Los resultados se presentan en forma de mapa de campo, dividido en cuadrículas de 50 cm x 50 cm, donde se indica la PE durante el período en cada cuadrícula. Los parámetros de la transmitancia de la copa de árboles, corresponden a *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook. Sin embargo, cambiando estos parámetros, el programa se adaptaría a cualquier especie de árbol manejada con podas. Los detalles computadorizados fueron presentados por Nygren (1990).

El programa fue comprobado en un sistema de cultivo en callejones de *E. poeppigiana* con trijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). En estas condiciones, el programa presentó una sobreestimación de 4.9% con respecto a la PE medida, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa (Nygren 1990).

Las simulaciones de este estudio se efectuaron para sistemas de cacao con *E. poeppigiana*, establecidas bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica (9° 53' N, 83° 39' W, 600 msnm, transmitancia atmosférica de 0.748). Se simuló el desarrollo de la PE durante 28 semanas después de una poda completa de los árboles, efectuada el 1 de noviembre de 1990. Se estudió la situación en tres diferentes arreglos espaciales de *E. poeppigiana*: 3 m x 3 m, 6 m x 6 m y 12 m x 12 metros. El desarrollo supuesto de las dimensiones de los árboles se presenta en la Figura 2. Se usaron las mismas dimensiones para los espaciamientos de 6 m x 6 m y 12 m x 12 m, y para el espaciamiento de 3 m x 3 m se aplicó dimensiones de árboles de menor tamaño. La distancia del cacao fue de 3 m en todas las simulaciones.

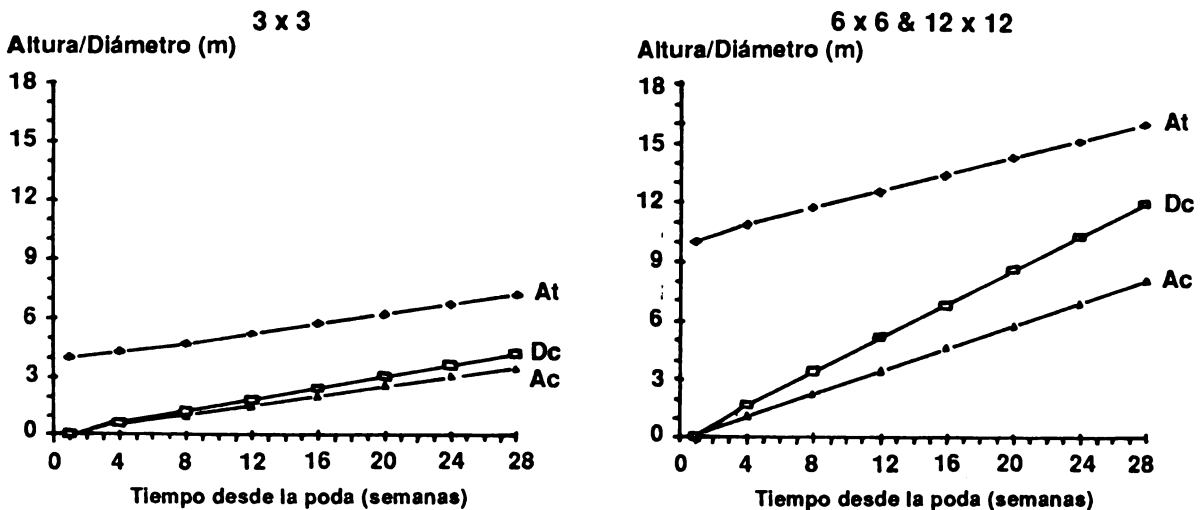


Fig. 2. Desarrollo de la altura total (At), altura de copa (Ac) y diámetro de copa (Dc) de los árboles de *E. poeppigiana* usados en las simulaciones de la exposición de fotones (PE).

En la segunda fase del estudio se contempló la posibilidad de manejar la sombra únicamente mediante podas parciales. Para este fin se determinó primero el grado de sombra adecuado, utilizando el conocimiento acerca de la respuesta fotosintética del cacao al PFD. Después se fijó el IAF requerido para mantener el grado de sombra bajo el dosel de los árboles en este nivel deseado, aplicando la ecuación (1) para árboles con diferentes hábitos de crecimiento.

RESULTADOS

Efecto del arreglo espacial y las podas de *E. poeppigiana* sobre el sombrío del cacao

Se simuló la PE diaria 4, 12, 20 y 28 semanas después de la poda. Para comparar los resultados en diferentes épocas y espaciamientos, las cuadrículas de simulación, cuyo número total fue de 729 para cada caso, fueron clasificadas en cinco clases de PE, a saber: PE menor de 12% de la PE no sombreada; PE 12.1% - 25%; 25.1% - 50%; 50.1% - 75% y 75.1% - 100 por ciento. Las tres primeras clases corresponden a regímenes de radiación solar que permiten la razón A/A_m menor que 85%, 85% - 95% y 95% - 100%, respectivamente, mientras en las dos últimas clases el efecto de fotoinhibición

puede bajar la razón A/Am a 70% y a 50%, respectivamente, según lo estimado de los datos presentados por Raja Harun y Hardwick (1987a). Puesto que en ninguno de los casos simulados, ninguna de las cuadrículas fue expuesta a PE menor que el 6% de la PE no sombreada, la PE en las cuadrículas de la primera clase (< 12%), en realidad, es suficiente para una A de 50% - 85% de la Am. Las distribuciones proporcionales se presentan en la Figura 3.

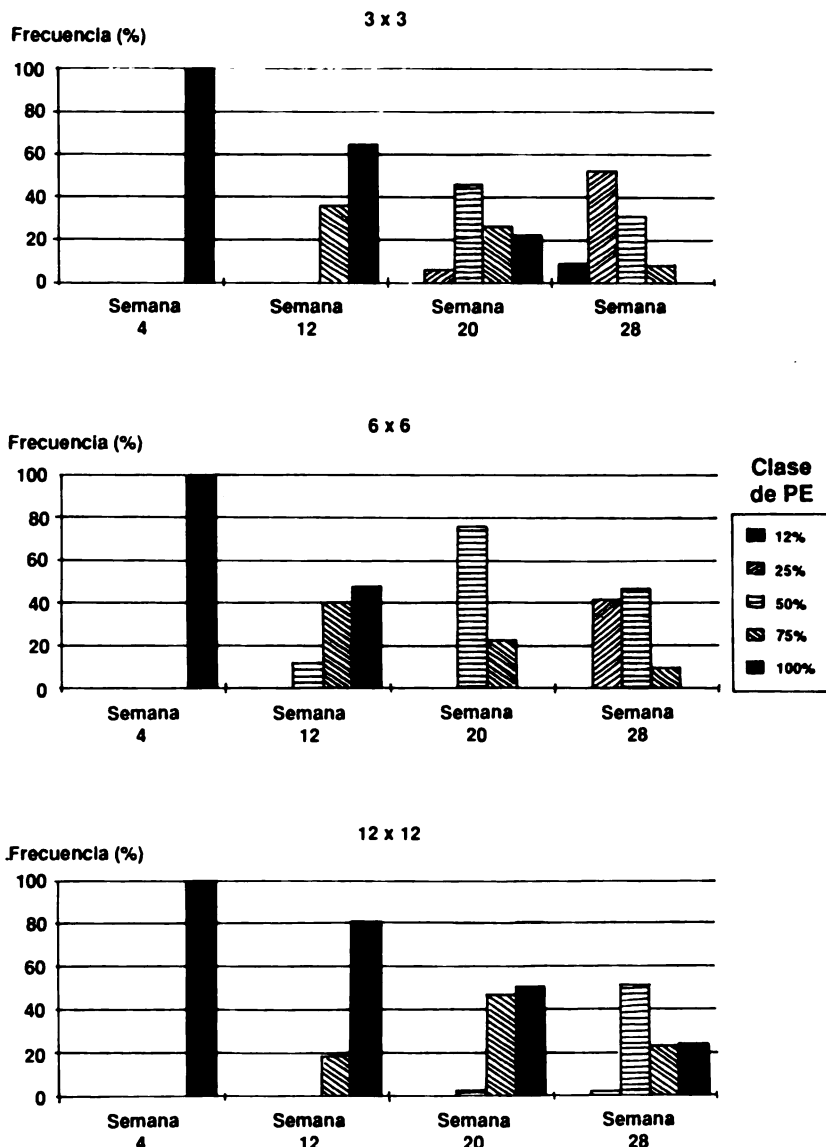


Fig. 3. Distribución proporcional de las cuadrículas de simulación a las clases de exposición de fotones (PE), 4, 12, 20 y 28 semanas después de una poda completa, bajo diferentes espaciamientos del árbol de sombra *E. poeppigiana*. Las clases de PE se expresan en porcentaje de la PE sobre el cacao de la PE no sombreada.

Cuatro semanas después de la poda, todas las cuadrículas fueron expuestas a la radiación solar casi no sombreada, y a las en 12 semanas más de la mitad de las cuadrículas se encontraba todavía en esta clase. A las 20 semanas, la mayoría de las cuadrículas en el espaciamiento 12 m x 12 m se encontraban todavía en las dos clases de mayor PE (> 50%); en 3 m x 3 m su proporción era de la mitad, mientras que en 6 m x 6 m la mayor parte de las cuadrículas se encontraban en las clases de PE del 50% o menor de la PE no sombreada. A las 28 semanas, la mayoría de las cuadrículas en el espaciamiento de 3 m x 3 m se hallaban en las clases de PE 25% o menor, mientras que en 6 m x 6 m casi todas las cuadrículas se clasificaron en las clases de 12.1% - 25% y 25.1% - 50% de PE, en proporciones aproximadamente iguales. Un poco más de la mitad de las cuadrículas en el 12 m x 12 m se situaba en la clase de 25.1% - 50%, y el resto todavía estaba expuesta a una PE mayor que el 50% de la no sombreada.

Índice de área foliar para maximizar la fotosíntesis

En la segunda parte del estudio se estimó la distribución vertical de la razón A/Am en un dosel de cacao con diferentes valores de la PFD no sombreada; se aplicaron los datos de Alvim (1977) sobre la distribución vertical del IAF y la atenuación de la PFD, y los de Raja Harun y Hardwick (1987a) sobre la respuesta de la A a la PFD, resumidos en la revisión de literatura. Se calculó la PFD a diferentes profundidades del dosel, usando cuatro diferentes valores de la PFD sobre el cacao, a saber: 500, 1000, 1500 y 2000 molm⁻²s⁻¹. Los resultados se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Atenuación de la densidad del flujo de fotones (PFD) y de la tasa proporcional de la asimilación de CO₂ (A/Am) en función de la profundidad del dosel de cacao, con diferentes valores de la PFD incidente.

Profundidad*	PFD**	A/Am***	PFD	A/Am	PFD	A/Am	PFD	A/Am
0	2 000	50	1 500	50	1 000	50	500	75
0.25	1 734	50	1 301	50	867	50	434	100
0.50	1 381	50	1 036	50	690	55	345	100
0.75	759	50	569	71	379	100	190	96
1.00	405	100	304	98	203	95	101	83
1.25	257	98	193	95	128	91	64	63
1.50	172	94	129	91	86	78	43	46
1.75	130	91	97	83	65	63	32	31
2.00	106	85	80	72	53	52	27	28
2.25	95	83	71	67	47	48	24	22
A/Am del dosel		72	74		77		79	

NOTAS:

- * metros
- ** $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
- *** porcentaje

De observación del Cuadro 2 se desprende que la razón A/Am de todo el dosel de cacao es mayor cuando la PFD que entra al dosel es de 500 molm⁻²s⁻¹ a 1000 molm⁻²s⁻¹. Eso se debe a que si la PFD que entra al dosel es mayor, entonces la parte superior del mismo, que tiene el mayor IAF, sufre del efecto de la fotoinhibición.

Cuadro 3. Índice de área foliar requerido para alterar la densidad del flujo de fotones (PFD) sobre cacao al nivel deseado, con árboles de sombra con diferentes hábitos de ramificación.

Hábito de ramificación	Coeficiente de transmisión	PFD deseado [$= \text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$]			Ejemplo de especie
		1 500	1 000	500	
Vertical	0.40	0.7	1.7	3.5	<i>Gliricidia sepium</i>
Intermedio	0.65	n.f.	1.1	2.1	<i>Inga</i> spp.
Horizontal	0.90	n.f.	0.8	1.5	<i>Erythrina</i> spp.

n.f. = no es factible usar un IAF tan bajo.

Con base en el análisis de la razón A/Am del dosel entero, se determinó que un dosel óptimo en los árboles de sombra debería permitir una transmitancia de 50% de la PFD sobre éstos al cacao (ver también Batista y Alvim 1981; Raja Harun y Hardwick 1987a). Para este fin se calculó, aplicando la ecuación (1), el rango del IAF que permite la transmisión de un 25% - 75% de la PFD durante el mediodía en las condiciones tropicales (la PFD no sombreada es aproximadamente 2000 molm⁻²s⁻¹). Para los diferentes tipos de dosel, se aplicaron los siguientes valores del coeficiente de transmisión K (Nobel y Long 1987): 0.4 para árboles de ramificación vertical, 0.65 para la ramificación intermedia y 0.9 para ramificación horizontal. Los resultados se presentan en el Cuadro 3 junto con unos ejemplos de especies de árboles que podrían producir el tipo de sombra referido. En el caso de la ramificación intermedia y horizontal, el IAF, para producir la PFD de 1500 molm⁻²s⁻¹, resultó demasiado bajo para ser factible en el manejo de sombras, puesto que si el IAF es mucho menor que uno, los árboles no producen una sombra leve continua, sino un mosaico de sol y sombra.

DISCUSION

En la discusión que sigue se debe tomar en cuenta que los resultados presentados proceden de cálculos matemáticos. Todos ellos tienen fundamento biológico, pero están basados en un sólo factor ambiental: la radiación solar, y en un sólo proceso ecofisiológico: la fotosíntesis. Así se simplifican las varias interacciones biológico-físicas entre planta y ambiente, y también entre los dos componentes principales de un cacaotal sombreado: el cacao mismo y el árbol de sombra. Sin embargo, la materia vegetal —la biomasa— proviene del proceso de fotosíntesis, y la radiación solar es el factor ambiental que más regula la tasa fotosintética de las plantas. Así, los "juegos matemáticos" presentados dan algunas ideas importantes que pueden guiar la planificación de los experimentos de campo sobre el manejo de las sombras en el cacao.

El trabajo de Raja Harun y Hardwick (1987a) sobre la fotosíntesis del cacao indica claramente la adaptación de la especie a las condiciones sombreadas. Especialmente importante es su observación con respecto a la sensibilidad del cacao a la fotoinhibición. Este fenómeno es obvio cuando se combinan los datos de fotosíntesis de Raja Harun y Hardwick (1987a) con las observaciones de Alvim (1977) acerca de la distribución vertical del follaje y la atenuación de la PFD en el dosel de cacao. Bajo condiciones de total exposición, el efecto fotoinhibitorio en la parte superior del dosel es mayor que el efecto positivo de la mayor atenuación de la PFD en la parte inferior del dosel. Sin embargo, las diferencias en la razón A/Am bajo distintos valores de la PFD incidente no son grandes, y esto permite una flexibilidad en el manejo de las sombras.

Además por efecto directo de la exposición prolongada a la radiación solar fuerte, la fotoinhibición es intensificada por temperaturas altas y una DPV alta (Vapaavuori y Aro 1990). El dosel de los árboles modera tanto la temperatura como la DPV (Corlett *et al.* 1989; Nair y Balakrishnan 1977), mostrando de esta forma un efecto positivo indirecto sobre la tasa fotosintética del cacao.

Los resultados de las simulaciones llevadas a cabo en este estudio indican que el régimen de radiación solar sufre cambios bastante fuertes durante el desarrollo del dosel de los árboles después de una poda completa. Esto puede tener un efecto negativo sobre el cacao, puesto que las plantas de cacao pasan de una sombra densa a una exposición directa al sol cuando se podan los árboles. Las hojas desarrolladas en la sombra son especialmente sensibles a la fotoinhibición bajo condiciones soleadas (Hall y Rao 1988). Después, al conformarse el dosel de los árboles, las hojas desarrolladas en el sol se convierten poco a poco en hojas de sombra. Aunque este cambio no es tan rápido como el de la sombra al sol después de la poda, el efecto sobre la productividad puede ser negativo. En el espaciamiento de 12 m x 12 m el régimen de radiación solar es muy variable en el espacio, y es más adecuado hablar de una plantación con un mosaico de sol y sombra que de una plantación sombreada.

Tomando en cuenta los problemas presentados en el manejo de las sombras con podas completas, se considera que el uso de las podas parciales es el método más adecuado para este manejo. El análisis inicial sugiere mantener el IAF entre 0.7 - 3.5 en el caso de árboles con ramificación vertical, entre 1.1 - 2.1 en el de ramificación intermedia y entre 0.8 - 1.5 en el de ramificación horizontal. Estos valores se basan en el conocimiento general acerca de la transmisión de la radiación solar en una cobertura vegetal, y no deben ser interpretados como una recomendación definitiva, sino como valores iniciales para ser probados en experimentos en el campo.

BIBLIOGRAFIA

- ALVIM, P. DE T. 1977. Cacao. In *Ecophysiology of Tropical Crops*. P. de T. Alvim, T.T. Kozlowski (Eds.). New York, EE.UU., Academic Press. p. 279 - 313.
- BATISTA, L.P.; ALVIM, R. 1981. Efeitos da intensidade luminosa e do genótipo sobre o crescimento em altura do fuste do cacauero. *Revista Theobroma (Bra.)* 11: 61-76.
- BEER, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems* 5:3-3.
- BONAPARTE, E.E.N.A. 1967. Interspecific competition in a cocoa shade and fertilizer experiment. *Tropical Agriculture (Tri.)* 44:13-19.
- BOYER, J. 1974. Etude écophysiological du développement de cacaoyers cultivés au Cameroun. *Café, Cacao, Thé* 18:3-30.
- BUDOWSKI, G.; KASS, D.C.L.; RUSSO, R.O. 1984. Leguminous trees for shade. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Bra.)* 19:205-222.
- CORLETT, J.E.; ONG, C.K.; BLACK, C.R. 1989. Microclimatic modification in intercropping and alley cropping systems. In *Meteorology and agroforestry*. W.S. Reifsnnyder, T.O. Darnhofer. Nairobi, Kenia, ICRAF. p. 419-430.

- HALL, D.O.; RAO, K.K. 1988. Photosynthesis. 4 ed. London, U.K., Edward Arnold. 122 p.
- HUXLEY, P.A. 1985. The tree/crop interface or simplifying the biological/environmental study of mixed cropping agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3:251-275.
- HUXLEY, P.A. 1987. Agroforestry experimentation: Separating the wood from the trees?. *Agroforestry Systems* 5:251- 75.
- MONSI, M.; SAEKI, T. 1953. Ber den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung f^{ur} die Stoffproduktion. *Japanese Journal of Botany* 14:22-52.
- NAIR, P.K.R.; BALAKRISHNAN, T.K. 1977. Ecoclimate of a coconut plus cacao crop combination on the west coast of India. *Agricultural Meteorology* 18:455-462.
- NOBEL, P.S.; LONG, SP. 1987. Canopy structure and light interception. In *Techniques in bioproductivity and photosynthesis*. J. Coombs, D.O. Hall, S.P. Long, J.M.O. Scurlock (Eds.). 2 ed. Oxford, U.K., Pergamon Press. p. 41-49.
- NYGREN, P. 1990. Modelo de patrones de sombra de surcos de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook en sistemas de cultivo en callejones. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 143 p.
- RAJA HARUN, R.M.; HARDWICK, K. 1987a. The effect of prolonged exposure to different light intensities on the photosynthesis of cocoa leaves. In *Conferencia Internacional de Investigación en Cacao* (10., 1987, Santo Domingo, R.D., Lagos, Nigeria). Alianza de Países Productores de Cacao. p. 205-209.
- RAJA HARUN, R.M.; HARDWICK, K. 1987b. The effect of different temperatures and water vapour pressure deficits on photosynthesis and transpiration of cocoa leaves. In *Conferencia Internacional de Investigación en Cacao* (10., 1987, Santo Domingo, R.D. Lagos, Nigeria). Alianza de los Países Productores de Cacao. p. 211-214.
- VANDERMEER, J. 1986. A computer-based technique for rapidly screening intercropping designs. *Experimental Agriculture (U.K.)* 22:215-232.
- VANDERMEER, J. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge, U.K., Cambridge University Press. 237 p.
- VAPAAVUORI, E.; ARO, E.M. 1990. Fotosynteesin biokemiaa. In *Johdatus metsien perustuotantobiologiaan*. T. Lahti, H. Smolander. Joensuu, Finlandia, Joensuun yliopisto. *Silva Carelica* 16:61-100.
- VERNON, A.J. 1967. Yield and light relationship in cocoa. *Tropical Agriculture (Tri.)* 44:223-228.

// ESPECIES NO TRADICIONALES COMO SOMBRA PERMANENTE DEL CACAO EN HONDURAS

Jesús Sánchez*
Aroldo Dubón**

RESUMEN

El 75% de los productores de cacao en Honduras tienen menos de cuatro hectáreas y, tradicionalmente, asociado con especies leguminosas como *Gliricidia* sp., *Inga* sp., *Erythrina* sp., entre otras. Sin embargo, con alguna frecuencia, se presentan dentro de las plantaciones especies forestales o frutales que el agricultor ha dejado aunque no siempre con un propósito definido y sin seguir patrones determinados de distancia o arreglo espacial.

En este trabajo se ofrecen los avances de un estudio que se conduce actualmente en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Hond., como parte de las actividades realizadas con apoyo del Proyecto Red Regional de Investigación y Transferencia de Tecnología en Cacao (PROCACAO).

Las especies forestales involucradas son: cedro (*Cedrela* sp.), laurel (*Cordia gerascanthus*) y los frutales: rambután (*Nephellium lappaceum*), pimienta gorda (*Pimienta dioica*) y coco (*Cocos nucifera*); además de una mezcla de leguminosas como testigo. Se informa sobre el desarrollo de las especies y del cacao, incluyendo su producción como cultivo principal. Se tratan brevemente algunos problemas o limitantes encontrados y se dan algunas conclusiones basadas en los resultados parciales que se tienen del estudio (se incluyen figuras).

INTRODUCCION

El cacao es un cultivo que requiere sombra principalmente en la fase de establecimiento; en la edad productiva, cuando hay autosombreamiento y protección de los árboles vecinos, el sombraje puede reducirse a un 30% o menos y, eventualmente, puede llegar a cultivarse a plena exposición si las condiciones de clima y suelo son óptimas, demandando en estos casos mayor uso de insumos y tecnologías mejoradas. Aunque esta modalidad de cultivo a plena exposición es común en algunos países asiáticos como Malasia, Indonesia y Filipinas, no lo es en países de América Tropical, donde tradicionalmente

* Ing. Agr. M.Sc. Jefe Programa de Cacao FHIA, Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Honduras.

** Ing. Agr. Investigador Asociado Programa de Cacao, FHIA, Hond.

el cacao es mantenido en asocio con otras especies que le prodigan sombra la que actúa como un "seguro de vida", garantizándole al productor una mayor producción de su plantación con menos uso de insumos y, desde luego, una fuente complementaria de ingresos por concepto de leña, madera o frutas, entre otros (Alvim 1989; Ira *et al.* 1979; Martínez y Enríquez 1987).

