

INVESTIGACIONES RECIENTES DEL CATIE SOBRE AGROECOSISTEMAS DE CACAO

Wilbert Phillips y Ulrike Krauss
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Ap.7170, Turrialba, Costa Rica.

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) fue domesticado en Centroamérica y México, en donde desde tiempos remotos ha sido un cultivo tradicional y estrechamente ligado a ciertos grupos humanos. Los agroecosistemas con cacao poseen características ventajosas desde el punto de vista agrícola y ambiental, sin embargo, es necesario hacerlos más competitivos, estables y atractivos para los agricultores. Con este fin el CATIE está desarrollando investigaciones en tres campos específicos, sistemas agroforestales, mejoramiento genético y manejo de enfermedades. El objetivo de este documento es dar algunas ideas para mejorar los agroecosistemas con cacao y resumir algunas de las investigaciones que actualmente se desarrollan en CATIE.

1. IMPORTANCIA DE LOS AGROECOSISTEMAS CON CACAO

Los sistemas agrícolas que incluyen cacao constituyen un buen ejemplo de sistemas sostenibles de producción, porque la explotación comercial de esta planta es factible con pocos daños al ambiente. El cacao es también, una de las pocas opciones agrícolas para el trópico húmedo bajo, en donde la expansión de la población y los cultivos extensivos de alto consumo tecnológico, han puesto en peligro algunos ecosistemas.

Los agroecosistemas con cacao poseen algunos atributos ecológicos y agrícolas que los distinguen de otras opciones, como son:

- A. El cacao es una especie arbórea originaria de los estratos bajos del bosque lluvioso, por lo que posee un marcado carácter umbrófilo y facilidad para ser incorporado en sistemas agroforestales.
- B. En sus plantaciones conviven una gran diversidad de plantas y animales silvestres, que las utilizan como refugio, o en forma temporal, como es el caso de las aves migratorias (Young 1994).
- C. El cacao es usualmente sembrado en combinación con muy variadas especies dentro de las que destacan los árboles frutales, forestales y leguminosos y las especies anuales como yuca, maíz, musáceas, etc (Soto 1980, Jiménez 1988, Phillips-Mora 1993). Esto le da a las plantaciones de cacao, una rica composición florística e importantes ventajas ambientales. Desde el punto de vista práctico, facilita el diseño y establecimiento de sistemas de producción mixtos, que buscan darle mayor estabilidad al agroecosistema reduciendo el riesgo, y a la vez generar recursos adicionales para el agricultor, fundamentales en las épocas de precios bajos del grano. También puede convertirse en un mecanismo importante para mejorar la alimentación campesina.
- D. Su cultivo requiere de pocos insumos agrícolas, por lo que fácilmente se puede adaptar a sistemas de producción de bajos insumos y a la agricultura orgánica.
- E. El cacao es producido principalmente por agricultores minifundistas de escasos recursos, que dependen de la mano de obra familiar para llevar a cabo las actividades agrícolas previas y posteriores a la cosecha.
- F. El cacao permanece sembrado en el campo por periodos que superan los 25 años, lo que junto con la densa cobertura vegetal que forma y la gran cantidad de hojarasca que deposita sobre el suelo, favorece la protección del suelo, de la microflora y del ambiente en general y estimula el reciclaje de cantidades importantes de nutrimentos (Somarriba y Beer 1999, Alvim 1988).
- G. Debido a su tolerancia a la sombra, el cacao es uno de los pocos cultivos que podrían ser sembrados bajo el dosel de especies forestales que están en veda o que tienen restricciones para su corta. Sus características ecológicas

podrían ser aprovechadas para el establecimiento de zonas de amortiguamiento contiguas o dentro de áreas protegidas, como parques nacionales, reservas naturales, etc. Al respecto, ya existen algunas experiencias iniciales en Centroamérica, tal es el caso de plantaciones de cacao establecidas en la reserva de la biosfera del Río Plátano en la Mosquitia Hondureña y en la reserva de la Biosfera La Amistad en Talamanca, Costa Rica.