El grupo de plantas más comúnmente asociadas al cacao lo constituyen las leguminosas, entre ellas el género *Inga* (guaba, guajiniquil, otros); *Gliricidia* (madreado, madre de cacao, madero negro); *Erythrina* (pito o poró); *Leucaena* (leucaena) y *Albizia* (carbonero, pisquín), entre otras.

En los países asiáticos el cocotero (*C. nucifera*) es comúnmente asociado al cacao con el doble propósito de proyectarle sombra y ser fuente de alimento y de otros subproductos que significan ingresos económicos complementarios al cacao (Denamany *et al.* 1978; Jiménez *et al.* 1987; Purseglove *et al.* 1981). Otras especies que suelen encontrarse asociadas al cacao, principalmente en fincas de pequeños productores (<5 ha), aunque a distancias y arreglos no convencionales, son los cítricos (*Citrus* sp.), aguacate (*Persea americana*), zapote (*Pouteria zapota*), zapote mamey (*Lucuma mammosa*) y la papaya (*Carica papaya*), entre otros (Jiménez *et al.* 1987; Martínez y Enríquez 1981). El café con cacao es muy frecuente en la zona marginal cafetera baja de Colombia.

En Honduras, las leguminosas (*Inga*, *Gliricidia* y *Erythrina*, principalmente) son las especies tradicionalmente usadas como sombra de cacao, que además proveen leña: fuente importante de energía en las áreas de concentración del cultivo.

Con el propósito de evaluar algunas especies no leguminosas que, además de proveer sombra, incrementan los ingresos por unidad de área, desde 1987 y con el apoyo de PROCACAO se están evaluando en Honduras dos especies forestales y tres frutales. Aquí se presenta un avance de los resultados agronómicos obtenidos en los primeros cuatro años de conducción del estudio.

GENERALIDADES AGROECOLOGICAS DE LAS ESPECIES CONSIDERADAS

Laurel (*Cordia* sp.) (Bauer 1982)

El laurel es originario de los bosques semi-húmedos desde México y las Antillas hasta Brasil y Bolivia. Es un árbol de tronco erecto que alcanza los 25 m de alto y 60 cm de diámetro. Su madera es fuerte, fácil de trabajar y resistente al ataque de termitas, y muy apreciada en ebanistería y construcción.

Crece bien en áreas con precipitación desde 800 mm a 4000 mm al año, desde el nivel del mar hasta 2000 m de altura y en suelos calizos, arcillosos o rocosos, pero bien drenados y profundos. Su propagación es por semillas y pseudoestacas. Las semillas se conservan sólo dos meses a temperatura del ambiente y tardan de dos a cuatro meses para germinar; las plántulas en bolsas de semillero están listas para el trasplante a los cuatro meses. La propagación por pseudoestacas es la más utilizada, las que deben plantarse al principio de la estación lluviosa.

La distancia de siembra puede ser de 3 m x 4 m en parcelas; de 2.50 m cuando se siembra en cortinas, y en asocio con café o cacao puede sembrarse a 8 m x 8 m (150 árboles/ha). El árbol se poda

por sí mismo pero un corte de formación puede hacerse para remediar defectos como el doble tallo. Después del quinto año pueden hacerse entresacamientos y utilizarse como postes (madera redonda). El aprovechamiento final se hace entre los 15 y 20 años y la producción por unidad de área va a depender mucho de la densidad de siembra (200 m³/ha a 250 m³/ha en monocultivo).

Las plagas y enfermedades del laurel son generalmente defoliadores (hongo, hormigas), y la pudrición del corazón; también se reporta una pudrición de la raíz, causada por el hongo *Phellinus noxius*. Los sitios muy húmedos favorecen estos problemas.

Por su crecimiento rápido y porte erecto, sus características de autopoda y rebrote, así como sus exigencias de luminosidad, hacen del laurel una especie forestal ideal para asociarle con cultivos perennes como cacao, café, pastos, y otros de ciclo corto como granos y yuca, entre otros (Bauer 1982; Martínez y Enríquez 1981).

Cedro (*Cedrela* sp.) (Bauer 1982)

Originario de bosques húmedos de América (México hasta la cuenca amazónica), se planta en muchas áreas de América y África. Es un árbol que puede alcanzar los 35 m y 1 m de diámetro; produce madera fuerte y fácil de trabajar y pulir; muy preferida para construcción, carpintería y ebanistería fina; es semejante a la caoba y es resistente a los insectos.

Prefiere el clima húmedo cálido, con pluviosidad de 1500 mm hasta 5000 mm anuales con una estación seca definida. En Colombia se le encuentra hasta en 2400 m de altura. Los suelos deben ser profundos y bien drenados, arcillosos o calizos, siendo estos últimos los más favorables.

La propagación puede hacerse por semillas o estacas; las primeras conservan poco tiempo su poder germinador y deben sembrarse en semilleros donde germinan entre 8 d y 20 d, luego las plantitas se pasan a bolsas donde permanecen de dos a tres meses antes del transplante. Cuando se usan pseudoestacas (botones), éstas deben tener 1.50 m de altura, la que se alcanza normalmente al año de estar en el vivero. El crecimiento es rápido (alrededor de 1.50 m/a) y se pueden hacer raleos desde los 7 a 10 años; puede producir 13 m³/ha al año sobre una rotación.

La plaga que le causa más problemas es la larva de mariposa, *Hypsipyla grandella*, que ataca los brotes terminales del cedro y la caoba, sobre todo a los árboles jóvenes, causando deformación del tronco el que responde formando varios rebrotes, que, a su vez, pueden ser atacados más tarde.

Cocotero (*C. nucifera*) (Ira et al. 1979)

Se cultiva en las zonas tropicales húmedas del mundo con una precipitación anual de 1500 mm a 3000 mm, bien distribuidos a través del año y con temperaturas medias anuales de 27° C a 28° C, siendo el límite promedio mensual de 20° C por debajo del cual es afectado en su fisiología y morfología. Requiere mucha luz, siendo ideal una luminosidad de 2000 h de sol al año. La humedad relativa debe ser alta, pues una sequedad excesiva del aire causa la caída prematura de los frutos; los vientos fuertes también pueden dañar las plantaciones.

El cocotero prefiere suelos aireados, bien drenados, homogéneos en perfil y profundos; sin embargo, se adapta bien a una gran variedad de los mismos que van desde los arenosos y aluviales hasta los medianamente arcillosos, con un pH de 5.0 a 7.5; soporta bien los índices elevados de sodio (Na), aunque este elemento no es necesario para su desarrollo.

Existen dos grupos de variedades: las altas —fecundación cruzada o alógama— y las enanas —autofecundas o autógamas—. En general las variedades enanas son más precoces, pues producen desde los tres años, mientras que las otras lo hacen entre los seis a nueve años. Las enanas alcanzan un máximo de 12 m y las altas pueden llegar hasta 25 m de altura.

La distancia de siembra más común es de 9 m x 9 m (143 plantas/ha) en las variedades altas, y de 7 m x 7 m (204 plantas/ha) en las enanas, aunque estas también pueden sembrarse en triángulo (7 m x 7 m x 6 m) para tener 235 palmas/hectárea.

El cocotero presenta algunas plagas como la gualpa o casanga (*Rhynchophorus palmarum* L.), cuyas larvas perforan el tronco y ocasionan pudrición de los tejidos y la muerte de la planta. Otras plagas son: la hormiga arriera (*Atta* sp.) y el gusano cogollero (*Alarnus humeralis*) que consumen el follaje. Algunos roedores, ácaros (*Aceria guerreronis*) y escamas (*Aspidiotus destructores*) suelen atacar también el cocotero.

Entre las enfermedades, el anillo rojo provocado por un nemátodo (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) es quizás la más importante. También está la pudrición del cogollo ocasionada por *Phytophthora palmivora*. La pudrición azul del tronco o gomosis (*Ceratocystis paradoxa*) y el añublo o quemazón de las hojas, causado por otro hongo, *Pestalotia palmarum*.

Sus características de planta perenne (40 a 60 años de vida productiva) y la distancia de siembra requerida permiten —y es aconsejable— intercalar cultivos anuales como hortalizas, yuca, pimienta negra, maíz, frijol, ñame, ajonjolí, piña y soja, o cultivos permanentes como plátano, banano o cacao. Esta última asociación es muy común en países como Malasia, Indonesia, Filipinas e India, con muy buenos resultados económicos (Alvim 1989; Leach *et al.* 1969; Martínez y Enríquez 1981; Sánchez 1989).

Rambután (*N. lappaceum*) (Rambután... 1989)

Es un árbol exótico típico del trópico, que crece en climas húmedos y cálidos donde las lluvias están bien distribuidas (2500 mm a 3000 mm no anuales). Se puede cultivar hasta los 600 m de altitud, en suelos profundos, húmedos y bien drenados.

Es una especie dioica, pues las flores unisexuales se encuentran en ejemplares diferentes, constituyendo esto una limitante, ya que las plantas-macho no producen fruto, y su proporción cuando se ha propagado sexualmente (que es lo más común) sólo se conoce después de cuatro o cinco años a la entrada de los árboles en producción.

El árbol alcanza de 15 m a 25 m de altura y produce frutos en racimos de 10 a 30 unidades que varían en tamaño, color y sabor según la variedad. La distancia de siembra no debe ser menor de 10 m x 10 m (100 árboles/ha) para que las ramas de un árbol no rocen con las del árbol vecino, ya que la producción se reduce y se dificulta la labor de cosecha.

La producción puede iniciarse entre los cinco y seis años después del trasplante, pero algunos árboles pueden producir a los cuatro años —en la zona atlántica de Honduras se tienen algunos ejemplares con producción a los 3.5 años. A partir del séptimo año puede alcanzar unos siete mil frutos pero existen ejemplares que en algunos años llegan a producir hasta 35 mil unidades*.

El rambután es un fruto de mesa de calidad excepcional, muy preferido por los europeos y que actualmente comienza a ser comercializado en caja. Puede consumirse como fruta fresca; pero también del arilo, que cubre las semillas, se hacen compotas excelentes, sobre todo mezcladas con otras frutas. Las semillas contienen hasta el 31% del peso en seco de grasa, un 7.8% de sacarosa, un 2.25% de dextrosa y un 1.25% de levulosa.

En cuanto a plagas y enfermedades, los pájaros constituyen un problema al picar los frutos maduros; y el hongo *Fomes lignosus* puede atacar el árbol y matarlo si no se le controla rápidamente. Sin embargo, las pérdidas mayores pueden presentarse en postcosecha cuando la fruta se deja en lugares húmedos donde fácilmente puede ser atacada por hongos.

La densidad-siembra utilizada, el lento desarrollo de la planta y el porte que llega a tener (más de 12 m), así como el tiempo requerido para iniciar producción, hacen del rambután otra especie con mucho potencial para cultivarla en asocio con otros frutales como cacao y otras de ciclo corto como el maíz, yuca y hortalizas, por ejemplo.

Pimienta gorda (*P. dlolca*) (Aspectos... s.f.; Purseglove *et al.* 1981)

Es un árbol tropical que prospera bien en las zonas húmedas y subhúmedas con temperaturas que oscilen entre 18° C y 32° C y a una altura desde el nivel del mar hasta 1350 m con pendientes moderadas. La precipitación debe ser de 1800 mm a 4000 mm anuales y la humedad relativa alta, pero la luminosidad debe ser de cuatro a cinco horas por día y, preferiblemente, en las mañanas para secar el follaje y romper así el ciclo reproductivo de las enfermedades fungosas. El árbol tiene un buen enclaje y es de madera dura que lo hace relativamente resistente a los daños del viento. Requiere suelos profundos y de textura franca a medianamente pesados, pero no es exigente en fertilidad, pudiéndose cultivar incluso en los considerados pobres o marginales.

La propágación se hace por semilla o injertos —de aproximación—, pero el método sexual —por semilla— trae mucha variación en la población y puede presentarse una gran proporción de árboles machos, ya que es una especie que presenta los sexos en árboles separados —especie dioica.

La distancia de siembra puede variar de 7.5 m x 7.5 m (175 árboles/ha) en áreas semihúmedas a 8.0 m x 8.0 m (156 árboles/ha) en áreas tropicales húmedas. El árbol alcanza los 12 m de altura e inicia su producción alrededor de los siete años, lográndose los máximos rendimientos entre los 12 a 15 años. Algunos árboles en el CEDEC, La Masica, han iniciado floración a los cuatro años después del trasplante.

* MENCÍAS, R. 1991. La Masica, Atlántida, Hond. (Comunicación personal).

La pimienta gorda produce frutos (bayas o "cerezas") de color verde que se tornan a un color rojo pardo al madurar y presentan un aroma semejante al del clavo de olor, con sabor dulce, similar a una combinación del clavo, pimienta negra y canela; por esto en la industria y el mercado de las especias es altamente apetecida. Además del fruto, con frecuencia la madera se utiliza en la elaboración de muebles de lujo y otros artículos finos, ya que es dura, de grano fino y pesada. También de las hojas se extraen aceites esenciales que se utilizan, principalmente, en la industria de perfumes.

Esta especie es umbrófila en los primeros años de vida: esto es que para su crecimiento adecuado se requiere estar en asocio con otras especies que le prodigan sombra, y se recomienda en este caso plantas leguminosas de rápido crecimiento, sembradas a una distancia de aproximadamente 16 m x 16 metros. Esta sombra debe ser eliminada paulatinamente hasta el quinto año, cuando la pimienta queda a plena exposición.

Los rendimientos por árbol son muy variados, conociéndose casos sobresalientes de 200 lb/árbol a 300 lb/árbol al año de fruta seca, pero es más real considerar producciones de 10 lb/árbol a 15 libras/árbol a los siete años, 45 lb/árbol a 55 lb/árbol a los 10 años y 50 lb/árbol a 75 lb/árbol después de los 12 años (Aspectos... s.f.).

La pimienta gorda es considerada una planta relativamente resistente a enfermedades y plagas. En suelos pesados y con mal drenaje pueden presentarse ataques de *Rosellinia* sp. que causa podredumbre de las raíces. Las flores pueden sufrir ataques de antracnosis, sospechándose que el agente causal es el hongo *Colletotrichum* sp., favorecido por la alta humedad cuando hay exceso de sombra. Esta condición también promueve el desarrollo de la roya (*Puccinia psidii*) principalmente en plántulas de vivero. Los zompopos y otras hormigas, las abejas y los pájaros constituyen los principales enemigos de la pimienta gorda, pero en los casos que amerita su control, es relativamente fácil.

Las características de esta planta: crecimiento bajo sombra moderada, porte del árbol, distancia de siembra, período de reproducción y demanda de mano de obra no calificada para la cosecha y otras labores del cultivo, convierten a la pimienta gorda en una especie con potencial para asociarla con otros cultivos perennes y de ciclo corto.

MATERIALES Y METODOS

Localización

Este estudio se inició en mayo de 1987 y forma parte de las actividades que el Programa de Cacao de la FHIA implementa con el apoyo del Proyecto PROCACAO. Está localizado en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Hond. El Centro tiene una precipitación de 3225 mm con una estación relativamente seca de 60 d a 90 d; la temperatura promedio es de 24.8°C y la humedad relativa es del 75%, como promedio anual.*

El área del experimento es plana con un suelo franco-arenoso, bien drenado, pobre en materia orgánica y niveles bajos de nitrógeno, fósforo y potasio.

* Datos correspondientes al período entre 1987 y 1990 en la estación meteorológica localizada en el CEDEC.

Diseño experimental

Se usó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos conformados por las especies y a las distancias anotadas a continuación:

Tratamientos

- Laurel (*C. gerascanthus*): Sembrado a 6 m x 9 m en cuadro, y con cacao a 3 m x 3 m en cuadro en medio de las hileras de laurel para una densidad de siembra de 185 y 926 árboles por hectárea.
- Cedro (*Cedrela* sp.): Sembrado a 6 m x 9 m con cacao intercalado en la hilera de cedro y entre las calles a 3 m x 3 metros. Las densidades de siembra son de 185 plantas/ha de cedro y 926 plantas/ha de cacao.
- Coco (*C. nucifera*): Sembrado a 3 m en cuadro para una densidad de siembra de 92 plantas de coco y 1020 árboles de cacao por hectárea.
- Rambután (*N. lappaceum*): Establecido a 9 m x 12 m con cacao a 3 m; ambos en cuadro para una densidad de siembra de 92 y 1020 árboles de cacao por hectárea.
- Pimienta gorda (*P. dioica*): Establecida a 9 m x 12 m en cuadro (92 árboles/ha) con cacao a 3 m, también, en cuadro (926 árboles/ha).
- Mezcla de leguminosas: Guama (*Inga* sp.), poró (*Erythrina* sp.), carbonero (*Albizia* sp.), entre otras, establecidas a 9 m x 12 m en cuadro e intercaladas entre sí; y el cacao a 3 m en cuadro. La densidad de siembra es de 92 plantas/ha en leguminosas y de 1020 en el caso del cacao.
- El tamaño de las parcelas es de 24 m x 36 m, y la parcela útil de cacao en cada tratamiento está constituida por los árboles restantes después de descartar dos cursos en cada dirección (42 en los frutales, incluyendo el coco, y en las leguminosas y 36 en los maderables).

Procedimiento

El terreno, potrero por varios años, fue arado y nivelado; luego se marcaron las parcelas y al azar se asignaron las especies (tratamientos), que se sembraron en mayo de 1987 y el cacao en agosto del mismo año. Como sombra temporal se usó plátano (*Musa* sp.) y como sombrío emergente gandul (*Cajanus cajan*). También se sembró *Gliricidia* sp. (madreado) en el área para proveer sombra al cacao en sus primeros estados, mientras desarrollaban las especies que servirían de sombra permanente.

Información recolectada

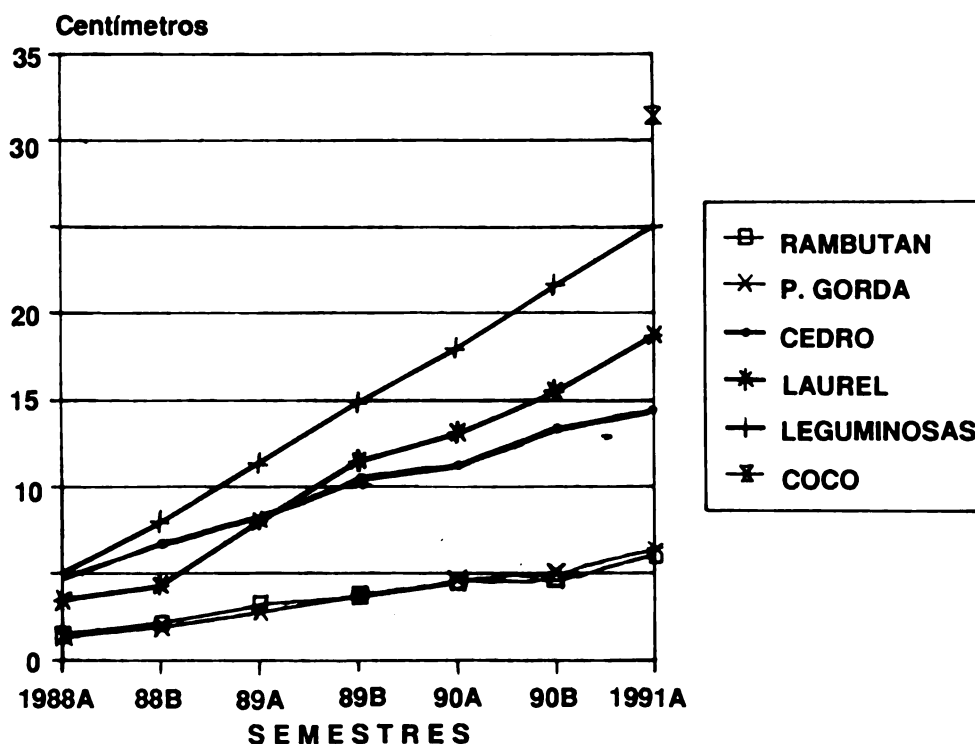
A partir del primer año de sembradas las especies en el campo, se llevan registros semestrales sobre el diámetro y altura de cada una y, después del segundo año, se llevan datos de la cosecha del

cacao: frutos de cada 8 a 15 días y peso húmedo una vez por semestre para determinar el índice de mazorca y aplicar este valor al total cosechado.

AVANCES DE RESULTADOS Y DISCUSION

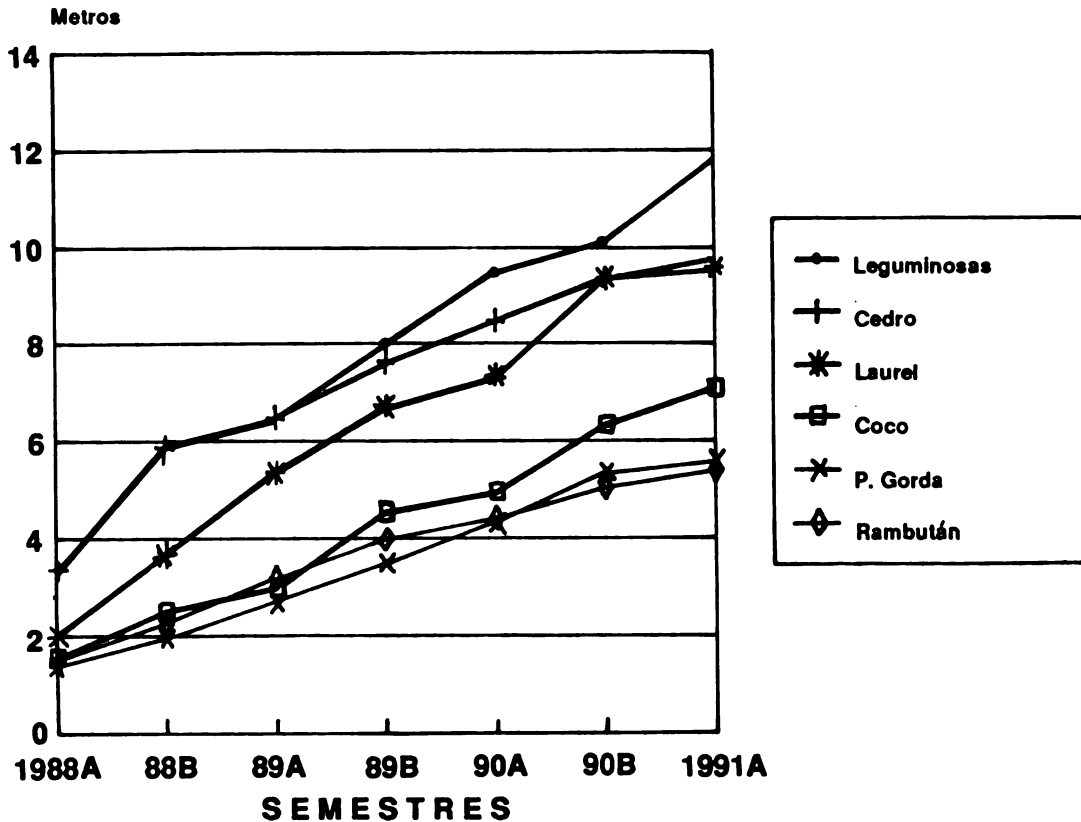
Desarrollo de especies sombreadoras

En las Figuras 1 y 2 se presentan las lecturas semestrales —marzo y agosto de cada año— sobre el diámetro y altura de las especies. Se observa que la mezcla de las leguminosas (testigo) al año de sembradas presenta un mejor diámetro y altura y esta tendencia se mantiene después de cuatro años, exceptuando el coco al cual se le ha iniciado la toma del diámetro sólo al cuarto año cuando existe una diferenciación del "tronco".



* Fecha de siembra: Marzo de 1987

Fig. 1. Promedio del diámetro semestral en especies sombreadoras no tradicionales en cacao (CEDEC, La Masica, Atl., Hond. 1991).



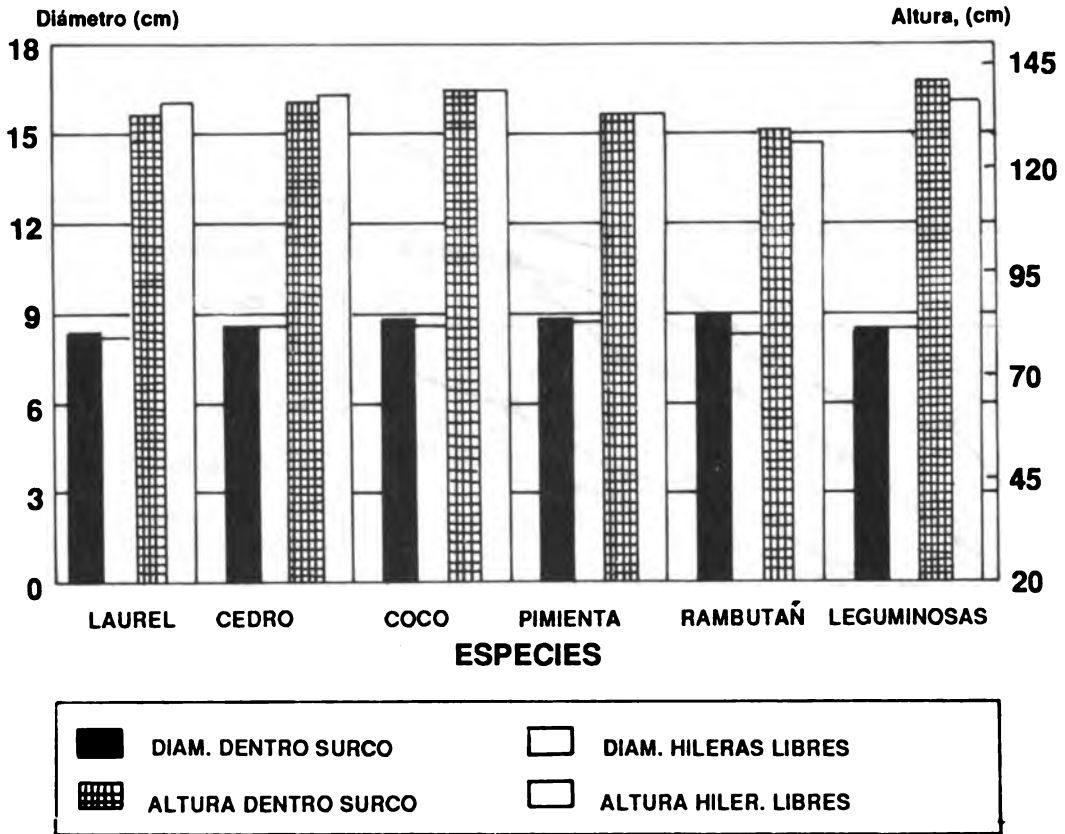
* Fecha de siembra: Marzo de 1987

Fig. 2. Promedio semestral en la altura de especies sombreadoras asociadas al cacao (CEDEC, La Masica, Atl., Hond. 1991).

Los frutales, incluyendo el coco, son los que presentan un desarrollo más lento, haciéndose necesario el uso de una sombra transitoria para el cacao que, a su vez, puede ser una especie que retribuya un beneficio económico, energético o alimenticio al productor (Leach et al. 1969). Con este propósito se usó *Gliricidia sepium* en el presente trabajo.

Desarrollo del cacao

El cacao como cultivo principal no es afectado por las especies sombreadoras en su desarrollo después de cuatro años. En la Fig. 3 se muestra el diámetro y altura en promedio de los árboles de cacao sembrados dentro del surco de cada una de las especies, así como de las hileras centrales.

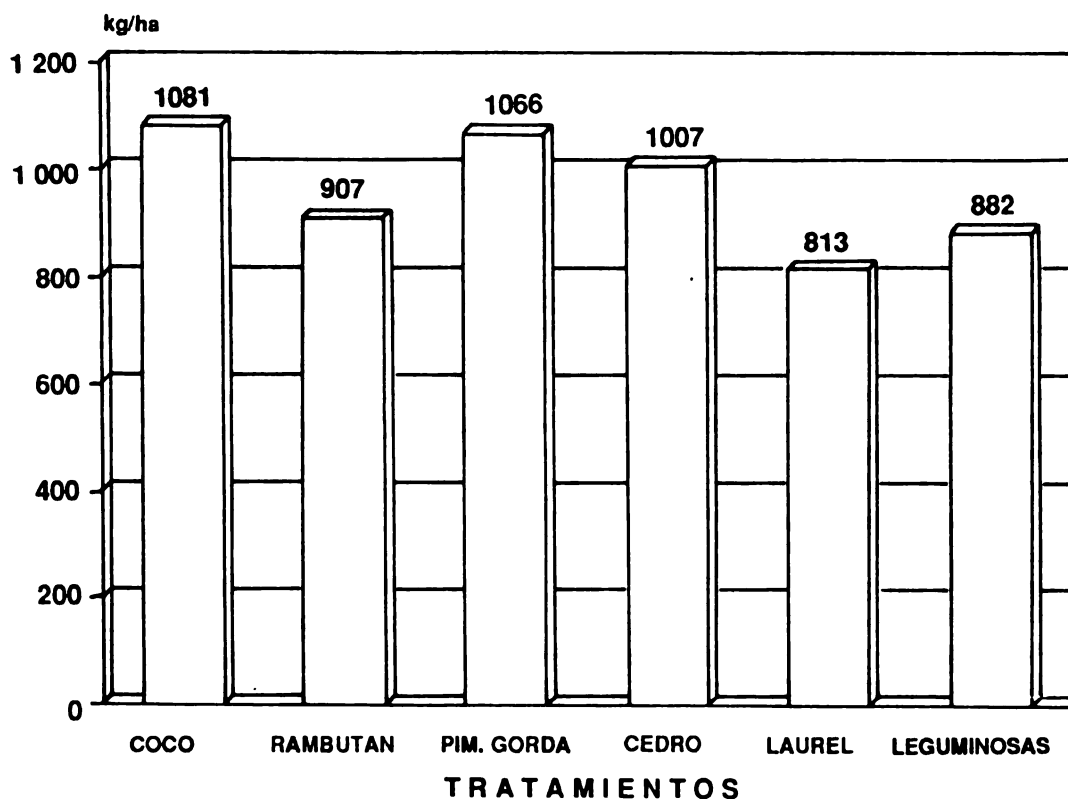


* Fecha de siembra: Agosto, 1987

Fig. 3. Diámetro y altura de plantas de cacao bajo distintas especies de sombra (CEDEC, La Masica, Atl., Hond. 1991).

Producción de cacao

En la Fig. 4 se presenta la producción por hectárea obtenida en dos años en cada tratamiento, a partir del segundo año después del trasplante. Se observa que el coco y la pimienta gorda presentan la mayor producción de cacao seco (1081 kg y 1066 kg de cacao seco, respectivamente), no así bajo el laurel y las leguminosas (813 kg y 882 kg, respectivamente). Esta diferencia puede estar influenciada por el desarrollo de estas especies que han sombreado más el cacao; y ya que se ha seguido un plan de fertilización al cacao es explicable que haya una mejor respuesta donde hubo más entrada de luz. Algunos investigadores (Denamany *et al.* 1978) han encontrado mejores rendimientos del cacao cuando éste fue establecido bajo plantaciones adultas de cocoteros.



* Siembra del cacao: Agosto de 1987.
acumulado de 2 años de registros.

Fig. 4. Proyección de rendimiento/hectárea de cacao asociado con especies de sombra no tradicionales (FHIA, Hond. 1991).

Se considera en este trabajo que aún las palmas de coco están muy jóvenes como para demostrar una influencia en el rendimiento. Los rendimientos en conjunto pueden considerarse muy buenos por la edad de la plantación y la tecnología tradicional aplicada: propagación sexual y densidad de siembra tradicionales; además de la baja fertilidad natural del suelo.

Problemas de plagas y enfermedades

En los primeros dos años de estudio, el cedro fue severamente afectado por la larva de la mariposa (*H. grandella*), sobre todo la yema terminal del árbol cuando está joven, provocando una proliferación de rebrotes que a su vez son atacados posteriormente. Esto causa deformación del fuste o tronco y afecta la altura comercial. La incidencia de daño en los primeros dos años alcanzó un 90% aproximadamente. Sin embargo, los árboles se recuperaron y permitirían aprovechar industrialmente

una buena parte del tronco. De acuerdo con esta experiencia no se debe sembrar sólo cedro en asocio con cacao, siendo lo recomendable usar una mezcla de especies que permita al cedro escapar mejor al ataque del insecto. No se reporta control para esta plaga, excepto el de no sembrar el cedro en monocultivo).

El laurel también ha sido afectado —principalmente en la época seca— por un insecto chupador, pero hasta el presente este daño no ha limitado seriamente el desarrollo de la planta. Así mismo la población de coco está siendo afectada por el picudo *R. palmarumy*, como consecuencia, se ha perdido un 30% de la población. Se ha restringido un poco el daño usando trampas con jugo de piña fermentado, donde llegan los adultos para luego ser eliminados manualmente.

Las demás especies (rambután, pimienta y leguminosas) no han presentado problemas fitopatológicos hasta el presente. Finalmente la incidencia de *Phytophthora* sp. en cacao se ha mantenido por debajo del 8%, no haciéndose necesarias las prácticas complementarias de control a las labores normales de manejo del cultivo.

Precocidad de las especies frutales

La población de coco no afectada por el picudo ha entrado en producción. El 55% del rambután inició la misma, lo que se puede interpretar por la proporción de plantas hembras (productoras), mientras que en pimienta gorda fue sólo del 22% hasta el presente. El hecho de haber plantas machos y hembras —productoras y no productoras— en estas especies, constituye un obstáculo para poder conocer la población productiva sino que hasta después del cuarto o quinto año, cuando ya se ha incurrido en costos de establecimiento y manejo. Esta situación amerita investigación sobre métodos de propagación, incluyendo cultivos *in vitro*.

CONCLUSIONES

Los avances del presente estudio fundamentan algunas conclusiones:

- La asociación cacao con otros cultivos perennes es una alternativa viable para los pequeños y medianos productores de la zona cacaotera y de otras áreas potenciales en Honduras.
- El lento desarrollo de las especies frutales asociables al cacao, como coco, rambután y pimienta negra, requieren el uso de una sombra intermedia que proteja el cacao mientras desarrollan adecuadamente las especies sombreadoras permanentes; la *Gliricidia* sp. puede usarse ventajosamente con este propósito en Honduras y en otros países de la región.
- El cedro, por su susceptibilidad al ataque de *H. grandella* debe usarse en mezcla con otras especies forestales cuando se asocia con cacao.
- Se requiere hacer una investigación sobre los métodos de propagación vegetativa que permitan identificar plantas de rambután (*N. lappaceum*) y de pimienta gorda (*P. dioica*) para mejorar la calidad y producción, y su posterior propagación con un método que garantice una mayor proporción de plantas productivas (hembras).

BIBLIOGRAFIA

- ALVIM, R. 1989. O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotropica* (Bra.) 1(2):89-103.
- ASPECTOS AGROECOLOGICOS del Cultivo de la Pimienta Gorda. s.f. Instituto Hondureño del Café. 64 p. (Mimeografiado).
- BAUER, J. 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras. Tegucigalpa, Hond., Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Sección de Cuencas Hidrográficas. p. 14.
- DENAMANY, G.; AHMAD, S.B.; HAMID, W.B.B. 1978. Coconut intercropping systems in Peninsular Malaysia. In *International Conference on Cocoa and Coconuts*. Kuala Lumpur, Malasia.
- IRA J., B. *et al.* 1979. El cultivo del cocotero. Col. Temas de Orientación Agropecuaria no. 142. 117 p.
- JIMÉNEZ V., G.; NAVARRO, L.A.; ENRIQUEZ, G.A. 1987. Sistemas de producción con frutales asociados al cultivo del cacao en la Región Brunca de Costa Rica. In *International Cocoa Research Conference* (10., 1987, Santo Domingo, R.D.). Proceedings. Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance.
- LEACH, J.R.; SHEPHERD, R.; TURNER, P.D. 1969. Underplanting coconuts with cacao in Malasia. In *International Cocoa Research Conference* (3., 1969, Accra, Ghana). Tafo, Ghana, Cocoa Research Institute.
- MARTÍNEZ, A.; ENRÍQUEZ, G.A. 1981. La sombra para el cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Plantas Perennes. 93 p.
- PURSEGLOVE, J.W. *et al.* 1981. Spices. Longman, London. v. 1. p. 286-330.
- RAMBUTAN: FRUTO Exótico con Mercado Potencial. 1989. *El Agricultor*, Tegucigalpa (Hond.); oct. 23-29:8.
- SANCHEZ, J.A. 1989. Informe de viaje a la zona cacaotera de Malasia, Indonesia y Filipinas. FHIA, Programa de Cacao.

4 EVALUACION DEL USO DE SOMBRA DE LAUREL Y PORO SOBRE LA PRODUCCION DE UN CRUCE INTERCLONAL DE CACAO

✓
Antonio Mora*

RESUMEN

Diversas especies se describen y recomiendan como apropiadas para el sombrío permanente del cacao; sin embargo, es difícil encontrar un árbol que reúna todas las características deseables para servir como sombra del cultivo.

El presente trabajo consistió en comparar el efecto de dos tipos de sombra (laurel y poró) sobre algunas características de un cruce interclonal de cacao ("Catongo" x "Pound 12"). El experimento se ubicó en el Campo Experimental "La Montaña" del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba. Las especies para sombra: laurel (*Cordia alliodora*) y poró (*Erythrina poeppigiana*) fueron sembradas en 1977 a una distancia de 6 m x 6 metros.

Se estudiaron las variables número de mazorcas, peso seco y número de chupones por árbol para el año 1990. Adicionalmente se analizaron los datos de producción de flores durante los años 1986 a 1988.

No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de sombra evaluados para ninguna de las variables analizadas. Esto representa una ventaja para el laurel pues se obtiene un producto valioso como la madera. La producción de chupones y la floración fueron superiores en los árboles de cacao bajo sombra de poró.

Se observó que la poda fuerte de los árboles de poró puede ocasionar cambios bruscos en el microclima, que desfavorece algunos caracteres de los árboles de cacao.

INTRODUCCION

El cacao en estado natural vive en asociación biológica con otras especies como palmeras, árboles y arbustos pequeños. Esto indica que prospera normalmente donde su follaje no se encuentra a plena

* Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales, CATIE, Turrialba, C.R.

exposición solar, y plantea la necesidad de controlar la sombra del árbol de cacao para proporcionarle un ambiente equilibrado donde no predomine ni la plena exposición ni el exceso de sombra.

En la región de Centro- y Suramérica la sombra de cacao ha sido manejada por los agricultores en forma muy variada. Algunas plantaciones muestran exceso de sombra y otras ningún sombrío.

Se menciona que la eliminación completa de la sombra en cacao en producción lleva consigo un rápido incremento del rendimiento; pero pronto se deteriora la plantación con la muerte regresiva por enfermedades, ataque de insectos y, finalmente, la muerte de los árboles (Wood y Lass 1985).

Es difícil encontrar un árbol que reúna todas las características deseables para servir como sombra de cacao. Los árboles de sombra permanente deben ser más altos que el cacao; por tradición se han elegido leguminosas como el poró (*E. poeppigiana*, *E. glauca*, *E. velutina*) y las "guabas" (*Inga* sp.). Son recomendadas las especies maderables como laurel (*C. alliodora*), el cedro (*Cedrela* sp.) y otros (Enríquez 1985).

Las leguminosas presentan la ventaja de incorporar nitrógeno al suelo y algunas producen madera para leña (Gutiérrez y Sojo 1976; Martínez y Enríquez 1984).

Se menciona que la especie *E. poeppigiana* incorpora una cantidad similar a 224 kg/ha de sulfato de amonio por año; siendo además fácil de reproducir por estacas y semillas (Martínez y Enríquez 1984).

En el caso de *C. alliodora* (laurel), se le considera especie prometedora como árbol de sombra por su rápido crecimiento, fuste recto y sistema radical aparentemente profundo. La copa del árbol ocupa muy poco espacio, presenta una alta producción de hojas y se autopoda. Además, su madera tiene mucha demanda para la construcción de pisos, cielorasos, puertas, ventanas y gabinetes (Martínez y Enríquez 1984).

El objeto del presente trabajo consistió en comparar el efecto de dos tipos de sombra (laurel y poró) sobre algunas características de un cruce interclonal ("Catongo" x "Pound 12") de cacao.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en 1977 en el campo Experimental "La Montaña" del CATIE, en Turrialba. Esta finca experimental está localizada a una elevación sobre el nivel del mar de 603 metros. La zona de vida es de un "bosque muy húmedo premontano". La temperatura media anual es de 22.2°C, la precipitación media anual es 2673 mm, la humedad relativa en promedio de 87%, la evaporación diaria en promedio es de 3.99 mm y la radiación diaria es de 423.7 cal/cm²/día.

Los suelos de "La Montaña" han sido clasificados como Typic Humitropept de textura fina, mineralogía mixta y régimen de temperatura isohipertérmico.

Se comparan dos tratamientos de sombra: laurel (*C. alliodora*) y poró (*E. poeppigiana*) con un cruce interclonal de cacao ("Catongo" x "Pound 12"). El laurel y el poró fueron sembrados a una distancia de 6 m x 6 m y el cacao a 3 m x 3 metros.

El experimento se analizó como un diseño irrestricto al azar con dos repeticiones. Cada parcela de cacao consistió de 72 árboles de los cuales 32 correspondieron a la parcela central o parcela útil.

Se estudiaron las variables: número de mazorcas, peso seco y número de chupones por árbol para 1990. Adicionalmente se analizaron los datos de producción de flores durante 1986 a 1988. Bajo cada sombra se seleccionaron 20 árboles —de mejor arquitectura— y se marcó en cada uno una sección de tronco y rama de 3 m de longitud a partir de la superficie del suelo. Cada 15 días se realizaron lecturas del número de flores abiertas.

Se realizaron las labores de manejo recomendadas para una plantación comercial de cacao.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de sombra evaluados para ninguna de las variables analizadas. En el Cuadro 1 se presentan los promedios de peso seco, número de mazorcas y número de chupones para 1990 y, además, el número de flores por mes del período 1986 a 1988 (de tres años).

Cuadro 1. Promedio de peso seco, número de mazorcas, chupones (1990) y flores (1986-1988) del cruce Interacional "Catongo" x "Pound 12", bajo dos tratamientos de sombra (Turrisiba 1986-1990).

Variable	Tratamiento	
	Laurel	Poró
Peso seco (g/árbol)	816.8	728.1
Mazorcas / árbol	23.0	20.3
Chupones / árbol	15.0	22.7
Flores / árbol / mes	7.0	11.9

Fuente: Colaboración del autor.

Al mencionar el número de flores/árbol/mes, se entiende que es el total de flores contabilizadas en la sección de árbol muestreada, tal como se explicó anteriormente.

El promedio de mazorcas y peso seco por árbol fue superior en el cacao con sombra de laurel y lo contrario se presentó con el número de chupones y flores. Aunque se produce mayor número de flores con poró, no se obtiene mayor número de mazorcas que con laurel lo que significa que ésta sombra mantiene, después de la floración, ciertas condiciones microclimáticas que ayudan a lograr un mayor sostenimiento de mazorcas y, en consecuencia, un mayor peso seco.

La variación de la producción de mazorcas y el peso seco es similar en el año en ambas especies de sombras. Se presentó una alta producción en los primeros meses y un pico de producción, aunque menos pronunciado, en junio y julio; en el mes de febrero no se realizó ninguna cosecha. Nuevamente la producción se incrementó a partir de octubre, que coincide con el pico de producción de los primeros meses del año siguiente (Figs. 1 y 2).

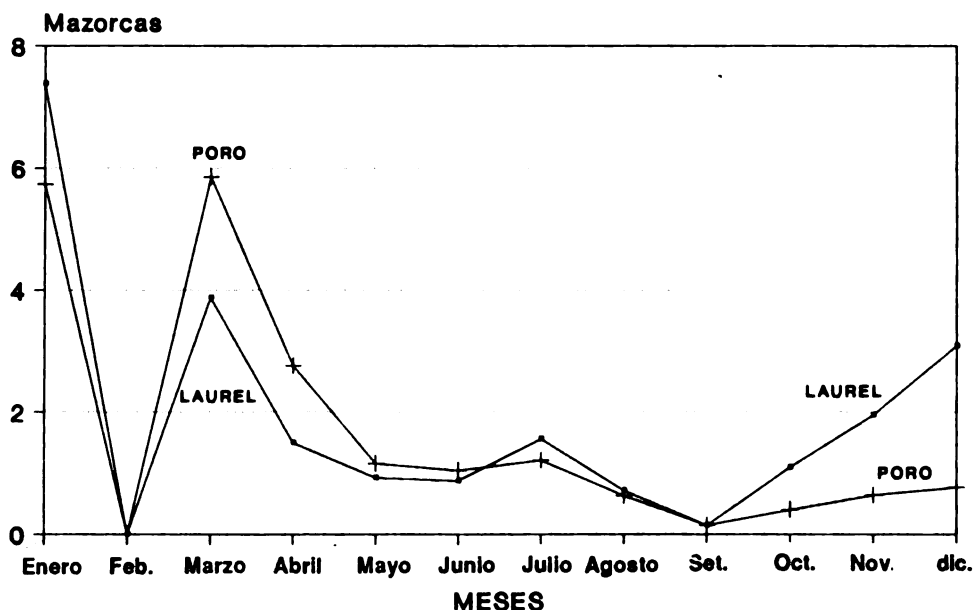


Fig. 1. Promedio de mazorcas por árbol de cruce Interclonal "Catongo" x "Pound 12" bajo dos tipos de sombra (Turrialba 1990).

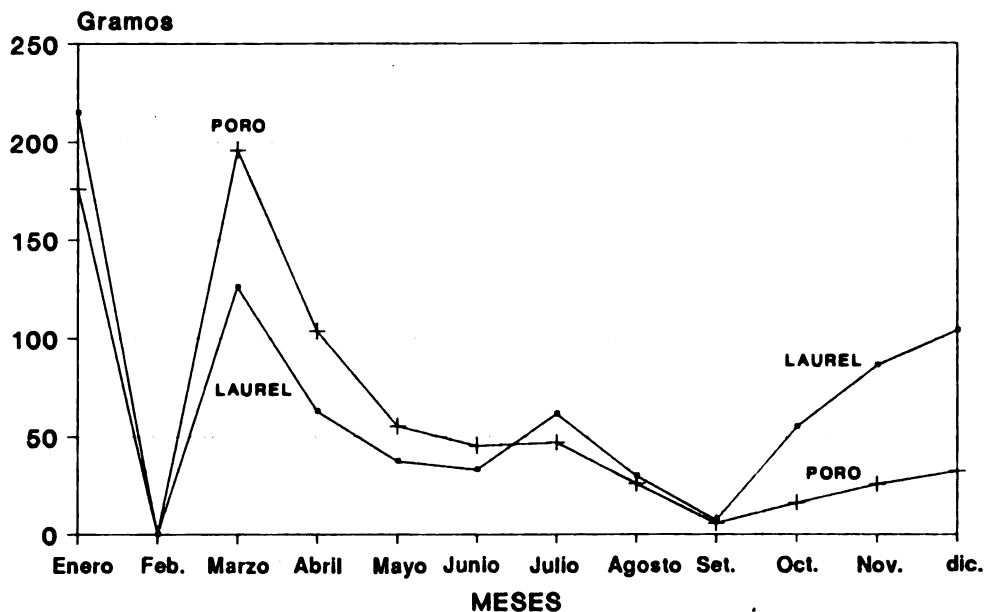


Fig. 2. Promedio de peso seco por árbol del cruce Interclonal "Catongo" x "Pound 12" bajo dos tipos de sombra (Turrialba 1990).