2. SITUACION ACTUAL DEL CACAO Y POSIBLES ESTRATEGIAS A SEGUIR

A pesar de las ventajas enumeradas, los bajos precios internacionales del cacao y la incidencia de enfermedades fungosas han causado una contracción de la actividad cacaotera en Latinoamérica. Otros problemas que se han detectado son el bajo potencial productivo de los materiales sembrados, la edad avanzada de las plantaciones y las bajas densidades de siembra (Mejía y Palencia, 2000). Como consecuencia de esta problemática, algunos países de la región han pasado en poco tiempo de ser exportadores a importadores del grano y hay agricultores que han optado por abandonar o sustituir sus plantaciones por cultivos más rentables.

En la región existen sin embargo, muchos agricultores que dependen de este cultivo para su subsistencia y el cacao sigue siendo considerado como una alternativa ventajosa para muchos otros. Por ejemplo, agricultores en Waslala, Nicaragua han mencionado que el cacao fue la única fuente de ingresos cuando perdieron sus cultivos de maíz y el frijol en periodos de sequía (Sandino 1998).

Lo que sí es un hecho, es que bajo las condiciones actuales, es indispensable mejorar la eficiencia de los agroecosistemas con cacao para hacerlos más competitivos y más favorables para los agricultores. Algunas de las estrategias que se podrían seguir son las siguientes:

- Incrementar la capacidad productiva de las plantaciones de cacao, mediante la utilización de genotipos superiores de alta producción y resistencia a enfermedades. También sustituyendo las plantas de más baja producción, por injertos obtenidos de árboles seleccionados y usando densidades de siembra adecuadas.
- Manejar la plantación de cacao como un sistema, en donde los ingresos y beneficios no dependan exclusivamente del cacao, sino también de otros productos y subproductos, tangibles o no. Es conveniente la inclusión del componente maderable en dichos sistemas y de cualquier otro elemento que incremente la capacidad económica y ambiental del agroecosistema.
- Aplicar paquetes tecnológicos acordes con ese enfoque, que incluyan recomendaciones específicas para el manejo de cada uno de los componentes del sistema. Se debería también cuantificar el aporte de cada elemento al sistema, en términos económicos, sociales y ecológicos.
- Definir estrategias para la producción de cacao orgánico y de cacao criollo de alta calidad. Realizar estudios de mercado y de costo-beneficio de estos productos.
- Estudiar la factibilidad de usar cacao para el establecimiento de zonas de amortiguamiento en áreas protegidas, así como su potencial para la venta del servicio de fijación biológica de CO₂.
- Incentivar el consumo de cacao por parte de los agricultores y aprovechar su potencial nutritivo de fácil acceso (Londolfo 1985).
- Estudiar la posibilidad de obtener subproductos a partir del cacao.

Con relación a este último punto es importante tener presente que el 90% del peso de los frutos de cacao se elimina durante el proceso de obtención de las almendras. Esto ha incentivado el desarrollo de tecnologías para la obtención de subproductos a partir de estos deshechos (Rondón, J. 2000, Figuerira *et al.* 1994, Abiola y Tewe 1991, Brenes 1989, López *et al.* 1985). En la literatura existen experiencias exitosas para la producción de alcohol, jugos frescos, gomas, vinos, alimentos para animales, potasa, biogas y jabones naturales. Así por ejemplo, en varios países (Brasil, Ghana, Colombia, Costa Rica, etc.) se ha demostrado la factibilidad de usar las cáscaras de cacao como complemento para la alimentación de

animales como cerdos y bovinos dada su buena palatabilidad, rápida digestión y ganancia de peso similar a otras fuentes tradicionales (Barnes *et al.* 1985, Adomako and Dzoagbe 1985).

3 ACTIVIDADES ACTUALES DEL CATIE PARA MEJORAR LOS AGROECOSISTEMAS CON CACAO.

El CATIE ha desarrollado por un largo tiempo, investigación en cacao. Las investigaciones se han concentrado en el estudio de sistemas agroforestales (Alpizar *et al.* 1986, Fassbender *et al.* 1988, Fassbender *et al.* 1991, Mora 1993), en el mejoramiento genético (Morera y Mora 1996, Morera y Mora 1991a, Morera y Mora 1991b), y en el manejo de enfermedades con énfasis en resistencia genética (Phillips 1996 a, Phillips 1996 b, Laínez 1991, Phillips y Galindo 1989, Phillips 1986).