El número de chupones varió en forma semejante con los dos tipos de sombra; sin embargo, a partir del mes de junio se observó mayor superioridad con la sombra de poró; particularmente en ese mes. Esto es una consecuencia de una mayor luminosidad causada por la poda (fuerte) del poró realizada entre el 10 y el 15 de mayo (Fig. 3). Los cambios provocados por la poda pueden incidir en el prendimiento de mazorcas; pues aunque se producen más flores con poró el número de mazorcas sanas es mayor con la sombra de laurel.

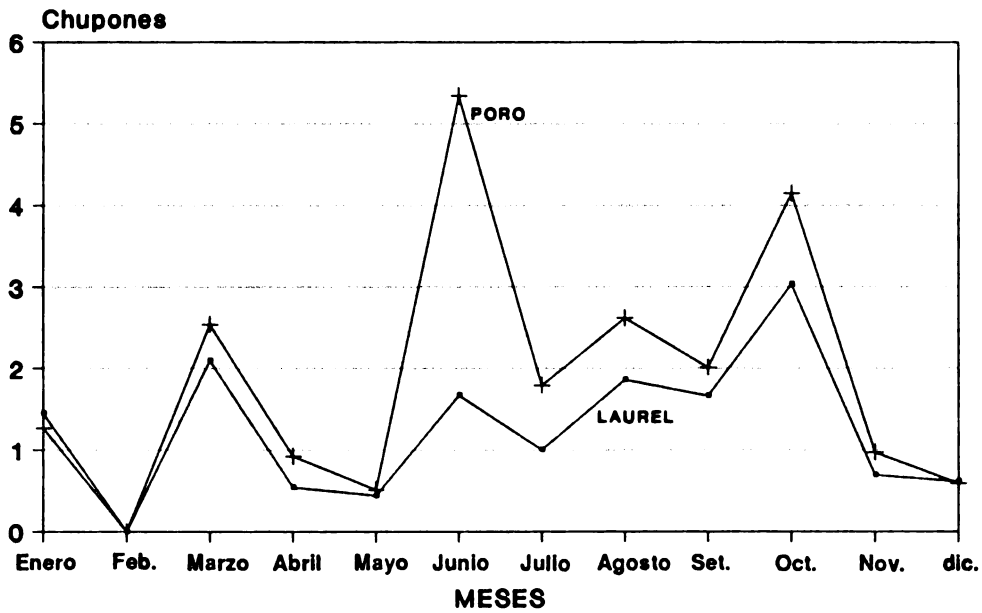


Fig. 3. Promedio de chupones por árbol de cruce intercional "Catongo" x "Pound 12" bajo dos tipos de sombra (Turrialba 1990).

En la Fig. 4 se observa el promedio de floración del período 1986 a 1988. Existió floración durante todo el período. El "pico" principal de floración ocurrió durante junio y julio para los dos tipos de sombra. Un ligero aumento en el número de flores se observó para el mes de noviembre. Estos picos de floración coinciden con los aumentos de cosecha observados seis meses después en la zona atlántica de Costa Rica, durante los meses de abril y mayo y noviembre a enero.

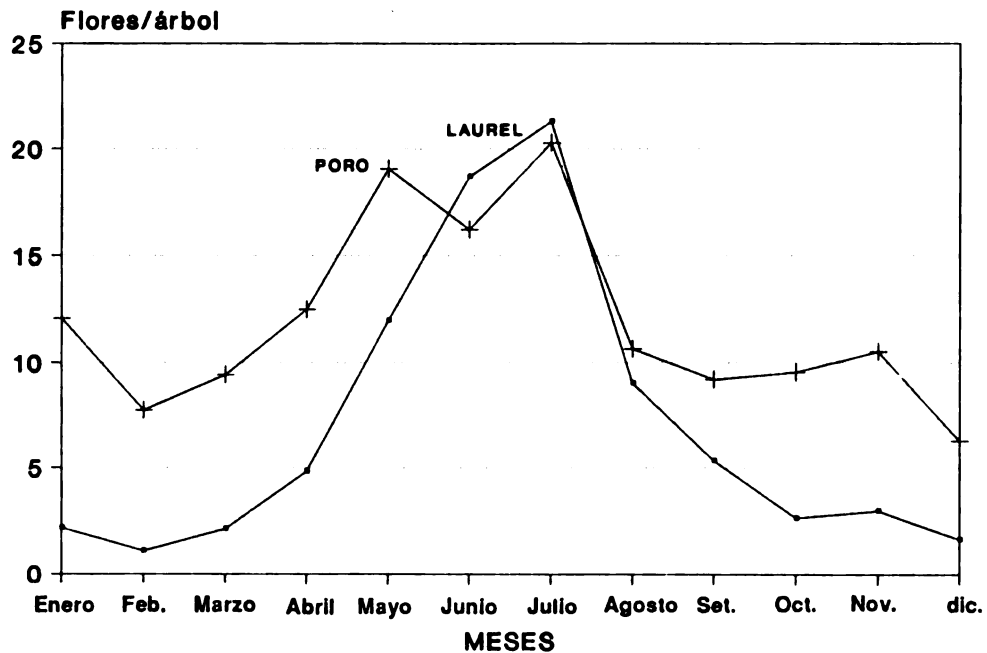


Fig. 4. Promedio de flores por árbol del cruce intercional "Catongo" x "Pound 12" bajo dos tipos de sombra (Turrialba 1986-1988).

En los meses de febrero a abril descendió la floración, el cual se puede explicar por una disminución en las lluvias y la temperatura media (Figs. 4 y 5). El efecto es más significativo en la floración del cacao bajo los árboles de laurel, posiblemente debido a que los árboles de poró retienen en mayor cantidad la humedad del microclima que favorece las condiciones más estables de temperatura de la plantación, ya que la sombra es más densa. Además de que la evapotranspiración en la plantación bajo laurel es más alta por efecto de la luminosidad (Fassbender 1987).

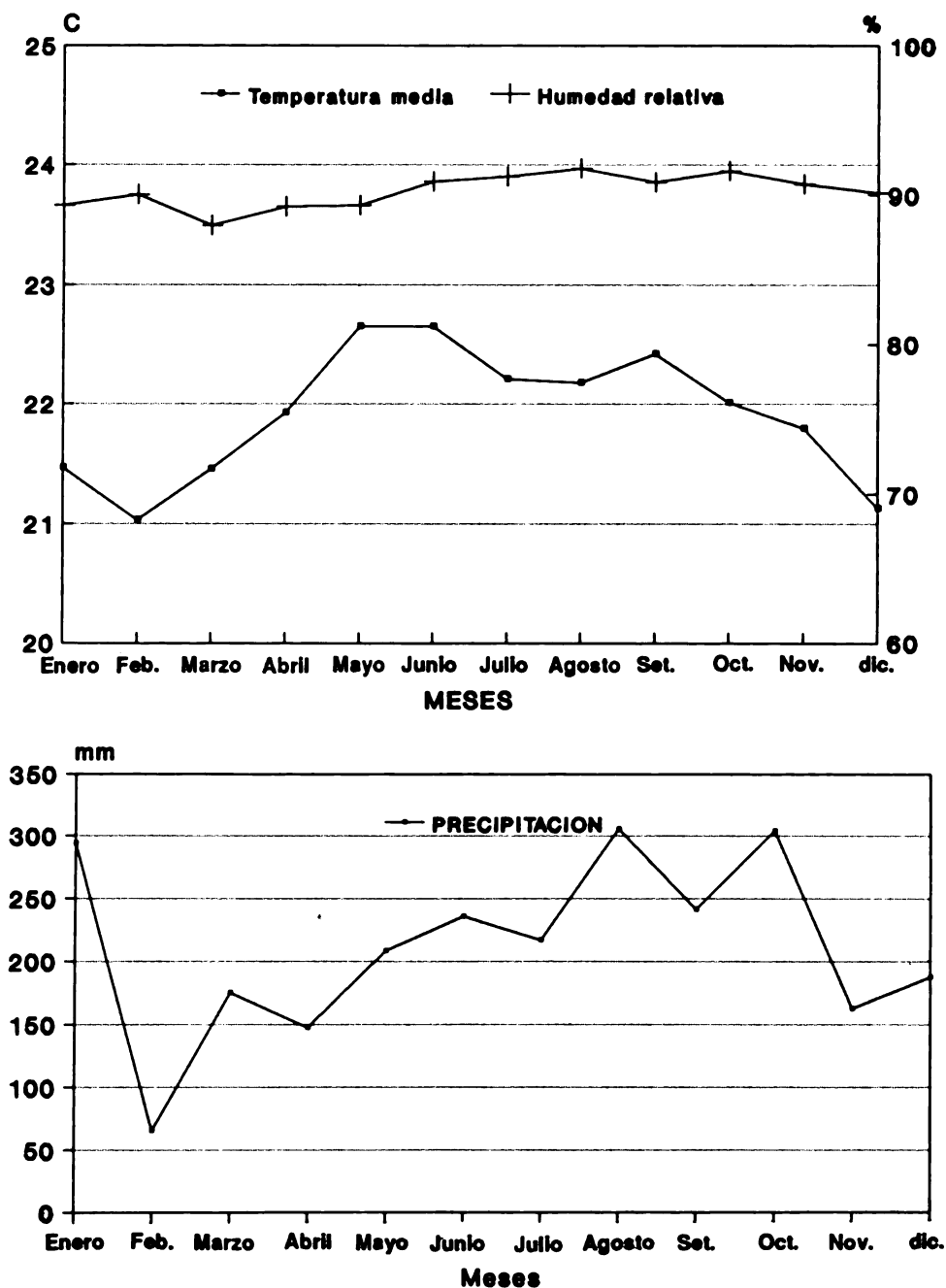


Fig. 5. Resumen de datos meteorológicos de la estación del CATIE (Turrisiba 1966-1968).

Se observa que si la lluvia se mantiene, también la floración, de aquí la importancia de la distribución de la precipitación y no tanto la intensidad de la misma. En la costa pacífica de Costa Rica, por ejemplo, donde no hay prácticamente lluvia desde el mes de diciembre hasta marzo la floración se reduce gradualmente hasta casi desaparecer en la época seca y, nuevamente, se incrementa con las lluvias en abril o mayo (Mora *et al.* 1987).

CONCLUSIONES

- Al no obtenerse diferencias estadísticas entre ambos tipos de sombra significa que los árboles de laurel tienen ventajas; ya que no es necesaria la poda y se obtiene un producto útil y valioso como es la madera.
- Aparentemente la poda de los árboles de poró afecta el prendimiento de mazorcas pues aunque se producen más flores no se logran más mazorcas que con sombra de laurel. Se deduce que es conveniente realizar varias podas moderadas o suaves al año que una sola poda fuerte; ya que ésta ocasiona cambios bruscos del microclima que afectan desfavorablemente algunos caracteres de los árboles de cacao.
- La producción de chupones con poró es mayor que con laurel debido a que la eliminación de la sombra con la poda estimula su crecimiento. Esto puede afectar el rendimiento debido a la utilización de fotosintetizados en el desarrollo de chupones y no de mazorcas.
- La floración de los árboles de cacao bajo la sombra de poró fue superior en forma general que aquella floración bajo sombra de laurel. Probablemente, se debe a que las condiciones climáticas durante la floración son más estables con la sombra de poró.

BIBLIOGRAFIA

- ENRIQUEZ, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 240 p.
- FASSBENDER, H.W. 1985. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie no. 29. 475 p.
- GUTIERREZ, Z.G.; SOJO, B. 1976. Árboles usados como sombra en café y cacao. Revista Cafetalera (Gua.) 159:27-32.
- MARTINEZ, A.; ENRIQUEZ, G. 1984. La sombra para el cacao: Revisión de literatura y bibliografía anotada. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza . 64 p.
- MORA, A.; BRENES, O; ROMERO, A; ENRIQUEZ, G. 1987. Estudio del desarrollo fenológico del cacao en Playa Blanca, Península de Osa. In Jornadas Agronómicas (1., 1987, San Isidro de Pérez Zeledón, C.R.). [Memoria]. s.l. Colegio de Ingenieros Agrónomos. Filial Región Brunca. p. irr.

VINHA, S.G.; MATTOS S., L.A. 1982. *Arvores aproveitadas como sombreadoras de cacaueiros no sul da Bahia e nortedo Espírito Santo*. Bahia, Bra., Centro de Pesquisas do Cacau. 136 p.

WOOD, G.A.R.; LASS, R.A. 1985. *Cocoa*. 4 ed. Longman. 620 p. (Tropical Agriculture Series).

EVALUACION ECONOMICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO CON LAUREL Y PORÓ EN COSTA RICA¹

H.H. von Platen*

ABSTRACT

Two agroforestry production systems (13 years old) are financially analyzed and compared: *Theobroma cacao* with the timber tree laurel (*Cordia alliodora*) and *T. cacao* with the legume tree poró (*Erythrina poeppigiana*). The question to be answered is: Does the timber production outweigh the supposed positive effect of the legume tree on crop production?

Though the timber trees are not mature at age 13, advantages are found for the cacao/timber tree system with respect to the cacao/legume tree system in terms of net present worth and benefit/cost ratio of returns to land and labour are. Sensitivity tests show that this advantage is small for returns to land but very stable for returns to labour. Projections to age 25 show that the advantages will hold over time. The opportunity costs of capital are crucial. The used interest rate of 10% may, for the potential user group of farmers with small to medium size holdings, be below the capital costs and relatively slight increases in this rate will erase the advantages of the cacao/timber tree system. However, the timber trees work like a saving account offering a large cash income at the same time of timber harvest and acting as a risk minimizing factor. Both properties may well offset lower returns to capital for a small farmer.

Key words: Agroforestry, *Theobroma cacao*, shade trees, *Erythrina poeppigiana*, *Cordia alliodora*, economic evaluation, interest rate, risk.

INTRODUCCION

Desde hace tiempo se discute, investiga y analiza aspectos de sombra en cultivos como café o cacao con árboles. En términos generales, esta discusión, y la correspondiente investigación en diferentes niveles sin considerar los frutales, se concentra en dos tipos de árboles:

- fijadores de nitrógeno, y
- maderables.

¹ El autor agradece el trabajo y los esfuerzos de Jorge Alvarez, John Beer, Jorge Morera y Antonio Mora, quienes han trabajado durante años en el "Proyecto Central" y que generosamente brindaron sus informaciones. Gracias también a Héctor Paniagua, Eduardo Somarriba, Reinhold Muschler, Arnim Bonnemann y Gerald Kapp, por su contribución a este documento. El apoyo financiero y logístico fue dado por el CATIE, Costa Rica, y por la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) mbH, Alemania.

Hay tres grupos de argumentos en este análisis: aquellos que describen la interacción entre los árboles de sombra y el cultivo principal; aquellos que se centran en los efectos de los árboles sobre la sostenibilidad de la producción y, finalmente, aquellos de carácter económico.

En general, los árboles de sombra afectan la producción agrícola de muchas maneras. Los balances de nutrimentos, agua y luz, propiedades químicas y físicas de los suelos y el microclima son algunos de los parámetros que se ven afectados directamente, por la presencia de los árboles, ante la competencia e interferencias complementarias. El conjunto de estos efectos se concreta finalmente en la producción del cultivo agrícola. Al comparar los árboles fijadores de nitrógeno con los maderables como sombra, las hipótesis básicas en este sentido están bien establecidas:

- Árboles fijadores de nitrógeno que tienen un efecto positivo sobre la producción, sobre todo por favorecer la disponibilidad de nitrógeno, pero también por su influencia en el mejoramiento de suelos: descomposición de raíces y hojarasca; además que, en la mayoría de los casos, las sombras de estos árboles pueden ser fácilmente manejadas. En cambio, su madera no tiene un valor propio (reducido).
- Árboles maderables que compiten con el cultivo por nutrimentos, luz y agua; y en los que las posibilidades de la regulación de sombra son limitadas, a veces innecesarias; sin embargo estos árboles producen un bien comercial: la madera. Por esto se les llama también "árboles comerciales".

Sin embargo, hasta el momento, la mayoría de los estudios e investigaciones se concentran en los primeros dos grupos de argumentos: tasas de fijación de nitrógeno, competencias por los factores físicos de la producción, balances de agua, fertilidad del suelo y otros. El factor que más interesa al agricultor es del resultado económico: ¿Ahorrará fertilizantes con el sistema con árboles de servicio y obtendrá la misma producción en relación con el sistema de árboles comerciales?, ¿hay más trabajo en uno u otro sistema?, ¿cuál de los dos sistemas le traerá al final más beneficios?, ¿menos riesgo?

Para hacer una comparación de ambos sistemas, la pregunta esencial es si el valor de la madera al final del ciclo vegetativo de los árboles puede superar el valor acumulado de la producción incrementada de cacao por los árboles de servicio, considerando las diferencias en los costos de manejo de ambos sistemas. Esta pregunta se estudiará a continuación con base en un experimento de cacao con dos tipos de sombra: poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cllk)), árbol fijador de nitrógeno, y laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavo) Oken), árbol apreciado por su madera.

El experimento, cuya descripción se detalló en la presentación anterior, se estableció en el CATIE en el año 1977 como parte del experimento multipropósito "La Montaña". Al momento de elaborar este análisis tenía trece años de existencia, tiempo suficiente para estimar el valor de los árboles maderables y el efecto de los árboles de servicio a la productividad del cultivo asociado.

Los métodos usados son los de carácter económico estándar y contienen los siguientes elementos:

- Compilación de una lista de todos los insumos usados y de los trabajos realizados en cada año del experimento.
- Purificación de la lista con respecto a aquellos trabajos que son netamente de índole científica, ya que se trata de un experimento, hasta que contenga solamente elementos de manejo agronómico corriente.

- Compilación de una lista de productos cosechados. En el caso de la madera fue necesario estimar el volumen, ya que los árboles todavía no habían sido cosechados.
- Asignación de precios a todos estos insumos, trabajos y productos. En este caso se usaron precios corrientes de cada año.
- Deflación de los costos y beneficios anuales específicos para obtener datos comparables.
- Cálculo de índices económicos como la tasa interna de rentabilidad (TIR), el valor presente neto (VPN), retorno por unidad de tierra, retorno por trabajo invertido y flujo de fondos.
- Simulación de varios escenarios de precios para estimar la solidez de los resultados encontrados.

COSTOS Y BENEFICIOS

Costos

En el Cuadro 1 presentan los requerimientos y costos de la mano de obra de los dos sistemas para el año de establecimiento, los primeros tres años y subsecuentes; estos últimos representan los requerimientos constantes de tales sistemas.

Cuadro 1. Mano de obra: Requerimiento y costo en dos sistemas de producción de cacao en 13 años¹ (Jornales y US\$/ha).

	Cacao/laurel		Cacao/poró	
	Jornales	Costos ²	Jornales	Costos ²
Establecimiento				
Prep. de la tierra ³	28.5	190	28.5	190
Siembra de cacao ⁴	11.5	77	11.5	77
Siembra de árboles de sombra ⁵	4.5	30	3.0	20
Deshierbe	6.0	40	6.0	40
Total establecimiento	50.5	337	49.0	327
Promedio anual (1-3)				
Fertilización	6.0	40	6.0	40
Cosecha de cacao	9.7	63	10.0	66
Poda de cacao	8.7	57	8.7	57
Deshierbe	19.3	127	14.3	94
Total	43.7	287	39.0	256
Promedio anual (4-13)				
Fertilización	3.2	24	3.2	24
Cosecha de cacao	28.9	206	29.9	212
Poda de cacao	3.3	23	3.3	23
Poda de poró	0.0	0	9.3	66
Deshierbe	4.0	28	4.0	28
Otros	0.6	5	0.6	5
Total	40.0	286	50.3	358

1 El experimento empezó en agosto de 1977; todos los costos de ese año son considerados costos de establecimiento. Cosecha hipotética de la madera en diciembre de 1990.

2 Colones deflacionados a diciembre de 1990, expresados en dólares estadounidenses; 100 colones= US\$1.

3 Incluye aplicación de herbicidas, mantenimiento de drenaje, estaquillado.

4 Incluye fertilización del cacao.

5 Incluye fertilización del laurel, pero ningún costo de almácigo (laurel) o costo para obtener las estacas (poró).

Los costos anuales totales, incluyendo los insumos, son listados en el Cuadro 2. Ambos sistemas son manejados en forma igual, como el nivel de fertilización, salvo en los requerimientos especiales de los árboles de sombra. Las diferencias son:

- Costos de establecimiento ligeramente mayores en el sistema con laurel, debido al mayor valor de las plántulas y más requerimientos de mano de obra para su cuidado y necesidad de una fertilización inicial.
- Después del establecimiento las diferencias surgen por la necesidad de podar el poró (el laurel no lo requiere) y por requerimientos más altos de mano de obra para la cosecha del cacao en el caso del sistema con poró.

Beneficios

Los beneficios se basan en que el producto del cultivo principal es el cacao y, en el caso del sistema con laurel, adicionalmente la madera. No se intentó asignar valores monetarios a supuestas utilidades "ecológicas" de los árboles de poró por dos razones: Por un lado, los procesos biofiscales y ecológicos en estos sistemas son altamente complejos, y es casi imposible evaluar los beneficios parciales de un elemento de este sistema —salvo que se disponga de experimentos monofactoriales, lo que en el área de agroforestería es difícil y costoso, debido al tamaño requerido y la larga duración de los experimentos. Los beneficios marginales, por ejemplo, de los nutrimentos adicionales, proporcionados por los árboles (poró), dependen en gran medida de la fertilidad inicial del suelo y del nivel de fertilización. El nitrógeno fijado por el poró tendrá un efecto diferente en suelos ricos y/o con niveles altos de fertilización. Otros problemas están relacionados con el conocimiento insuficiente de los montos de nutrimentos del mantillo o "mulch" y hojarasca, finalmente aprovechados por el cultivo agrícola; interferencias competitivas y complementarias entre los árboles y el cultivo; influencias de los árboles sobre el microclima; efectos de "bomba de nutrimentos" si es que ella existe. Muchos de estos efectos ocurren en ambos sistemas y los beneficios y costos deben consecuentemente ser atribuidos a ambos.

Además, cualquiera de estos beneficios mencionados representa sólo un potencial, pero ningún valor económico en sí, a no ser que se incremente la producción a corto o largo plazo. Sólo un incremento de este tipo puede ser un indicador razonable para los beneficios tangibles de los árboles.

En este experimento, la producción de cacao (Cuadro 2) fue de 821 kg/ha en el sistema con laurel y de un 4.8% más (860 kg/ha) con poró: promedio del período entre el cuarto año hasta el decimotercero). No se comprobó significancia estadística de esta diferencia (Morera y Mora 1991). Se cree que la alta fertilidad inicial del suelo y nivel de fertilización ocultaron mayores efectos positivos del poró. Sin embargo, a pesar de la falta de significancia estadística de los resultados, se usó la producción del cacao para las siguientes cálculos de acuerdo a los valores medidos.

El volumen de la madera de laurel se determinó de dos maneras. Primero, se usaron modelos desarrollados por Somarriba y Beer (1986), estimando el volumen como resultado del dap y de la altura comercial de los árboles. Este cálculo resultó en un volumen del fusté de 96 m³/ha al final del decimotercer año, menos de lo estimado según cálculos anteriores: Beer *et al.* (1991) calcularon en 1987 el volumen del fusté para los mismos árboles en 77.6 m³/ha e incrementos anuales (sexto y décimo años) en alrededor de 9 m³/ hectárea. Una explicación para esta diferencia es que el laurel en

Cuadro 2. Coeficientes económicos de dos sistemas de producción de cacao (US\$/ha, deflacionado a 1990).

Año	Sistema cacao/laurel							Sistemas cacao/poró						
	Costos			Beneficios				Costos			Beneficios			
	Mate- rial	Tra- bajo	Total	Cacao ¹ (kg/ha)	Valor ² (US\$/ha)	Beneficios (3)	netos (4)	Mate- rial	Tra- bajo	Total	Cacao ¹ (kg/ha)	Valor (US\$/ha)	Beneficios (3)	netos (4)
0	846	337	1 182	0	0	(1 182)	(846)	715	327	1041	0	0	(1 041)	(715)
1	282	297	579	0	0	(579)	(282)	282	257	539	0	0	(539)	(282)
2	280	279	559	97	264	(295)	(16)	280	240	519	71	194	(326)	(86)
3	341	285	626	421	1 288	662	947	341	271	612	477	1 459	847	1 118
4 ⁵	0	186	186	537	2 605	2 419	2 605	0	285	285	601	2 914	2 629	2 914
5 ⁵	0	206	206	653	2 006	1 799	2 006	0	299	299	724	2 225	1 926	2 225
6	207	292	499	906	2 380	1 881	2 173	207	360	567	997	2 604	2 037	2 397
7	253	304	557	908	2 451	1 894	2 198	253	355	608	935	2 524	1 916	2 271
8	139	233	372	803	1 989	1 617	1 850	139	274	413	1 026	2 541	2 127	2 402
9	100	288	388	857	1 806	1 418	1 707	100	374	473	1 047	2 207	1 734	2 107
10	129	356	485	911	1 804	1 319	1 675	129	493	622	1 069	2 116	1 494	1 987
11	43	277	320	922	1 379	1 059	1 337	43	277	320	900	1 346	1 027	1 304
12	86	311	396	849	949	553	863	86	366	452	572 ⁶	639	187	553
13	165	403	569	862	6 620	6 051	6 454	165	493	659	732	618	(41)	452
Promedio cosecha de cacao, años 4-13:				812							860			
Valor Presente Neto (VPN):					6 830				6 066					
B/C:					2.71				2.48					

1) Peso seco. Valores de Morera y Mora, 1991; excepto: años 4 y 9; datos de campo incompletos, calculados como promedio del año anterior y siguiente; año 8: valores de Beer *et al.* 1990; año 13: calculado con base en datos no publicados de CATIE.

2) Año 13 incluye los beneficios de la madera de laurel.

3) Con costo de mano de obra.

4) Sin costo de mano de obra.

5) No hubo ningún tipo de insumos en estos años.

6) Baja producción de cacao se debe posiblemente a un exceso de sombra debido a la no realización de un ciclo de poda del poró.

el sitio del experimento muestra un crecimiento en edad avanzada por debajo de la media en comparación con otros sitios en el área. Causa posible es el mal drenaje del suelo.

El segundo método es el practicado localmente para estimar volúmenes de madera: la "medida de mecate", la cual expresa el volumen en "pulgadas madereras ticas" (PMT). Se le usó para estimar el volumen de la madera de aserrío, ya que refleja los beneficios que un agricultor realmente obtendría. Partes de los troncos no aptos para madera de aserrío fueron evaluados por su uso en postes, resultando 33.1 m³ por hectárea. No se consideró la leña ya que su valor es menor que el costo de su transporte.

/ El valor total de la madera asciende a 6659 US\$/ha (0.24 US\$/PMT madera de aserrío y a 50 US\$/m³ de postes). Los costos de la cosecha y del transporte (=4 km) de la madera (767 US\$/ha) fueron deducidos directamente del valor de la madera, obteniéndose beneficios netos de 5892 US\$ por hectárea.

RESULTADOS DEL ANALISIS FINANCIERO

El Cuadro 2 incluye un sumario de los costos, beneficios y beneficios netos anuales en ambos sistemas. Los valores presentes netos y la relación entre beneficio y costo fueron calculados al asumir una tasa de intereses del 10% anuales. La tasa interna de retorno ha sido omitida de los resultados ya que mostró valores alrededor del 50 por ciento.

Ambos índices muestran una ventaja para el sistema con laurel. Significa que la pregunta inicial sobre si el valor final de la madera supera el valor acumulado de la producción incrementada de cacao por los árboles de servicio, considerando diferencias en los costos de manejo de ambos sistemas, puede contestarse afirmativamente para el caso analizado.

Los cálculos de sensibilidad mostraron que esta ventaja relativa se mantiene bastante estable con respecto a varios parámetros:

- El precio del cacao debería haber sido alrededor del doble de su nivel real para que ambos sistemas tengan igual VPN; aunque el nivel actual de los precios de cacao es bastante bajo, así que un aumento es posible y probable. Una parte de la producción ocurrió en años con precios favorables y no es probable que el precio de cacao subiera a los niveles indicados para un tiempo prolongado.
- El precio de madera podría caer hasta aproximadamente un 50% de su valor actual para crear el mismo resultado; este desarrollo es bastante improbable, ya que el valor relativo de la madera tiende a subir.
- La diferencia en costos entre ambos sistemas es demasiado pequeña para optar cambios en ellos que, con un margen real, puedan producir ventajas relativas.

Existen dos indicadores críticos en la estabilidad del resultado:

- El nivel de la producción de cacao bajo poró debería subir en un 8% (13% por encima de la producción bajo laurel) para poder equilibrar el VPN; este resultado es posible sobretodo en sitios menos fértiles.
- El nivel de los intereses, usado para calcular el VPN, debe subir alrededor de un 18% para producir un equilibrio; el que puede estar dentro del marco de costo de capital de un pequeño finquero aun en términos constantes.

El valor presente neto, usado arriba para comparar los dos sistemas de producción, es un indicador valioso para el analista. Sin embargo, cuando se convierten resultados experimentales en recomendaciones para finqueros, el análisis del flujo de fondos es un instrumento importante. Para el pequeño o mediano agricultor, este puede ser mucho más importante que el valor presente neto o la razón beneficio/costo, ya que un ingreso muy elevado al final de un ciclo de producción perenne es poco atractivo si no existen ingresos durante muchos años.

En el Cuadro 2, los beneficios netos de la columna (3) indican el flujo de fondos, suponiendo que la mano de obra es pagada. En ambos casos, sin mucha diferencia entre los sistemas, este flujo de fondo se vuelve positivo en el tercer año, es decir, los ingresos son más altos que los gastos y un agricultor recibe una ganancia neta en efectivo. Ya en el cuarto año, todos los costos acumulados son pagados por los beneficios acumulados. La situación puede mejorar todavía si la mano de obra proviene de la misma familia, lo que significa que los costos por ella son más bien ingresos para el agricultor. La columna (4) del Cuadro 2 indica el flujo de caja respectivo. Aparte de una reducción en los costos iniciales —que también puede ser un argumento importante—, el flujo de fondos se vuelve positivo al inicio del tercer año. En este caso tampoco se considera una diferencia significativa entre ambos sistemas.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y RESUMEN

El estudio de caso presentado se basa en los resultados de un experimento. Usar esta clase de datos para elaborar recomendaciones económicas siempre resulta crítico, y sólo puede ser el primer paso en la formulación de recomendaciones finales: definitivamente deben hacerse más pruebas, necesariamente en el campo mismo, y mejor si son manejadas por los agricultores. Solo así se puede evaluar de qué manera una técnica o tecnología realmente puede beneficiar al productor.

El análisis demostró que el sitio del experimento no era favorable para el laurel, comparando los resultados con aquellos de otros estudios en la zona. Pero por otro lado, la alta fertilidad del sitio podría haber ocultado los beneficios del poró. Ni los árboles ni el cacao llegaron al final de su vida útil en el momento de efectuar el análisis.

Sin embargo, en términos generales, se constató que el sistema con árboles comerciales tiene ventajas sobre aquel con árboles de servicio para el sitio analizado. El probable desarrollo de parámetros importantes, como el precio del cacao y de la madera, ayudarían a mantener o, más bien, a incrementar esta ventaja. Sin embargo, el nivel del costo de capital podría cambiar esta ventaja.

Especialmente si los agricultores con fincas de tamaño medio se encuentran en una fase de altos requerimientos de capital, se puede observar un proceso de sustitución de mano de obra por capital. Para ellos, una tasa de interés del 20% estaría todavía por debajo de su costo de oportunidad del capital, y, en este sentido, el sistema con poró tendría ventajas.

Existen algunos factores que sólo ante las dificultades pueden expresarse en términos monetarios. Uno es el manejo de riesgo. Una abrupta caída del precio del cacao, como ocurrió hace poco, garantiza al usuario del sistema cacao/árbol maderable, por lo menos, el valor de la madera, que puede usar para iniciar otra producción. En este sentido, el árbol tiene la función de un seguro. Otro factor no-tangible es el ahorro. Los árboles maderables, al momento de su cosecha, devuelven una suma alta en un momento específico. Aun cuando la suma acumulada con la elevada producción de cacao en el sistema con los árboles de servicio sea más alta, es poco probable que un pequeño o mediano agricultor pueda ahorrar estos montos año tras año en un banco. Más probable es que los mismos se pierdan en los gastos diarios, imposibilitando inversiones mayores.

En resumen, se recomiendan ambos sistemas, mientras se continúa con las investigaciones en otros ambientes y otras especies y se obtenga más información al respecto. Particularmente si tuviera una finca, definitivamente, aplicaría un sistema con árboles maderables: se evita el trabajo de la poda, disminuye el riesgo y, sin duda, es posible el ahorro.

BIBLIOGRAFIA

- ALPÍZAR, L.; FASSBENDER, H. W.; HEUVELDOP, J.; FÖLSTER, H.; ENRÍQUEZ, G. 1986. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. I. Inventory of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 4: 175-189.
- BEER, J.; BONNEMANN, A.; CHAVEZ, W.; FASSBENDER, H. W.; IMBACH, A. C.; MARTEL, I. 1990. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. V. Productivity indices, organic material models and sustainability over ten years. *Agroforestry Systems* 12:229-249.
- COSTA RICA. DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. 1991. Indices de precios para ingresos bajos y medianos. San José, C. R.
- FASSBENDER, H. W.; ALPÍZAR, L.; HEUVELDOP, J.; FÖLSTER, H.; ENRÍQUEZ, G. 1988. Modelling agroforestry systems of *T. cacao* (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6:49-62.
- GITTINGER, J. P. 1982. Economic analysis of agricultural projects. 2 ed. John Hopkins, Baltimore.
- HEUVELDOP, J.; FASSBENDER, H. W.; ALPÍZAR, L.; ENRÍQUEZ, G.; FÖLSTER, H. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. II. Cacao and wood production, litter production and decomposition. *Agroforestry Systems* 6:37-48.

- HOEKSTRA, D.A. 1983. Choosing the discount rate for analysing agroforestry systems/technologies from a farmer's point of view. Nairobi, Kenia, ICRAF. Working Paper no. 9.
- IMBACH, A. C.; FASSBENDER, H. W.; BOREL, R.; BEER, J.; BONNEMANN, A. 1989. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. IV. Water balances, nutrient inputs and leaching. *Agroforestry Systems* 8:267-287.
- KASS, D.; BARANTES, A.; BERMUDEZ, W.; CAMPOS, W.; JIMÉNEZ, M.; SANCHEZ, J. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones (Alley cropping), en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica. *El Chasqui* (C.R.) 19:5-24.
- MORERA, J.; MORA, A. 1991. Evaluación de cacao híbrido bajo dos sistemas de sombra en Turrialba, Costa Rica. (In press).
- PLATEN, H. VON. 1991. Economic evaluation of agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Ric. In *International Workshop on Financial and Economic Analysis of Agroforestry Systems* (1991, Honolulu, Hawaii). Paper.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1986. Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico no. 16.



SOMBRAS Y CULTIVOS
ASOCIADOS CON CACAO

SEGUNDA PARTE
INFORME DE LOS PAISES

// DESARROLLO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE CACAO-PLATANO-MADERABLES EN LA REGION CENTRAL DE COSTA RICA

Orlando Cubillo J.*

En la Región Central de Costa Rica, se establecieron aproximadamente 1000 ha de cacao a partir de 1980. El paquete tecnológico para el establecimiento de esta área, incluía el uso de especies de sombra únicamente del tipo leguminosas: poró (*Erythrina poeppigiana*, *E. glauca*) y guaba (*Inga edulis*).

Debido a que estas especies proporcionan solamente el beneficio del sombreado y la incorporación de materia orgánica, al momento de proceder a la rehabilitación o renovación de la plantación, el propietario debe realizar una gran inversión para establecer una nueva plantación. Por esta razón, se planteó la necesidad de aprovechar con mayor eficiencia el estrato superior con un elemento de sombra compatible con el cacao, de producción a largo plazo, y que caracteriza el sistema como productor de corto, mediano y largo plazo. Se busca, además de originar ingresos adicionales como leña por las podas, frutas y madera, el proporcionar condiciones ambientales más estables y mantener un suelo permeable y aireado, evitando así la erosión.

Esto es particularmente importante en la Región Central de Costa Rica, la cual se caracteriza por una topografía quebrada —pendientes del 15% al 30%—, y con precipitaciones entre 3500 a 4000 mm anuales y entre dos a tres meses secos.

SISTEMA AGROFORESTAL

A partir de 1989 se establecieron 20 ha en el área mencionada, utilizando el siguiente sistema agroforestal compuesto de cuatro estratos de corto, mediano y largo plazo:

- Estrato inferior bajo temporal utilizado durante el primer año de crecimiento. Está constituido por maíz (*Zea mays*) y frijol de palo (*Cajanus cajan*).
- Estrato medio como sombra permanente compuesto por árboles leguminosos de poró extranjero (*Erythrina poeppigiana*), elequime (*E. fusca*) y guaba o guajiniquil (*Inga* spp.).

* Ingeniero Agrónomo; DCR, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), C. R.

- Estrato superior constituido por especies maderables como cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*).
- Estrato inferior permanente y semipermanente conformado por el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) y plátano (*Musa sp.*).

DISTANCIAS DE SIEMBRA

- Maderables sembrados en forma de "tresbolillo" o "pata de gallo" a 12 m x 12 m, para una población de 69 árboles por hectárea.
- Sombra permanente del tipo leguminosas en el siguiente orden: Alternadas en una fila con maderables a 6 m x 12 m, y la otra a 6 m x 6 m en línea. Se pretende que este elemento del sistema se pueda manejar al regular la sombra e inclusive eliminar cierto número de árboles leguminosos, una vez que los árboles maderables adquieran mayor altura.
- Sombra temporal de plátano en "tresbolillo" a 6 m x 3 metros.
- El cultivo de cacao a 3 m x 3 m en "tresbolillo".
- La sombra emergente de maíz y gandul en forma de triángulo, respetando un metro de distancia de las plantas de cacao. Este tipo de sombra se utiliza solamente para la etapa de establecimiento en el primer año para el maíz y al año y medio para el gandul.

Cuadro 1. Distancias de siembra y densidad para cada uno de los componentes de un sistema cacao-maderables-plátano.

COMPONENTE	DISTANCIAS (m)	DENSIDAD
Cedro o caoba	12 x 12	69 árboles/ha
Poró elequime o guaba	6 x 12	138 árboles/ha
Plátano	6 x 3	555 plantas/ha
Cacao	3 x 3	1 111 plantas/ha
Maíz y cacao	1 m del cacao en triángulo	3 633 plantas/ha

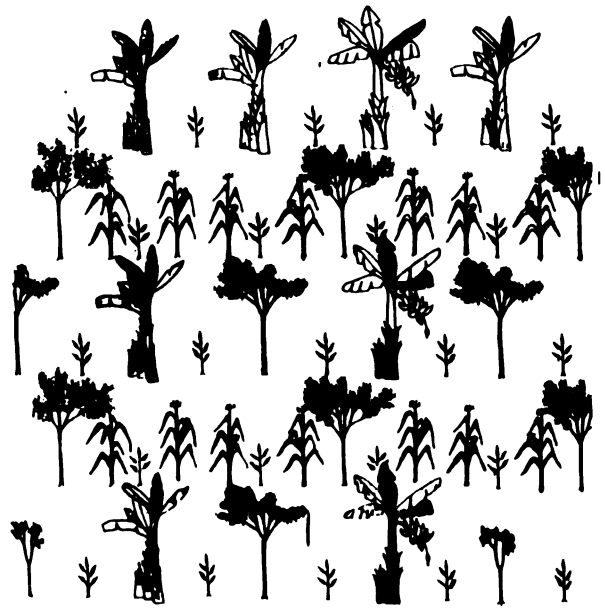
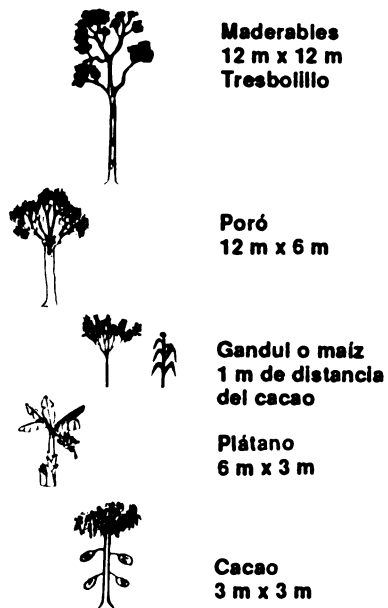


Fig. 1. Distancia de siembra de los componentes del sistema agroforestal.

Fig. 2. Etapa de establecimiento del cacao con sombra emergente de gandul y maíz al primer año.



Fig. 3. Cultivo establecido cacao-plátano maderables, como fuente permanente de trabajo para el núcleo familiar.



Fig. 4. Cacao y maderables cedro-caoba establecidos. Se disminuye el riesgo de erosión, se mantiene la permeabilidad y la aireación del suelo.

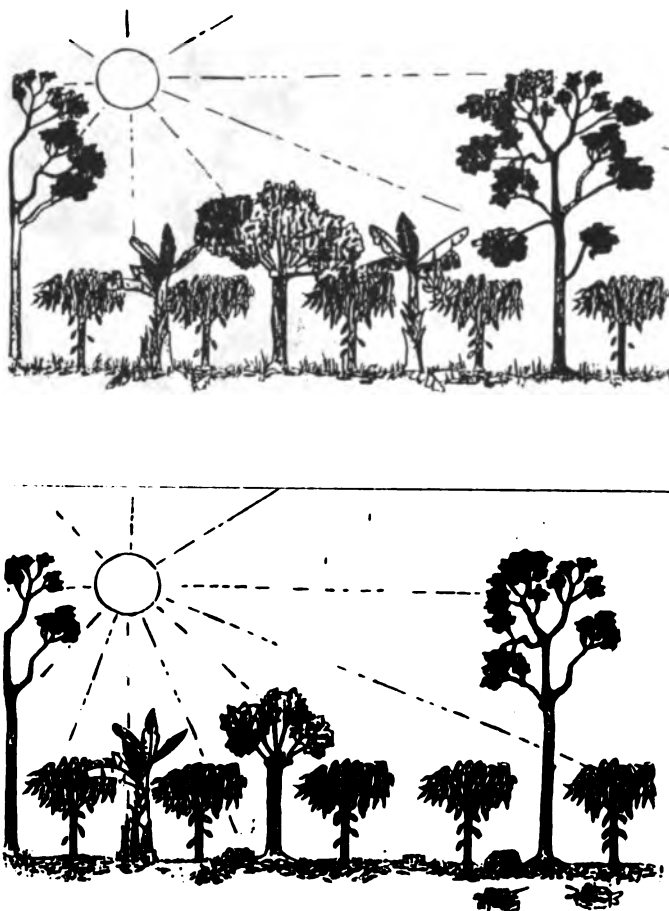


Fig. 5. Cacao establecido con plátano y maderables. Ingresos adicionales por cosecha de plátano y leña, como producto de las podas de los maderables.

En el Cuadro 1 se indican las distancias y densidades de siembra utilizadas en el sistema agroforestal. En las figuras 1 a 5 se muestran algunos esquemas relacionados con la distribución espacial de los componentes del sistema.

SOMBRA EN EL CULTIVO DEL CACAO EN EL SALVADOR

Oswaldo Wilfredo Rosa G.*

En El Salvador existen tres áreas mayores productoras de cacao, ubicadas en diferentes regiones:

- Zona Oriental con una elevación de 25 msnm, temperatura promedio de 27° C, precipitación anual de 1956 mm y suelos aluviales profundos.
- San Pedro Nonualco en la parte central, con una elevación de 400 msnm, temperatura promedio de 24.5° C, precipitación anual de 1823 mm y suelos regosoles de topografía ondulada.
- Parte occidental en Izalco-Caluco con 253 msnm, temperatura promedio de 26° C, precipitación anual de 1908 mm y suelos latosoles y aluviales.

En total, estas tres áreas suman 315 ha de aproximadamente 470 ha que están cultivadas en el país.

La utilización de árboles de sombra se ha realizado de manera arbitraria por parte de los agricultores, lo cual se puede atribuir al desconocimiento de las técnicas adecuadas y a la falta de asistencia por parte de las instituciones encargadas de la misma.

Los tipos de sombra utilizados en su mayoría son *Inga* (paterna, cujín), árboles frutales como mango (*Mangifera indica*), naranjos (*Citrus spp.*) y coco (*Cocos nucifera*) en algunas regiones de la zona costera. También se utiliza en otros sitios árboles maderables para sombra como cedro (*Cedrela fissilis*), caoba (*Swietenia humilis*), laurel (*Cordia sp.*) y ceiba (*Ceiba pentandra*).

En algunas regiones, el cacao ha sido sembrado aprovechando la sombra establecida para el cultivo del café de bajo. Un ejemplo se ubica en los alrededores de Santa María Ostuma, en la zona central del país.

En la mayoría de las plantaciones, la sombra ha sido plantada sin distanciamientos adecuados y sin criterio técnico. Existe una carencia casi completa de podas, por lo que la sombra crece de manera desordenada y el cacao no recibe una sombra adecuada para poder expresar al máximo su vigor.

* Coordinador del Programa de Cacao, Centro de Tecnología Agrícola (CENTA), Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador.

En el caso de los árboles maderables, al momento de su cosecha o corte, no se cuenta con la nueva siembra o postura que servirá como reposición, por lo que el cacao sufre daños por quemaduras e inclusive, en algunos casos, muere.

Los árboles frutales han sido sembrados por los agricultores, generalmente en forma desorganizada, dependiendo del momento en que han obtenido la semilla o la planta. Esto produce distanciamiento inadecuados que provocan una sombra desuniforme e irregular al establecer el cacao, .

Para los diferentes tipos de sombra no se tienen datos, ni siquiera sobre los ingresos por concepto de venta del producto, ya sea frutos, leña o madera. Esto impide que se puedan establecer parámetros económicos, que permitan determinar la rentabilidad de las diferentes asociaciones. El Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, por medio del Centro de Tecnología Agrícola (CENTA), en el año 1989 estableció el Programa Nacional de Cacao y se iniciaron las relaciones con la Red Regional de Generación y Transferencia de Tecnología en Cacao (PROCACAO), propiciándose así la investigación y validación de resultados obtenidos en la región.

Se estableció el ensayo de combate de la mazorca negra en la Cooperativa de La Carrera (Zona Oriental), donde se tiene una mezcla de sombra de los árboles maderables, mencionados anteriormente. Otro ensayo se encuentra ubicado en la Estación Experimental Santa Cruz Porrillo (Zona Central), que consiste en la evaluación de 25 híbridos con sombra permanente de madre cacao (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena glauca*), cujín (*Inga* sp.) y pito (*Erythrina* sp.).

Se está recopilando información sobre estas especies con respecto a su diámetro y crecimiento; posteriormente se hará sobre los ingresos obtenidos por la venta de leña y mejoramiento del suelo, obtenido por el reciclaje del material depositado en él. El distanciamiento inicial de estas especies de sombra fue de 3 m x 3 m, pero luego serán raleadas hasta que queden en 9 m x 9 m ó 12 m x 12 m, de acuerdo con el desarrollo que presenten las plantas.

En 1991 se comenzó a establecer el jardín clonal con materiales provenientes del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica), en la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en Honduras. En este jardín, se ha usado como sombra temporal a las musáceas y como sombra permanente a una mezcla de árboles frutales, tales como aguacate (*Persea americana*) y caimito (*Chrisophyllum caimito*), así como árboles de *Leucaena* y diferentes tipos de *Inga*. Para los frutales el distanciamiento de siembra inicial fue de 6 m x 6 m, pero al final será de 12 m x 12 metros.

Con relación a las plagas, se ha presentado un problema con tortuguilla (*Diabrotica* sp.), la cual ataca el follaje, principalmente a los árboles de cujín. Hasta el ahora no se han presentado perforadores del tallo, sin embargo se hacen revisiones periódicas para establecer el momento de su llegada y proceder a su respectiva clasificación y combate.

// **SOMBRAS Y CULTIVOS ASOCIADOS AL CACAO EN GUATEMALA**

*César de la Cerda**

INTRODUCCION

De acuerdo con los requerimientos necesarios para lograr el adecuado desarrollo del cacao, en Guatemala existen aproximadamente 700 000 ha de superficie potencial. A pesar de esto, únicamente, están cultivadas alrededor de 6500 ha, ubicadas en plantaciones compactas o dispersas.

Existen en el país dos zonas de cultivo bien definidas y de mayor importancia que otras, debido a que incluyen mayores áreas de siembra. Una, ubicada al suroeste del país, en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos. La segunda, en el norte, en los departamentos de Alta Verapaz e Izabal.

SOMBRAS

Las sombras puras en el cultivo del cacao no son frecuentes en Guatemala. En la mayoría de los casos son mixtas y atienden a las necesidades del productor, de los trabajadores agrícolas y de sus familias. Suele recurrirse a sombras que, a corto, mediano o largo plazo, representen beneficios, ya sea como energéticos para satisfacer las necesidades cotidianas de las familias rurales, para horcones, tendales o vigas, o bien, como madera aserrada.

Ya que las plantaciones de cacao han carecido de una planificación previa, con excepción de aquellas pertenecientes a grandes productores que son las menos, no es de uso corriente el establecimiento de sombras temporales.

De acuerdo con una encuesta realizada a agricultores por la Asociación Nacional de Productores de Cacao (ANAPROCA), las sombras permanentes están constituidas por maderas finas como cedro, palo blanco, conacaste y chonte; de tiro; para horcones como laurel y para tendales y vigas, como palo volador. También se usa madre cacao, que descumbrada es usada como energético.

* Ingeniero Agrónomo; funcionario del Programa de Diversificación Agrícola; Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA); Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; Gua.

De acuerdo con el Ing. Salvador Morales Escalante, en su guía técnico-agrícola de 1982, las sombras permanentes se establecen con plantas tales como leguminosas del género *Inga* (cuxin, capirol, chalum, paterna, guaba, palal, madre de cacao) y del género *Erythrina* (*E. glauca*, *E. velutina*, *E. poeppigiana* y *E. gihantea*).

CULTIVOS ASOCIADOS

Recientemente, se hizo un estudio para conocer la situación actual y potencial del plátano en Guatemala. Dentro de los datos más relevantes se obtuvo que el producto interno bruto (PIB) de este cultivo representa entre el 0.13 y el 0.20 del PIB agropecuario. Los porcentajes de la producción, destinados a la exportación, han alcanzado hasta el 38 por ciento. El valor de las exportaciones ha oscilado entre US\$165 y US\$594 mil dólares de producto fresco.

///CACAO EN LA SIERRA DE OMOA, HONDURAS

José Antonio González*

En años recientes, la FAO apoyó a la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR) en el establecimiento de un programa de reforestación en tierras de ladera, ubicadas en la Sierra de Omoa.

Como primer objetivo se pretendía recuperar esa zona ante la degradación constante, originada por la acción de fenómenos naturales, tales como el huracán Fifi en 1974, o provocada por el hombre a través de la agricultura migratoria, ganadería extensiva e incendios forestales.

El proyecto fue iniciado con el empleo de árboles de rápido crecimiento (principalmente madiado-*Gliricidia sepium*). Hasta el momento se ha restaurado estos suelos en cantidades significativas, sin embargo, el productor de la zona no llegó a solucionar su principal problema: el económico. Motivado por esto, se incluyó al cacao como un componente adicional.

Inicialmente, se establecieron 400 estacones de madiado por hectárea, luego se situó el cacao a una densidad de 400-600 plantas por hectárea. Finalmente, se sustituyeron 200 estacones de madiado por árboles de laurel (*Cordia alliodora*).

Adicionalmente al objetivo de la reforestación, e íntimamente relacionado con éste, se pretendía realizar una adecuada conservación de los suelos del área. La FAO donaba alimentos a los agricultores a cambio de ejecutar prácticas recomendadas, sin embargo la situación se complicó cuando este organismo canceló el proyecto, ya que, por un lado, los agricultores se adaptaron a esa actitud paternalista, y, por otro lado, COHDEFOR dejó de tener el apoyo logístico y financiero de ese organismo internacional.

Aún con esta problemática, COHDEFOR, a pesar de sus muchos recortes financieros, siguió brindando una muy efectiva asistencia técnica por medio de la Región Forestal Nor-Oriental. Además de esta ayuda, las acciones en el área han servido de catalizador para que otras agencias de desarrollo asistan al productor en aspectos tales como: crédito, formación empresarial, mejoramiento de vivienda, otros. El fin es convertir la finca en una empresa autogestionaria.

* Ingeniero, funcionario de la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR); Región Forestal Noroccidental; San Pedro Sula, Hond.

Merece mencionarse que, en un momento dado, el campesino quedó completamente solo y sin ayuda, período en que perdió confianza en las agencias de desarrollo (incluyendo COHDEFOR), y demandó asistencia y resultados inmediatos. La respuesta de COHDEFOR fue permitir que de 400 estacones de madriado se ralearan 200, los que al convertirse en carbón dieron a los agricultores algún ingreso adicional. Además se reemplazaron estos estacones con árboles de laurel.

Esta sustitución tendrá resultados a largo plazo, ya que se está promoviendo en el Congreso Nacional de Honduras la Ley de Incentivos para la Reforestación y Protección Forestal, la cual vendrá a favorecer enormemente al productor.

La solución a los problemas de ingresos del productor no han acabado con la actividad reseñada. Las bajas producciones y los bajos precios del cacao crearon en ellos un tipo de rechazo por el cultivo. Se buscaron alternativas para solucionar el problema, y la más viable fue el asocio con otros cultivos, tales como malanga y pacaya.

En la actualidad se tienen dos parcelas experimentales en la aldea de Nisperales, ubicada en la parte norte de Honduras, precisamente en la Sierra de Omoa, Departamento de Cortés. Se está evaluando un asocio laurel-madriado-cacao-malanga.

Dichas parcelas probaron principalmente la producción y los costos. Se instalaron en agosto de 1991 en la finca de un productor. Se tiene proyectado realizar, además, ensayos con pacaya. Tanto la pacaya como la malanga tienen alguna demanda, lo cual permitiría contar con un mercado seguro. Se está tratando además de tecnificar el cultivo de estas dos especies.

“CACAO EN LA MOSQUITIA DE HONDURAS

✓
Daniel Torres Alvarado*

La Mosquitia está ubicada en el departamento de Gracias a Dios, al este de Honduras. Su población es de 35 000 habitantes, establecidos en un área de aproximadamente 25 000 km², y 500 000 ha pertenecen a la Reserva Natural del Río Plátano. Comprende las áreas de Mocerón y las de los ríos Patuca y Segovia. Posee una temperatura media mínima de 22° C y máxima de 25° C, una precipitación en promedio anual de 3200 mm/a, una humedad relativa del 95% y 1980 horas de sol al año (datos correspondientes a tres años).

Los suelos pertenecen a la Clase I. Son franco-limosos a franco-arcillosos, profundos, fertilidad media a buena y con pH entre 5.5 y 6.4. El fósforo está entre 7 y 15 ppm; el hidrógeno, entre 2% y 3 % y el potasio, entre 0.5 y 0.76 mEq/100 gramos.

En la Mosquitia existen aproximadamente 250 ha de cacao, con un promedio por productor de 2 a 10 hectáreas. El 10 % de los agricultores está tecnificado, en tanto que el 90 % usa tecnología tradicional. La siembra del cacao se realiza normalmente en forma directa (dos semillas/postura), la semilla es criolla y la sombra es de tipo natural. El cacao se intercala con banano y plátano, son comunes los malos drenajes, se combate en forma regular las malezas y no las enfermedades.

Actualmente, con el apoyo de instituciones como APROCACAOH en la zona del Río Patuca y el Proyecto COHDEFOR/ACNUR(CEE) en la zona de Mocerón y los ríos Segovia y Patuca, se han introducido las siguientes actividades: rehabilitación y manejo de las fincas, introducción de semilla híbrida, uso de sombra, beneficiado y comercialización.

La semilla proviene de la Unidad de Manejo del INA/APROCACAOH y es sembrada en viveros en bolsas de polietileno. Se ha introducido el uso y manejo de la sombra, sobre todo de las especies *Inga*, distanciadas a 8 m para un aproximado de 75 árboles por hectárea. Los distanciamientos en cacao se han establecido en 4 m x 4 m, debido al nivel tecnológico que los beneficiarios pueden asumir.

Se ha apoyado el beneficiado para mejorar la calidad del producto y así mejorar el precio. Por medio de APROCACAOH se han introducido dos secadoras de leña horizontales en la zona del río Patuca y, mediante el proyecto COHDEFOR/ACNUR(CEE), tres secadoras ubicadas en la zona del río Segovia (2) y en Mocerón (1).

* Ingeniero, funcionario del Proyecto Corporación Hondureña de Desarrollo forestal (COHDEFOR) / ACNUR(CEE); departamento Gracias a Dios, Hond.

Con el objeto de incentivar el cultivo de cacao se han realizado contactos con APROCACAOH para mejorar la comercialización. Adicionalmente, se han iniciado los contactos con esta asociación, para ejecutar un programa de prevención y combate de la moniliosis. Se ha fortalecido la organización comunal y se tienen planes para instalar una parcela de árboles de cacao promisorios para obtener material vegetativo.

El potencial de la zona es de aproximadamente 40 000 ha, por lo que se espera en el futuro que el cacao en Honduras se ubique, principalmente, en esta zona, lo cual permitirá proteger esta frágil área con este cultivo sostenible.

ESPECIES DE SOMBRA UTILIZADAS EN NICARAGUA

María Mérida Rodríguez T.*

El cultivo del cacao en Nicaragua se remonta a los tiempos precolombinos, principalmente en la región del Pacífico, en lugares con excelentes condiciones edáficas, donde el cacao crecía bajo la sombra de maderas preciosas, principalmente de cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y espavel (*Anacardium excelsum*). Ellas formaban parte de remanentes de bosques naturales. Las primeras plantaciones se dieron en el siglo XVIII en los departamentos de Granada y Rivas, siendo este último la cuna del cultivo.

A partir del quinto decenio de este siglo, ocurre un desplazamiento del cultivo hacia las regiones del centro y del Atlántico, en donde los agricultores acostumbraban ralea el bosque natural para el establecimiento del cacao. Según estudios realizados por la TAHAL-TECNOPIAN, en estas zonas existe un área potencial para el cacao de 349 000 ha, de las cuales únicamente están cultivadas con cacao 4900 ha, lo que representa el 14 % del área potencial.

SISTEMAS DE PRODUCCION DEL CULTIVO DEL CACAO EN NICARAGUA

En Nicaragua el cacao es sembrado bajo los siguientes sistemas de producción: tradicional, semitecnificado y tecnificado.

Sistema tradicional

El sistema tradicional es el más común y representa aproximadamente un 80% del área total cultivada. En este sistema se encuentra fácilmente una gran diversidad de especies de sombra.

- Cultivo del cacao bajo bosques primarios o secundarios raleados

Bajo sombra de bosque natural son usuales las siguientes especies: cedro real (*C. odorata*), granadillo (*Dalbergia* sp.), caoba (*S. macrophylla*), guayabón (*Terminalia* sp.), zapote mamey (*Pouteria sapota*) y jobo (*Spondias mombin*).

* Funcionaria de Promundo Humano, Managua, Nic.

En el bosque secundario se encuentra el cacao en asociación con especies tales como: laurel (*C. alliodora*), guabas (*Inga* sp.), guarumo (*Crecopia peltata*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), yema de huevo, cedro real, matapalo (*Ficus* sp.) y guineo (*Musa* sp.).

Cultivos asociados cacao-frutales y especies forestales.

Este sistema se encuentra, generalmente, en parcelas cercanas a los hogares de los agricultores, simulando un huerto familiar. Las especies frutales más frecuentes son: cítricos (*Citrus* sp.), aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), coco (*Coco nucifera*), pejibaye (*Bactris gasipaes*), guabas, tamarindos (*Tamarindus indica*), zapote, fruta de pan (*Arthocarpus* sp.), castaño, guanábana (*Annona muricata*), caimito (*Chrysophyllum caimito*), papaya (*Carica papaya*), achiote (*Bixa orellana*) y zapote (*P. zapota*).

Las especies forestales más comúnmente encontradas son: poró o búcaro (*Erythrina* spp.), madero negro (*Gliricidia sepium*), laurel, carao (*Cassia grandis*), pochote (*Bombacopsis quinatum*) y roble (*Tabebuia ropea*).

Sistema semitecnificado

Representa aproximadamente el 20% del área cultivada. El cacao sembrado con este sistema se localiza en la región de Waslala, Río Grande y Nueva Guinea. Se usa semilla híbrida de cacao, guineo felipita como sombra temporal y guabas como sombra permanente, la cual se establece mediante siembra o regeneración natural dirigida.

Sistema tecnificado

Este sistema prácticamente no existe en Nicaragua, sin embargo, se está iniciando un proyecto agroforestal que promueve la siembra de cacao mediante una forma más tecnificada y bajo el principio de una agricultura sostenible y diversificada.

Actualmente, el proyecto tiene un área preparada de 170 ha, de las cuales 70 ha, en la región de Rama y 100, en Waslala. Se pretende cubrir 500 ha en un período de tres años.

Para la ejecución del proyecto se emplea la siguiente metodología: se asigna una hectárea a cada productor para el establecimiento del sistema agroforestal-cacao. Luego se inicia la sombra temporal, utilizando guineo felipita y otras musáceas. La distancia de siembra utilizada es de 3 m x 6 m en el área de Rama, en donde se cuenta con una mayor cantidad de material vegetativo y de 3.36 m x 6.72 m (4 x 8 varas) en la región de Waslala.

Seguidamente, se establece la sombra permanente, mediante el uso, con plantas de pejibaye y de madero negro, sembradas a 6 m x 6 m en forma intercalada, en la región de Rama; y en Waslala, pejibaye y guabas a 10.08 m x 10.08 m (12 x 12 varas). El cacao se establecerá a una distancia de 3 m x 3 m y a 3.36 m x 3.36 m en Rama y Waslala, respectivamente. El área cultivada con cacao y las

especies de sombra cubrirán 1 mz (0.7 ha), ubicando en el borde de la parcela tres hileras de árboles tanto maderables como frutales, para completar una hectárea.

CONCLUSIONES

- En Nicaragua existe una gran diversidad de especies que se usan como sombra del cacao.
- Se aprecia la tendencia en los agricultores hacia la diversificación de la producción, tanto mediante la utilización de maderables como de frutales.
- Las principales características para la selección de las especies de sombra por parte de los agricultores son: árboles que proporcionen una adecuada sombra al cacao y que sean buenos productores de frutos, leña y/o madera.
- Actualmente, y de manera general, hay una actitud positiva en los productores con respecto al aprovechamiento de la madera producida por los árboles de sombra, lo cual presenta perspectivas muy alentadoras para su autoabastecimiento y la diversificación de la economía.

PROBLEMAS

- Debido al bajo nivel tecnológico del cacao en el país y a los bajos precios de este producto, los agricultores no prestan importancia al manejo de la sombra, lo que incide con otros factores en el bajo rendimiento.
- La densidad irregular de la sombra es un problema común en todas las regiones donde se cultiva cacao, ya sea por exceso o deficiencia de la misma, resultando en serios problemas fitosanitarios. La excesiva densidad de siembra, particularmente, sobre todo de guineo (*Musa* sp.), incide en la aparición de problemas de plagas y enfermedades. El apego del productor por este cultivo de sombra, complica el manejo de las plantaciones.
- No existe ningún tipo de regulación de sombra.
- El ordenamiento espacial de las especies de sombra es poco adecuado.

EVALUACION DE DIFERENTES LEGUMINOSAS ARBOREAS COMO SOMBRA DEL CACAO EN EL RECREO, NICARAGUA

Susanne Thienhaus*

En un diseño experimental (DCA) se compararon crecimiento, supervivencia y resistencia a los vientos de tres especies de leguminosas arbóreas para sombra de cacao.

Los árboles de sombra se sembraron con distancias de siembra de 6 m x 6 m, 7.5 m x 7.5 m y 9 m x 9 metros.

Se encontró que *Erythrina fusca* desarrolla un mayor diámetro basal que *Inga vera*, sin embargo no se adapta a suelos erosionados, bajos en pH, magnesio y calcio. En suelos húmedos de tipo aluvial, ricos en materia orgánica, forma un amplio sistema radicular, que favorece la resistencia contra vientos fuertes, inclusive huracanes. No forma copas muy anchas, por lo que se recomienda su establecimiento a una distancia de 6 m x 6 metros.

El experimento reflejó que *I. vera*, comúnmente usada por los agricultores en Nicaragua, posee la ventaja de generar rápidamente una copa ancha que permite un establecimiento menos denso con un marco de siembra de 9 m x 9 metros. Muestra una mayor adaptabilidad en suelos menos fértiles. La extensión de la copa y el reciclaje continuo de sus hojas permiten un microclima favorable para el cultivo del cacao, lo que se tradujo en una tasa de supervivencia del 97.6% del cultivo bajo *Inga* contra un 94.9% bajo *Erythrina*.

Se comprobó que *Gliricidia sepium* posee un porcentaje de enraizamiento bajo, obteniéndose 37% de estacas muertas, y que no posee resistencia a los vientos fuertes, cuando se siembra por vía vegetativa.

Se recomienda continuar estudios con las especies de *G. sepium* (propagada por semilla botánica), *Acacia auriculiformis* y *Dalbergia retusa*.

* Funcionaria de la Comisión de Cultivos no Tradicionales, MAG, Managua, Nic.



SOMBRAS Y CULTIVOS
ASOCIADOS CON CACAO

TERCERA PARTE
DOCUMENTO DE APOYO

MANUAL DE RECOMENDACIONES SOBRE CULTIVOS PROMISORIOS: ZAPOTE, PIMIENTA, MACADAMIA Y VAINILLA¹

J. Morera*, C. Astorga*, C. Umaña*, V. Villalobos*

INTRODUCCION GENERAL

En la actualidad los países miembros del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) encaran una serie crisis económica y social, motivada en gran medida por el vertiginoso descenso en los precios de sus principales productos agrícolas de exportación. Una considerable parte de las economías de esos países gira en torno de la producción y exportación de cultivos tradicionales como café, cacao, caña de azúcar, banano y actividades pecuarias.

La baja sensible en los precios internacionales de los principales rubros de exportación, ha obligado a los gobiernos a buscar nuevas alternativas de producción que mejoren sus maltrechas economías. Así se ha pensado en cultivos que permitan no solamente diversificar la agricultura y generar empleo en el sector rural, sino también obtener divisas para mejorar su balanza de pagos. Aunque esos nuevos cultivos están en un proceso incipiente de expansión y, todavía, no logran niveles considerables de producción, a corto y mediano plazo probablemente darán un valioso aporte a la economía de los países, contribuirán a modificar la estructura agrícola y mejorarán la dieta alimenticia.

Los llamados cultivos promisorios, que el CATIE promueve, conforman un grupo amplio de especies, entre las que destacan: macadamia (*Macadamia* spp.), zapote (*Pouteria zapota*), pimienta (*Piper nigrum*), achiote (*Bixa orellana*), chile (*Capsicum* spp.), pejibaye (*Bactris gasipaes*), guanábana (*Annona muricata*), ayote (*Cucurbita* spp.), vainilla (*Vanilla planifolia*) y jícama (*Pachyrhizus* spp.). Algunos constituyen una importante fuente de alimentación humana y contribuyen a una adecuada composición de la dieta, particularmente de las poblaciones de bajos ingresos, urbanas como rurales. Desde el punto de vista ecológico son de enorme importancia para mantener la diversidad genética y evitar que muchas de ellas desaparezcan. Económicamente son valiosos para los agricultores pues generan ingresos que pueden ser utilizados para la adquisición de otros bienes de consumo y, así, mejorar sustancialmente su sistema de vida. Además de rescatar los recursos fitogenéticos, el uso de estos cultivos, en sistemas de producción tradicionales, permitiría mantener el balance ecológico, la

¹ Morera, J., Astorga, C., Umaña, C., Villalobos, V. 1990. Manual de recomendaciones sobre cultivos promisorios: Zapote, pimienta, macadamia y vainilla. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical e Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie Técnica no. 53. 20 p.

* Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, C. R.

fertilidad del suelo, y reducir los riesgos de erosión hídrica y eólica. Aunado a lo anterior, el desarrollo agroindustrial se vería altamente favorecido con la producción de cultivos promisorios, generando empleo y divisas a los países que, sin lugar a dudas, fortalecerán sus economías.

El CATIE posee en Turrialba una de las mayores colecciones de germoplasma de especies tropicales y exóticas, que podría servir de base para el desarrollo de nuevos cultivos. Tanto en sus cámaras frías como en su laboratorio de cultivo de tejidos y colecciones de campo, se cuenta con aproximadamente 400 especies de importancia económica actual y potencial. A partir de algunas de esas especies se han seleccionado materiales superiores, que se han entregado tanto a las instituciones nacionales como a agricultores interesados. Se requiere continuar con ese trabajo a fin de seleccionar genótipos de alto rendimiento, con resistencia a enfermedades y de buena calidad, a fin de ser evaluados y distribuidos en los países.

Con el propósito de ampliar la base alimentaria y mejorar el estado de nutrición y la seguridad de la población, particularmente de las familias de escasos recursos económicos, es necesario promover y desarrollar la producción y el consumo de los denominados cultivos promisorios tradicionales. Este enfoque puede beneficiar a los agricultores y a los grupos de bajos ingresos que, generalmente, no reciben el beneficio del desarrollo económico que se genera en la región con los cultivos de exportación. La promoción de los cultivos promisorios radica en fundamentos nutricios, ecológicos y económicos. Estos cultivos desempeñan un papel importante en el suministro de energía y de nutrimentos esenciales y en proveer una oportunidad para que los agricultores en la región puedan obtener ingresos económicos que les permitan vivir más cómodamente. En su mayoría pueden formar parte de los sistemas de producción de la gran parte de los agricultores en los diferentes países, pues pueden ser incorporados con facilidad en los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, establecidos en sus fincas.

RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE ZAPOTE

El zapote (*Pouteria zapota*) es una especie de polinización libre, multiplicada en general por semilla con grandes posibilidades económicas. Su fruto constituye una excelente fuente de proteínas, azúcares, grasas, minerales y vitaminas esenciales para el consumo humano, además de un potencial mercado externo no satisfecho.

Suelo-clima

El zapote crece en forma silvestre desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm con temperaturas que oscilan entre los 22° C y 32° centígrados. Puede adaptarse desde zonas secas hasta las húmedas. Sin embargo, se considera óptimo que reciba lluvias adecuadas y bien distribuidas. Son adecuados los suelos franco-arenosos, bien drenados, con buena fertilidad y con un pH entre 5 y 6.5.

Variedades

Existe poca información sobre variedades de zapote, sin embargo, en Costa Rica, algunos árboles originados por semilla producen y son de muy buena calidad. El CATIE ha venido seleccionando estos árboles junto con otros de sus colecciones. Estos árboles élitos son propagados en forma vegetativa y puestos en jardines clonales para uso futuro del agricultor. En El Salvador se menciona la variedad Magaña y en Florida, la "Cubana I"; ambas con buena calidad de fruta.

Preparación de patrones

El patrón debe ser seleccionado de árboles propagados por semilla. Las semillas, que servirán para patrones, deben provenir de árboles con características deseables de forma, tamaño y sanidad total.

Las semillas seleccionadas entre uno y diez días después de ser cosechadas, se ponen a germinar en bolsas negras de polietileno con suelo previamente desinfectado, teniendo el cuidado de colocar la semilla con la parte más delgada hacia abajo. A los ocho a nueve meses, las plantas estarán listas para ser injertadas.

Preparación de varetas

El estado apropiado para seleccionar las varetas es cuando el árbol se encuentra en "reposo", es decir cuando pierde completamente el follaje. Si el árbol ha concluido el estado de "reposo", entonces deberá defoliarse la parte apical. Se cortan las hojas dejando los pecíolos para proteger las yemas, y 10 días después, cuando los pecíolos se desprendan, las varetas podrán ser injertadas. El tamaño de las varetas debe ser de 12 cm a 15 cm de longitud y el grosor debe ser del mismo del patrón, por lo general de 1 a 1.2 centímetros.

Injerto

A una altura de 10 cm a 15 cm del patrón se practica un corte poco profundo, longitudinal y hacia abajo. En la base del corte se realiza otro pequeño, también hacia abajo y hacia adentro, dejando una porción de corteza prevista para "sentar" la vareta que se va a injertar.

A la vareta también se le practica un corte longitudinal superficial, el cual deberá realizarse en la parte más lisa para permitir que la unión patrón-injerto sea la más adecuada. Seguidamente se amarra el injerto con una cinta flexible y se le protege con una solución de parafina para asegurar la unión entre el patrón y la vareta y evitar la entrada de agua y patógenos. A los dos meses los injertos prendidos empiezan a brotar, luego se practica una poda de la parte apical del patrón y a los 15 días se hace una segunda poda dejando solamente el injerto. A los 3 - 4 meses después del injerto se quita la cinta.

Establecimiento de la plantación

A los 5 - 7 meses las plantas injertadas deben ser llevadas al campo definitivo en una mezcla de 3 - 5 diferentes selecciones clonales para controlar polinización y enfermedades.

Distancia de la siembra

Seis metros entre plantas y 8 m entre filas hasta 8 m x 8 m en cuadro si el suelo es pobre en nutrimentos.

Fertilización

Se usa la fórmula 10-30-10 ó 12-24-12 a razón de 100 g/planta, en iguales dosis, 1 mes y 6 meses después de la siembra. Durante los siguientes 4 años, se debe aplicar la fórmula 18-5-15-6-2 fraccionada cada 6 meses; la aplicación de fertilizante por árbol debe ser 250 g, 500 g, 1000 g y 1250 g al primer, segundo, tercer y cuarto año, respectivamente.

Las fórmulas y dosis de fertilizante estarán sujetas a los análisis de suelo y foliar respectivos.

Poda

El zapote requiere solamente una poda de formación, especialmente para aquellas plantas originadas por semilla, ya que crecen altas y erectas, para lo cual es recomendable podar el meristema apical. Con esto se logra la formación de una planta con varios niveles y a una altura adecuada.

Plagas y enfermedades

Son muy pocas y los daños rara vez son significativos. Sin embargo, al cultivar una especie a nivel comercial, puede incrementarse la susceptibilidad de la especie a determinada enfermedad o plaga.

Cosecha

El zapote producido por semilla se cosecha a los siete años y cuando el árbol ha sido injertado la cosecha se inicia a los tres o cuatro años. Una indicación para cosechar los frutos es que si al remover con la uña la parte apical del fruto, ésta es de color anaranjado o rojizo; y envolver en periódico para provocar su madurez fisiológica.

RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE LA PIMIENTA

La pimienta (*P. nigrum*) es una especia trepadora, utilizada para dar sabor y sazonar los alimentos. Hoy día, la comercialización de esta especie asciende a 200 000 t por año, y todavía no se logra abastecer el mercado.

Los países de la región reúnen condiciones especiales para desarrollar esta especie, sin embargo, solamente una pequeña área está dedicada al cultivo.

Zonas de cultivo

La pimienta puede ser cultivada desde el nivel del mar hasta los 600 msnm, aunque se puede cultivar hasta los 1000 m, con temperatura óptima para su desarrollo de 24° C con un rango entre 18° C y 35° C, una precipitación anual de 2500 mm bien distribuidos, en lugares poco afectados por el viento.

Suelos

Los suelos deben ser fértiles de origen aluvial, bien drenados y con altos contenidos de materia orgánica y pH entre 4.5 y 5.5.

Variedades

Se recomienda la variedad Balamkotta (cultivada en Costa Rica). Existen otras como "Lamong", "Bangka", "Kalluvally" y "Belantoeng".

Propagación

La propagación de la pimienta se realiza por acodos y esquejes. El sistema por acodo consiste en tomar los tallos principales no productivos, colocando entre el cuarto o quinto nudo una porción de musgo húmedo; se envuelve en un plástico, se amarra y se deja por un período de 3 a 4 semanas. Luego se corta y se coloca en bolsas de polietileno negro con tierra previamente tratada durante 6 semanas.

La reproducción por esquejes consiste en seleccionar brotes terminales de 4 a 5 nudos de los tallos (bejuco) principales. Estos esquejes, antes de ser sembrados, reciben una aplicación de Hormex o Roothone para estimular el enraizamiento; luego se coloca el esqueje en bolsas de tierra mezclada con aserrín y arena libre de nematodos, dejando dos nudos dentro de la tierra, y durante 1 mes se colocan las bolsas en un lugar sombreado con alta humedad, posteriormente las bolsas son llevadas a plena luz donde se aclimatan durante otro mes.

Siembra

Se recomiendan terrenos planos y bien drenados; en el caso de suelos con pendiente la siembra debe realizarse en lomillos o camellones para controlar la erosión del suelo. La distancia de siembra es de 2 m entre hileras y 2 m entre plantas o 3 m x 2 metros.

Soportes

La pimienta por ser una planta trepadora necesita un soporte o tutor para su desarrollo. De preferencia se recomienda sembrar tutores vivos tales como poró (*Erythrina poeppigiana*) o madero negro (*Gliricidia sepium*). Estos soportes deben establecerse antes de la siembra de la pimienta, y una vez establecidos deben podarse regularmente para permitir un óptimo desarrollo del cultivo.

También puede funcionar el uso de soportes "muertos" tales como el manú y algunas otras maderas resistentes. La altura de estos soportes debe ser de 3 m, con un diámetro de 4 pulgadas por cara.

Podas

Se recomienda realizar podas de formación y saneamiento. Cuando la planta alcanza 1 m de altura, se corta a los 50 cm del suelo para estimular el desarrollo de nuevos tallos.

Una vez que la planta cubra los soportes, nuevamente debe realizarse otra poda para mantener la planta a una altura determinada, y, a su vez, debe eliminarse el material agotado y enfermo.

Fertilización

Aplique una fórmula 10-30-10 ó 12-24-12 a razón de 75 g en el fondo del hoyo, al inicio de la siembra.

Aplicar fertilizante foliar en plantas en desarrollo a razón de 800 cc por estafón de agua cada 3 meses. Es recomendable aprovechar esta mezcla y aplicar fungicidas e insecticidas en una sola vez.

Aplicar 50 g de la fórmula 20-7-12-3-1.2 ó 18-5-15-3-2 cada 3 a 5 meses.

Control de malezas

Se recomienda aplicar Gramoxone a razón de 1.5 l por cada estafón de agua, más 100 cc de adherente (pega). El control manual no es recomendable por el sistema radical superficial que tiene la pimienta.

Plagas y enfermedades

No se conocen plagas de importancia económica. Respecto de enfermedades la pudrición radical o marchitez (*Phytophthora palmivora*) se reporta como la mayor limitación del cultivo.

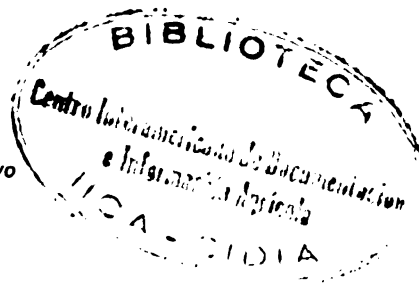
Cosecha

Para obtener pimienta negra, los racimos deben cosecharse cuando tengan una coloración amarilla o rojiza; luego los frutos se sumergen en agua hirviendo por 5 min a 10 min, luego se colocan en zarandas para su secado.

Para procesar para pimienta blanca, los racimos deben tener coloración rojiza, luego los frutos se fermentan en agua durante 1 semana, después se pasan por una malla (cedazo) y el producto final se somete a secado.

RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE MACADAMIA

La macadamia (*Macadamia integrifolia* y *M. tetraphylla*) es un cultivo promisorio de alto potencial económico con gran demanda en el mercado externo o interno. Su cultivo es de gran aceptación por parte del agricultor costarricense debido al comportamiento de esta especie en diferentes ambientes, capacidad de producción y normas de calidad. Asimismo en otros países de la región existe gran potencial para su cultivo.



Suelo-clima

La macadamia produce bien entre los 400 msnm y 900 msnm, con una precipitación mínima anual de 1500 mm, sin estación seca prolongada, y una temperatura en promedio de 23° centígrados. Conviene establecerlo en suelos fértiles, sueltos, bien drenados, con poca pendiente y con un pH de 5 a 6.5.

El viento causa daños severos a los árboles; los inclina, deforma y reduce la cosecha, por lo que se recomienda sembrar barreras rompevientos con especies nativas perennes de rápido crecimiento uno o dos años antes de establecer la plantación de macadamia.

Clones

En Costa Rica se han cultivado clones tales como: "Ka'u" (HAES 344), "Keaau" (HAES 660), "Keauhou" (HAES 246), "Kakea" (HAES 508) y "Keaauhou" (HAES 246), "Kakea" (HAES 508) e "Ikaika" (HAES 333). Al planear una siembra se recomienda usar los clones 508, 660 y 344 para lograr una buena polinización.

Preparación de patrones

Las semillas de macadamia que se han de usar deben ser sanas, recién cosechadas y, preferiblemente, del clon HAES 333 ó HAES 660. Las semillas se siembran a 2 cm de profundidad con una separación de 3 a 4 cm entre semillas en una cama de arena. Si se usa tierra mezclada con aserrín o granza de arroz, se recomienda desinfectar con bromuro de metilo a razón de 1.5 libras por cada 15 m², dos días antes de sembrar. A partir de la tercera semana se inicia la germinación, luego se trasplantan a bolsas de polietileno de 40 cm x 20 cm y se colocan en líneas gemelas a una distancia de 1 m entre líneas. Aproximadamente a los 8 a 12 meses se pueden injertar.

Preparación de varetas

Consiste en anillar (remover 1 cm de corteza) entre 6 a 8 semanas antes el clon que se desea propagar. Se recomienda usar varetas con 3 a 4 nudos de 12 cm 15 cm de longitud y, aproximadamente, 1 cm de grosor.

Injerto

En macadamia, el injerto de púa lateral ha proporcionado resultados satisfactorios y se ha practicado extensivamente para la reproducción asexual a nivel comercial. Inmediatamente después de injertar se recomienda cubrir la sección injertada con parafina derretida para proteger la unión yema-patrón.

A los 2 meses se inician los cortes en el patrón con el objeto de permitir un buen desarrollo del injerto. Aproximadamente a los 3 meses, las plantas injertadas se pueden sembrar en campo definitivo.

Preparación del terreno

Antes de sembrar se debe limpiar el terreno a través de chapias o con herbicidas quemantes, con el objeto de facilitar las labores de siembra y las prácticas culturales futuras.

Distancia de siembra

Depende del clon que se ha de sembrar, de la fertilidad del suelo y las prácticas culturales. Para clones con crecimiento extendido, la distancia es de 7 m entre plantas y de 8 m entre hileras, y para clones con crecimiento vertical la distancia puede ser entre 6 m x 8 metros.

Poda

La poda de formación se realiza a los dos años, tratando de obtener una planta con dos niveles, en cada uno de los cuales se facilita el desarrollo de 3 a 4 ramas procedentes de la segunda o tercera yema de cada verticilo, distribuidas en el eje principal. La distancia entre niveles es de 80 cm, y en lo sucesivo se deja que el árbol crezca libremente utilizando solamente podas de saneamiento.

Fertilización

La fertilización estará de acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis de suelo y foliares. Sin embargo se recomienda utilizar de 100 g a 150 g de la fórmula 10-30-10 ó 12-24-12 por árbol al momento de la siembra y, en igual cantidad, con nitrato de amonio al primer y cuarto mes después de la siembra. A partir del segundo año, se utiliza la fórmula 18-5-15-6-1.2, adicionalmente se complementa con tres aplicaciones foliares por año, incluyendo elementos menores.

Plagas y enfermedades

Respecto de las enfermedades en macadamia, existen varias: "quemado de follaje" (*Cylindrocladium* sp.), "maya" (*Rosellinia* sp.), antracnosis (*Colletotrichum* sp.), agrietamiento de la corteza (*Botryodiplodia* sp.), mal de Pearce, producida por una microbacteria, y cuyo control se realiza al seleccionar árboles sanos.

Entre las principales plagas se mencionan la abeja arragre (*Trigona* sp.), que se alimenta en los tejidos o brotes terminales jóvenes, reduciendo el crecimiento de la planta. Para su control se recomienda eliminar las colmenas alrededor de la plantación comercial, y, paralelamente, se pueden establecer surcos de frijol gandul para concentrar en éstos las abejas y así reducir el daño en plantas de macadamia. Otras plagas como las hormigas arrieras y roedores se controlan con cebos envenenados.

Combate de malezas

En macadamia, en la etapa inicial, es conveniente mantener entre las hileras una cobertura de vegetación natural o de leguminosas (kudzú), controlada mediante chapias, y luego utilizar control químico con base en "quemantes" en forma periódica.

Cosecha

La recolección de las nueces de macadamia es una práctica que se hace directamente del suelo, de ahí que el área bajo el árbol debe estar libre de malezas para facilitar esa tarea; y en terrenos inclinados deben construirse terrazas-gavetas y barreras vegetativas para evitar la pérdida de nueces.

RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE LA VAINILLA

La vainilla (*Vanilla planifolia*) es un cultivo que desde épocas indígenas ha tenido importancia como saborizante de bebidas, en repostería, perfumería y medicina. La vainilla natural sigue ocupando el primer lugar, y son pocos los países que se dedican a su explotación debido al tiempo que requiere el cultivo para entrar en producción. Además existe poca información sobre las prácticas agronómicas, sanitarias, industriales y sistemas de mercadeo del producto.

En vainilla se han descrito cerca de 50 especies, y de éstas sólo tres tienen importancia económica: *V. planifolia* Andrews, *V. pompona* Schiede, *V. tahitensis* J.W. Moore. *V. planifolia* es la más utilizada actualmente por poseer un contenido en vainilla superior a las demás.

Suelo-clima

La vainilla se desarrolla en clima húmedo cálido. Una precipitación de 2000 mm anuales y una humedad relativa del 80% son suficientes para un adecuado desarrollo y producción. La época seca es indispensable para la recolección, y ésta no debe exceder los dos meses, sobre todo en la época de floración y maduración de las vainas.

La temperatura media anual óptima debe ser de 21° C, con un promedio mínimo de temperaturas entre 14.5° C y 16° C y un máximo de 28° C a 31.5° centígrados. Vientos fuertes acompañados de estaciones secas son un problema para el cultivo de la vainilla.

Se recomienda sembrar en suelos con declive y arenosos. No tolera periodos de inundación. Suelos con buen drenaje, suficiente materia orgánica, adecuado contenido de potasio, calcio y pH entre 6 y 7.5 son óptimos para este cultivo.

Propagación

La propagación puede ser asexual y asexual. La primera se practica muy poco, porque requiere una serie de cuidados especiales, que, además de resultar caros, no son confiables en asegurar la conservación de los genotipos deseados y presenta gran variabilidad genética.

Establecimiento de la plantación

Existen dos métodos de siembra:

- Plantación en área forestal no cortada, y
- plantación en suelo descubierto y cultivado previamente.

En siembras con bosques establecidos, no se requiere de sombra uno o dos años antes que la vainilla. La siembra en suelo descubierto es más costosa, pero la producción es superior y de mejor calidad.

La vainilla necesita entre 40% y 50% de sombra, pudiéndose utilizar árboles como: poró (*Erythrina* sp.), madero negro (*G. sepium*) y otros, a una distancia de 8 m en cuadro. La sombra se debe establecer un año antes. La vainilla, por ser una planta trepadora, exige el empleo de árboles denominados tutores. La selección de estos árboles debe hacerse tomando en cuenta las condiciones locales del lugar donde se está llevando a cabo la siembra, y se prefieren los que posean hojas pequeñas para que faciliten la entrada de luz. Deben ser de rápido crecimiento, fácil enraizamiento y resistentes a fuertes vientos; la distancia de siembra que se recomienda es de 2 m x 2 m ó 3 m x 3 metros.

Para la siembra deben usarse bejucos de 50 cm a 75 cm de longitud; su siembra debe hacerse en zanjas de 5 cm a 10 cm de profundidad, procurando que queden enterrados de 2 a 3 nudos; el resto del bejuco debe doblarse dándole una dirección hacia arriba. Esta parte que será la que ramifique se recarga al tutor amarrándola para que se sostenga; el amarre debe hacerse con algún material de fácil descomposición, tal como fibra de plátano.

Poda

Esta es una práctica fundamental en el cultivo de la vainilla ya que favorece el desarrollo de la planta. A los dos y medio años se procede a cortar las guías. Después de la cosecha se recomienda podar los bejucos para adquirir un mayor grosor, así como los árboles de sombra y tutores. Debe procurarse podar de manera que quede sólo un 50% de sombra, ya que si el porcentaje es mayor o menor, los tallos así como las hojas se adelgazan y se tornan amarillas, produciendo reducción de flores y de frutos.

Fertilización

La vainilla es una planta poco existente en nutrimentos, y necesita solamente un adecuado suministro de agua y sombra.

El uso de una buena cobertura (*mulch*) es el método más recomendable para mantener la fertilidad del suelo, por ser la vainilla una planta de raíz extremadamente superficial. La cobertura ayuda al suelo a mantener una adecuada temperatura, disminuyendo la competencia de malezas y aumentando el suministro de humedad. Se recomienda una cobertura con un grosor no menor de 10 cm ni mayor de 30 centímetros. Se puede hacer uso tanto del abono orgánico (*compost*) como del inorgánico. Lo más común es una mezcla de ambos. Primero, se prepara el *compost* con cáscara de cacao, pulpa de café, el resultante de deshierbas y podas o cualquier subproducto de desecho; se deja en descomposición por tres meses, y, posteriormente, se le agrega 45 kg de urea, 35 kg de superfosfato simple y 20 kg de cloruro de potasio. De esta mezcla se aplican 2 kg por cepa de vainilla.

Plagas y enfermedades

El mayor problema lo ha presentado el hongo *Fusarium* sp., el cual ocasiona la podredumbre de la raíz.

Algunos estudios demuestran que entre mayor número de nudos tenga el vástago que se va a usar como material de siembra, menor es la incidencia de dicha enfermedad.

- Colletotrichum vainilla*: ocasiona la antracnosis, produciendo síntomas de manchas hundidas de color oscuro, principalmente en el envés de las hojas.
- Puccinia cinnamoni*: produce manchas verdes amarillentas en el haz y rojizas en el envés de las hojas.
- Calospora vainillae*: ataca las hojas y brotes terminales cuando existen frutos que ennegrecen en el ápice y en el centro del mismo, y, posteriormente caen.
- Spinus floridulas*: estos piojos, hemípteros (4 mm a 5 mm), destruyen los tejidos de las hojas, tallos y frutos, notándose su ataque por la presencia de pequeñas manchas blanquecinas en la superficie de los tejidos.
- Dydarcus conncinus* y *D. obscurate*: atacan los retoños y las flores.
- Nezara amaragdula*: hemíptero color verde, que al desarrollarse chupa la savia de la planta.
- Plusia aurífera*: "chivo peludo", que se alimenta de las partes tiernas de la planta, y mide 2.5 cm de longitud.
- Conchylia vainillae*: "oruga" que ataca los frutos jóvenes después de la fecundación, provoca su caída, y el que las vainas se llenen de manchas.

Polinización

La polinización de la vainilla debe llevarse a cabo artificialmente debido a que la autofecundación se ve obstaculizada por una membrana denominada rostelo, la cual impide el paso del polen al estigma de la flor.

La polinización se lleva a cabo por una abeja llamada "Melipona" pero en un porcentaje muy bajo, de ahí que sea necesario el método artificial. Este debe realizarse desde la primera floración, la cual aparece a los tres años de sembrada la vainilla. Los pasos que se han de seguir son los siguientes:

- Doblar la columna (pétalo que cubre el tallo floral central) que cubre los órganos reproductores para mayor libertad de acción.
- Levantar la membrana (rostelo) que cubre el estigma con la ayuda de una aguja.
- Tomar el polen de la misma flor o de otra flor con el dedo pulgar o con un pelo de camello y frotar suavemente sobre el estigma, quedando así polinizada la planta.

Una planta sana puede producir hasta 1000 flores. Sin embargo no es posible lograr más de unas cuantas docenas de vainas en una sola planta, por lo que normalmente no se fertilizan más de 50 flores

por planta. No se debe sobrepolinizar pues ocurre debilitamiento de la planta, lo que facilita el ataque de hongos.

Después de la fertilización las vainas llegan a su estado normal a las 4 ó 5 semanas, pudiendo durar de 6 a 9 meses para llegar a la maduración completa. Hay plantas que, debido a su alto vigor, han llegado a producir hasta 300 vainas (pero esto reduce su vida). Es más rentable obtener menos frutos de buen tamaño que un gran número de frutos pequeños.

Floración y fructificación

En algunos lugares la floración se inicia a partir de marzo hasta fines de abril, y gradualmente va disminuyendo hasta no producir más flores. En otras regiones se inicia desde enero hasta fines de marzo, y desde abril hasta junio. Una buena planta produce un promedio de 8 a 40 racimos de flores y el racimo contiene de 10 a 25 flores.

Una vez que el racimo inicia la maduración de sus flores, éstas se abrirán diariamente en un número de una a tres por las mañanas, cerrándose gradualmente en las primeras horas de la tarde. Cuando las flores no han sido polinizadas se marchitan y caen.

Cosecha

La planta inicia su producción a partir del tercer año de cultivada, del sexto al octavo año, y su siembra alcanza el máximo rendimiento.

A los nueve meses de efectuada la polinización se cosecha. Las vainas se deben recolectar cuando presenten un color verde brillante. Vainas cosechadas verdes resultan en una baja de su calidad y peso, tampoco deben dejarse sobremadurar, pues se abren lateralmente tomando un color café oscuro que ocasiona una merma en el producto.

De los nueve a los once años las plantas empiezan a decaer progresivamente hasta morir.

Beneficio

Existen tres métodos para procesar la vainilla: Secamiento al sol, secamiento con agua caliente, y secamiento artificial, por medio de secadoras mecánicas.

El método más usado es el secamiento al sol, dado que es más económico y fácil. El procedimiento es: Se dividen las vainas en tres clases: enteras de más de 11 cm, menores de 11 cm, partidas, y cortadas. Seguidamente las vainas son colocadas en petates y expuestas al sol de 3 h a 5 horas. Luego se toman las vainas y se hacen paquetes, colocándolas en cajas de madera con agujeros en el fondo para permitir el drenaje del líquido cuando se pongan a exudar. Las cajas deben taparse y dejar que escurran por un período de 48 h a 72 horas. Cuando las cajas no goteen más, se sacan los paquetes y se vuelven a exponer al sol. El proceso anterior debe repetirse hasta que las vainas hayan perdido del 75% al 80% de agua, tornándose flexibles y suaves. Una vez realizada esta operación se guardan las vainas en paquetes.

El secamiento con agua caliente y el artificial con secadoras mecánicas son muy poco usados por ser antieconómicos. En el primero se colocan las vainas en bandejas y se sumergen durante 15 a 20 segundos por períodos cortos de 3 a 4 segundos en agua caliente, con un punto de ebullición bajo. Para la vainilla "Bourbón" se prefiere usar este último procedimiento, pues se garantiza un secado uniforme.

Clasificación y empaque

Después de procesar la vaina se inicia su clasificación, con base en el color. Esta característica dependerá de la madurez fisiológica que tenga la vaina cuando se coseche. Vainas recolectadas antes de tiempo dan como resultado un producto de color café claro. Recolectadas en el estado óptimo de madurez fisiológica permiten un producto final de color negro, catalogado como de mejor calidad. Posteriormente se procede a separar por el tamaño, y se amarran en paquetes cubiertos con papel encerado; cada una de estas cajas pesará de 19 a 23 kilogramos.

Extracción química de la vainilla

El extracto puro de vainilla se hace en forma similar a la percolación de café. Las vainas se pican finamente y se colocan en canastas de acero inoxidable. Este "picadillo" se mezcla con agua y alcohol (en proporción de 65% de agua y 35% de alcohol).

Este solvente se hace circular por medio de una bomba a través de los pedazos de la vaina. Esta se hace a 54. A veces se agrega dextrosa sacarosa o glicerina para acarrear el sabor y el aroma. El extracto recién percolado debe añejarse antes de ser envasado.

Mercadeo

Son muy pocos los países que poseen información exacta sobre la producción total, consumo nacional y exportación. Madagascar es el principal productor a nivel mundial, el cual exporta aproximadamente 1000 t anualmente. México ocupa el segundo lugar, con 300 t, Oceanía Francesa con 250 t, y Estados Unidos de América es el país que importa más vainilla debido a que su consumo anual oscila entre 1000 t y 1500 toneladas métricas.

Usos

La vainilla se usa preferentemente para dar sabor a productos alimenticios como helados, bebidas, helados, confitería, y también como droga, estimulante, reguladora de la digestión, dispepsia, melancolía, hipocondría, clorosis, histeria, reumatismo, como antídoto y otros.



SOMBRAS Y CULTIVOS
ASOCIADOS CON CACAO

CUARTA PARTE
INFORME DE GRUPOS DE TRABAJO

GRUPOS DE TRABAJO

INTEGRANTES

GRUPO 1: Susanne Thienhaus, José A. González, Orlando Cubillo, Ulises Rojas, Alfredo Paredes, Vilmar Moya.

GRUPO 2: María Mérida Rodríguez, Daniel Torres, Gerardo Durán, Antonio Mora, Wilfredo Rosa, German Jiménez, Edgar Fallas.

GRUPO 3: Jesús Sánchez, Jeffrey Linkemer, Edwin Rojas, Carlos Muñoz, James Corven, Aroldo Dubón, César de la Cerda.

CUESTIONARIO

1. *¿Se deben incluir, dentro del paquete tecnológico de cacao, recomendaciones específicas sobre el uso y manejo de las especies de sombra y de los cultivos asociados, o se debe respetar la idiosincracia del agricultor al respecto?*

GRUPO 1: Respetando la idiosincracia del agricultor, se pueden incluir recomendaciones específicas del uso y manejo de sombras, siempre y cuando hayan sido validadas en condiciones similares y hayan demostrado ser buenas alternativas económicas.

GRUPO 2: Se debe respetar la manera de pensar del agricultor, pero también hay que propiciar sistemas de cultivo que le ayuden a mejorar su nivel de vida, y que sean de fácil adopción.

GRUPO 3: Es importante incluir dentro del paquete tecnológico recomendaciones basadas en experiencias regionales, que indiquen su factibilidad agronómica y económica.

2. *En vista de los precios actuales del cacao, ¿consideran ustedes que el agricultor debería eliminar su plantación y sembrar un cultivo más rentable?*

GRUPO 1: No es recomendable eliminar las plantaciones debido a que el precio del cacao puede subir en los próximos años. Mientras tanto se deben ofrecer nuevas alternativas para asegurarle al agricultor una rentabilidad sostenida.

GRUPO 2: La decisión debería tomarla el agricultor. En caso de conservar el cacao, se le deben ofrecer alternativas en las cuales el cacao no debe ser necesariamente el cultivo principal, con el objeto de compensar los períodos de caída de precios del mismo.

GRUPO 3: No se debería tomar esta decisión con base en los precios actuales del cacao, sino en el análisis potencial del cultivo a través del tiempo. Si, con base en ello, las perspectivas a mediano o largo plazo no son buenas, se le debería eliminar y sustituirlo por otro más rentable.

3. *¿Qué prioridad deberían tener en el caso del cacao las investigaciones con respecto a sombras y cultivos asociados?; ¿en qué aspectos se deben intensificar estas investigaciones?*

GRUPO 1: La investigación sobre los tipos de sombra en cacao debe ser paralela al estudio de genótipos superiores. Se deben tomar en cuenta y/o complementar las investigaciones básicas en cuanto a genética, manejo y comercialización de las especies de sombra. En los ensayos sobre sombra, se debe poner énfasis en los arreglos espaciales y sus efectos sobre la actividad fotosintética del cultivo y su sanidad.

GRUPO 2: Las investigaciones deberían enfocarse al mejoramiento productivo del sistema y a su validación en diferentes zonas. Tanto el mejoramiento en cacao como la investigación en sombras y cultivos asociados deben realizarse de manera conjunta.

GRUPO 3: Se deben promover investigaciones más prácticas y fáciles de adoptar, por ejemplo a nivel de parcelas de observación y demostrativas en las cuales intervenga el agricultor. Se debe poner énfasis en la selección de genótipos y en el estudio de los diseños más adecuados de asociación, donde no necesariamente el cacao debe constituir el cultivo principal.

4. *De acuerdo con su experiencia ¿ustedes, a cuáles especies de sombra y cultivos se debería dar mayor importancia?*

GRUPO 1: Frutales y maderables según la región.

GRUPO 2: La selección de las especies de sombra y de los cultivos asociados al cacao dependerá de la zona, suelo, plagas, enfermedades y del criterio del agricultor. Se debería dar énfasis a las especies forestales, frutales y cultivos, tales como raíces y tubérculos y musáceas.

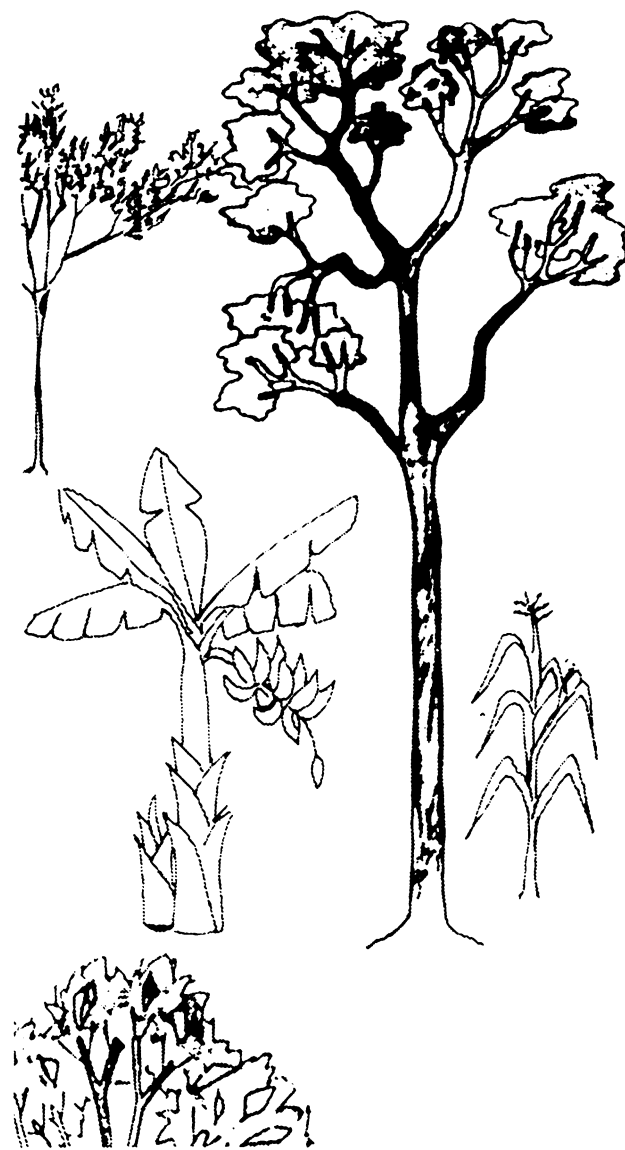
GRUPO 3: La decisión se hará de acuerdo a la importancia que el asocio tenga en cada región y a las posibilidades de utilización por parte del agricultor.

5. *En caso de iniciarse un proyecto de investigación en cacao sobre sombras y cultivos asociados, y ya que las posibilidades son muy grandes, ¿cuáles procedimientos sugieren ustedes para seleccionar las plantas que deben ser incluidas en las investigaciones?*

GRUPO 1: Revisión bibliográfica. Tomar en cuenta la experiencia adquirida por los productores. Investigar el mercado de las especies potenciales. Determinar la importancia de las especies para el autoconsumo. Validar y caracterizar genética y edafoclimáticamente las especies seleccionadas. Establecer parcelas de observación con los productores.

GRUPO 2: Realizar un inventario de aquellas sombras y aquellos cultivos asociados utilizados por los agricultores en las diversas zonas. Se debe además evaluar la infraestructura existente.

GRUPO 3: En general es indispensable diversificar las especies dentro de los cacaotales, poniendo énfasis especial en maderables y frutales, que le permitan al agricultor obtener un ingreso sostenido durante todo el año. Es importante además estratificar a los productores y darles recomendaciones de acuerdo con el estrato al que pertenezcan.



SOMBRAS Y CULTIVOS
ASOCIADOS CON CACAO

QUINTA PARTE
ANEXOS

ANEXO 1

PROGRAMA DEL SEMINARIO REGIONAL SOBRE SOMBRAS Y CULTIVOS ASOCIADOS CON CACAO

MARTES 8 DE OCTUBRE, 1991

Llegada de los participantes a San José.

MIÉRCOLES 9 DE OCTUBRE, 1991

6:30 Traslado San José-Turrialba.

8:00 Inscripción.

8:30 Palabras de bienvenida
V. Villalobos, G. Villanueva

9:00 Presentación de los participantes.
A. Paredes

9:30 Audiovisual sobre el Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza
(CATIE).
P. Ramírez

10:00 Chocolate.

10:30 Objetivos del Seminario Regional sobre
Sombras y Cultivos Asociados con Cacao
y presentación del plan de trabajo.
W. Phillips

11:00 Demostración sobre la base de datos de
cacao.
L. Coto

12:00 Almuerzo.

1:30 Incentivos Fiscales para Sistemas Agro-
forestales en Costa Rica.
G. Canet

2:00 Aspectos Ecofisiológicos Relacionados
con la Asociación de Cacao y Otras Espe-
cies.
O. Brenes

2:30 Aspectos Económicos del Asocio de Cul-
tivos en Cacao.
J. Corven

3:00 Algunas Consideraciones Edafológicas
Relacionadas con los Sistemas Agrofore-
stales.
D. Kass

3:30 Chocolate.

4:00 Algunos Aspectos Fitopatológicos Rela-
cionados con la Sombra y con Cultivos
Asociados al Cacao.
W. Phillips

4:30 Plagas Insectiles del Cacao y su Relación
con la Sombra.
J. Saunders

JUEVES 10 DE OCTUBRE, 1991

- 8:00 Situación de los países respecto del tema del Seminario.
(15 minutos por país)
Costa Rica. *J. Linkemer, O. Cubillo*
El Salvador. *W. Rosa*
Guatemala. *C. de la Cerda*
Honduras. *J. A. González, D. Torres*
Nicaragua. *M. Rodríguez, S. Thienhaus*
- 10:00 Chocolate.
- 10:30 El Intercultivo de Aracéas y Ñames con Cacao.
W. Rodríguez
- 11:00 Asociación Cacao-Plátano.
J.L. Morales
- 11:30 Algunos Cultivos Anuales Asociados con Cacao en un Nuevo Sistema de Producción.
A. Dubón, J. Sánchez
- 12:00 Almuerzo.
- 1:30 Asociación de Cacao con Palmáceas.
A. Paredes
- 2:00 Sostenibilidad del Cacao con base en la Diversidad Genética de los Frutales.
J. Morera
- 2:30 Sombras Temporales para Cacao.
L. Meléndez
- 3:00 Ventajas, Desventajas y Características Deseables de los Árboles de Sombra para Café, Cacao y Té.
J. Beer.
- 3:30 Chocolate.
- 4:00 Asociación de Cacao con Especies Leguminosas Arbóreas.
W. Campos.
- 4:20 Asociación de Cacao con Plantas Ornamentales en Honduras.
R. Mencías, J. Sánchez y A. Dubón

- 4:40 El Manejo de Sombras del Cacao: Consideraciones Ecofisiológicas para Experimentos con Árboles Leguminosos.
P. Nygren
- 5:00 Evaluación de Diferentes Leguminosas Arbóreas como Sombra del Cultivo del cacao en El Recreo, Nicaragua.
S. Thienhaus
- 5:40 Discusión general sobre los aspectos desarrollados durante el día.
J. Linkemer

VIERNES 11 DE OCTUBRE, 1991

- 8:00 Algunas Especies No Tradicionales Usadas como Sombrio Permanente en Honduras.
J. Sánchez
- 8:30 Evaluación del Uso de Sombra de Laurel (*Cordia alliodora*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la Producción de un Híbrido de Cacao.
A. Mora
- 9:00 Evaluación Económica de Sistemas Agroforestales: Cacao-Laurel; Cacao-Poró.
H. Von Platen
- 9:30 Chocolate.
- 10:00 Visita al Experimento de La Montaña y a la Colección de Germoplasma de Cacao.
A. Mora, J. Morera
- 12:00 Almuerzo.
- 1:30 Trabajo en Grupos.
- 3:00 Chocolate.
- 3:30 Discusión General y Conclusiones del Seminario.
J. Corven, J. Morera, W. Phillips
- 5:00 Clausura.
J. Corven

ANEXO 2 CONFERENCISTAS DEL SEMINARIO REGIONAL SOBRE SOMBRAS Y CULTIVOS ASOCIADOS CON CACAO

John Beer.

Proyecto Agroforestal-GTZ.
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Oscar Brenes G.

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Wilbert Campos.

Proyecto Agroforestal-GTZ.
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Gilbert Canet.

Programa de Desarrollo Forestal.
Ministerio de Recursos Naturales,
Energía y Minas (MIRENEM).
Ap. 8-5810-1000.
San José, Costa Rica.
Tel. 21-95-33.
Fax. (506) 55-24-80.

James Corven.

IICA-Procacao.
Ap.55-2200
Coronado, Costa Rica.
Tel. 29-02-22
Fax. (506) 29-47-41.

Laura Coto.

Biblioteca Conmemorativa Orton.
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Aroldo Dubón.

Ap.2067
Fundación Hondureña de
Invest.Agrícolas (FHIA).
San Pedro Sula, Honduras.
Tel. 56-24-70.
Fax. (504) 56-23-13.

Donald Kass.

Proyecto AFN-CIID
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Luis Meléndez.

Proyecto Agroforestal-GTZ.
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Antonio Mora.

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Juan Luis Morales.

Instituto Tecnológico de
Costa Rica (ITCR).
San Carlos, Costa Rica.
Tel. 47-50-33

Jorge Morera.

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Pekka Nygren

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Alfredo Paredes.

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Wilbert Phillips M.

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Patricia Ramírez

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Werner Rodríguez M.

Escuela de Fitotecnia.
Universidad de Costa Rica.
San José, Costa Rica.
Tel. 25-00-64.

Jesús Sánchez.

Ap. 2067
Fundación Hondureña de
Invest. Agrícolas (FHIA).
San Pedro Sula, Honduras.
Tel. 56-24-70.
Fax. (504) 56-23-13.

Joseph Saunders.

Proyecto MIP.
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Susanne Thlenhaus.

Ap. 5735.
MAG. Comisión de Cultivos
no tradicionales.
Managua, Nicaragua.
Tel. 24250
Fax. (505) (2) 26797.

Henning Von Platen.

Proyecto Agroforestal-GTZ.
Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

ANEXO 3
PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO
REGIONAL SOBRE SOMBRAS
Y CULTIVOS ASOCIADOS CON CACAO

COSTA RICA

Orlando Cubillo J.

Dirección Reg. Central 1
MAG.
Estero, Puriscal.
Tel. 49-67-16.

Geoffrey Linkemer F.

Ministerio de Agricultura y
Ganadería.
San José, Costa Rica.
Tel. 55-20-27.

Gerardo Durán Carballo.

Banco Nacional de Costa Rica.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-12-11 ó 56-01-32.

Rafael Marín Madrigal.

Escuela de Fitotecnia.
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica.
Tel. 76-40-55.

Edgar Fallas Mora.

Ministerio de Agricultura
y Ganadería.
Puriscal, Costa Rica. Tel. 49-60-13.

Vilmar Alberto Moya P.

Asociación ANAI.
Ap.170.
2070 Sabanilla.
San José, Costa Rica.
Tel. 24-35-70 ó 24-60-90.

André Helfenberger.

Ap. 5202-1000
San José, Costa Rica.
Tel. 56-00-87.
Fax. (506) 56-19-62.

Germán Gerardo Jiménez Ch.

Ministerio de Agricultura y
Ganadería.
Puriscal, Costa Rica.
Tel. 49-62-18.

Carlos Muñoz Ruiz.

Instituto Tecnológico de
Costa Rica.
San Carlos, Costa Rica.
Tel. 47-50-33.

Salvador Quirós C.

Costa Rican Cocoa Products.
Curridabat, Costa Rica.
Tel. 25-26-11.

Edwin Rojas Jiménez.

Hacienda Las Mercedes.
San Carlos, Costa Rica.
Tel. 46-02-39.

Ulises Rojas S.

Asociación ANAI.
Ap. 170.
2070 Sabanilla.
San José, Costa Rica.
Tel. 24-35-70 ó 24-60-90.

Eddie Salazar S.

Ap. 7170, CATIE.
Turrialba, Costa Rica.
Tel. 56-64-31
Fax. (506) 56-15-33.

Arnoldo Vargas León.

Ministerio de Agricultura y
Ganadería.
San José, Costa Rica.
Tel. 55-20-27 ext. 25.

Edgar Vidal Vega V.

Escuela de Fitotecnia.
Universidad de Costa Rica.
Tel. 25-96-94 ó 76-40-55.

EL SALVADOR**Oswaldo Wilfredo Rosa G.**

Centro de Tecnología Agrícola.
San Salvador, El Salvador.
Tel. 28-20-66.

GUATEMALA**César de la Cerda.**

6a. av. 15-15
Zona 11.
Guatemala.
Tel. 53-80-90.

HONDURAS**José Antonio González.**

Cohdefor.
San Pedro Sula.
Honduras.
Tel. 53-29-29 ó 53-49-59.

Daniel Torres A.

Proyecto Cohdefor/ACNUR.
Gracias a Dios.
Honduras.

NICARAGUA**Ramón Osejo Ordeñana.**

Región Autónoma Atlántico Sur.
Bluefields, Nicaragua.
Tel. 478.

María Méilda Rodríguez.

Pro-Mundo Humano.
Managua, Nicaragua.
Tel. 67-83-60 ó 65-83-68.

ANEXO 4 FUNCIONARIOS EN EL SEMINARIO REGIONAL SOBRE SOMBRAS Y CULTIVOS ASOCIADOS CON CACAO

Guillermo Villanueva

Coordinador
Red Regional de Generación
y Transferencia de Tecnología
en Cacao (PROCACAO),
Instituto Interamericano
de Cooperación para
la Agricultura (IICA),
San José, Costa Rica

James Corven

Especialista
en Desarrollo Institucional
Red Regional de Generación
y Transferencia de Tecnología
en Cacao (PROCACAO),
Instituto Interamericano
de Cooperación para
la Agricultura (IICA),
San José, Costa Rica

Wilbert Phillips

Coordinador
Primer Seminario Regional
sobre Sombras y Cultivos
Asociados con Cacao,
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza
(CATIE), Turrialba, C.R.

Jorge Morera

Coordinador en Cacao
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza
(CATIE), Turrialba, C.R.

Alfredo Paredes

Aspectos Logísticos,
Primer Seminario Regional
sobre Sombras y Cultivos
Asociados con Cacao,
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza
(CATIE), Turrialba, C.R.

Vanessa Pacheco

Secretaria,
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza
(CATIE), Turrialba, C.R.

Lillian Tortós

Secretaria,
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza
(CATIE), Turrialba, C.R.