Recientemente, en la zona Atlántica de Costa Rica y Panamá el CATIE estudió por varios años cinco tipos de sistemas agroforestales con cacao que incluían los siguientes componentes (Somarribas y Beer 1999):

1. Especies leguminosas como *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana* e *Inga edulis* usadas como sombra mono-específica en plantaciones nuevas.
2. Especies maderables como *Cordia alliodora*, *Terminalia ivoerensis* y *Tabebuia rosea* usadas como sombras mono-específicas en plantaciones nuevas.
3. Conversión de sombra en plantaciones de cacao existentes, utilizando las especies leguminosas mencionadas.
4. Uso de las especies maderables mencionadas para conversión de sombras en plantaciones existentes.
5. Sistemas cacao-plátano-maderable (*C. alliodora*) para producción intensiva y diversificada

Los resultados de estas investigaciones están ampliamente publicadas (Alpizar *et al.* 1986, Beer *et al.* 1990, Calvo y Platen 1996, Fassbender *et al.* 1988, Fassbender *et al.* 1991, Mora 1993, Somarribas 1994, Somarribas *et al.* 1994, Somarribas *et al.* 1995, Somarribas *et al.* 1996). Se puede concluir de estos experimentos que los niveles de pérdida debidas a moniliasis y mazorca negra fueron del 35 al 75 %, y que las pérdidas no dependieron de la selección o manejo del árbol de sombra usado, sino que dependió del tipo de material genético de cacao y del manejo de las enfermedades en la plantación y en las fincas vecinas (Somarribas y Beer 1999). Esto ilustra la importancia que tiene el mejoramiento genético y el manejo de las enfermedades en cacao, aspectos a los cuales se dedicarán los siguientes párrafos.

4. IMPORTANCIA DEL COMPONENTE DE ENFERMEDADES

Las enfermedades son el principal factor limitante de la producción de cacao a nivel mundial, (Becker 1999) y uno de los riesgos más significativos para el futuro cercano (Bowers *et al.* 2001, Zadocks 1997). Es muy difícil estimar las pérdidas mundiales causadas por los patógenos del cacao, sin embargo se puede afirmar que existen hongos capaces de destruir completamente la cosecha y originar el total abandono de las plantaciones.

Tres de estos hongos están en una fase expansiva en el mundo: *Phytophthora megakarya* ("mazorca negra" y "cáncer del tronco") en Africa y *Moniliophthora roreri* ("moniliasis") y *Crinipellis pernicioso* ("escoba de bruja") en América. Los dos últimos hongos se originaron en Suramérica, pero ya alcanzaron Centroamérica. *C. pernicioso* está restringida a Panamá, pero *M. roreri* se ha diseminado hasta Honduras. Hasta el año 2000 este patógeno estaba aislado en la Mosquitia Hondureña, pero a partir de este año, ha invadido plantaciones en otras áreas del país. Su diseminación a otros países es factible debido a su gran capacidad de diseminación, su impresionante agresividad y la aparente susceptibilidad de la mayoría de los genotipos de cacao actualmente sembrados.

La aparición de la moniliasis en Costa Rica en 1978 ilustra el gran potencial de destrucción de este patógeno. Novecientas hectáreas de cacao fueron inicialmente afectadas en la zona Atlántica del país, pero un año después, la enfermedad se había extendido a casi todo el país afectando 7.150 hectáreas. En cinco años la producción de cacao declinó en un 72% y las exportaciones bajaron un 96%. También a modo de ejemplo, la llegada de la escoba de bruja a Brasil causó en un plazo de 10 años la disminución de un 75% de la producción.

Como consecuencia del grave problema que están causando, las enfermedades del cacao se han convertido es uno de los principales objetivos de los programas de mejoramiento genético alrededor del mundo. El control químico ha sido efectivo en algunos casos, pero poco rentable, sobre todo cuando los precios son bajos. El combate cultural mediante la

eliminación de las fuentes de inóculo y las prácticas agrícolas que favorecen a la planta pero desfavorecen al patógeno, han mostrado ser muy efectivas, aunque requieren de un esfuerzo casi permanente del agricultor para aplicarlas. Si estas prácticas se pudieran combinar con el uso de genotipos resistentes, se podría lograr un combate integrado de la enfermedad más sencillo y menos demandante de mano de obra. El CATIE está trabajando en este momento en ambas líneas, diseñando estrategias de combate efectivas y desarrollando un programa de mejoramiento genético tendiente a seleccionar genotipos superiores con resistencia a enfermedades.

5. PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DEL CATIE

El CATIE en colaboración con ACRI (*The American Cocoa Research Institute*) está desarrollando en este momento un programa de mejoramiento genético que busca generar genotipos superiores de cacao, resistentes a las principales enfermedades, pero también de alta producción y calidad. Para estos estudios se cuenta con una de las dos colecciones de cacao más importantes del mundo, que contiene 687 genotipos de *Theobroma cacao* y otras cuantas especies afines.

Como paso inicial se diseñaron metodologías de inoculación artificial (Sánchez et al 1987) que han sido mejoradas con el tiempo. En la actualidad se usan las metodologías descritas por Phillips y Galindo (1986) para *M. royeri*, y por Phillips y Galindo (1989) para *P. palmivora*. Como producto de esta actividad se cuenta en este momento con genotipos resistentes a moniliasis y mazorca negra. Dentro de los clones resistentes a moniliasis están el UF-273, UF-712, ICS-43, ICS-95 y algunos clones ARF, y dentro de los resistentes a mazorca negra se pueden mencionar: Catie-1000, RB-46, CC-214, ARF-14, etc. Los clones resistentes y algunos moderadamente resistentes forman la base del programa de mejoramiento genético que se resume en la Figura 1.

Como puede observarse el programa parte de la diversidad genética de la colección y busca la generación de materiales superiores mediante el cruzamiento entre materiales élite y la selección de árboles individuales. Existe un grupo de experimentos de campo recientemente establecidos que incluyen tres experimentos de híbridos, dos experimentos de clones y dos poblaciones segregantes, que tienen como propósito la selección de materiales superiores. Estos experimentos involucran más de 5,000 árboles y cerca de seis hectáreas de terreno. Dos veces al año se evalúan parámetros como el diámetro del tronco, la altura a la horqueta, y el color del fruto. A partir de los dos años de edad de los árboles, se evalúa en forma mensual la cantidad de frutos sanos, los frutos afectados por *M. royeri* y por *P. palmivora*. Se cuenta con una cantidad muy grande de información que está en proceso de tabulación y análisis. A pesar de la corta edad de los experimentos (no superan los cinco años), ya se han observado diferencias muy marcadas entre algunos genotipos en cuanto a vigor, precocidad, producción y resistencia a las enfermedades. En el mediano plazo se espera establecer parcelas demostrativas en diferentes países y bajo distintas condiciones ambientales, con los mejores materiales seleccionados.

En experimentos previos realizados en la zona Atlántica de Costa Rica se ha demostrado el gran potencial que tiene el uso de los genotipos resistentes para incrementar la producción de las plantaciones. Bajo condiciones de alta presión de inóculo de *M. royeri* fue posible identificar clones como el CC-137 y EET-183 que registraron incidencias inferiores al 40% para moniliasis y al 5% para mazorca negra y producciones hasta cinco veces mayores que algunos materiales internacionalmente reconocidos como Catongo, Pound-7 y UF-613, los cuales perdieron más del 80% de los frutos por causa de las enfermedades.

6. MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES DE CACAO

El objetivo general de esta actividad es desarrollar opciones eficientes y aceptables para el manejo económico del cacao en América Latina. El objetivo específico principal es el control simultáneo de moniliasis, de la mazorca negra, y en Sudamérica, de la escoba de bruja. Esta actividad es financiada por USDA y manejado por CABI Bioscience y CATIE.

El control cultural forma la base del sistema del manejo integrado de plagas. Otro componente fuerte es el control biológico. En Perú, se aislaron micoparásitos (hongos que parasitan otros hongos) nativos de los géneros *Clonostachys* (antes conocido como *Gliocladium*) y *Trichoderma* de mazorcas sanas de cacao. Estos micoparásitos se compararon con dos cepas comerciales (*Trichoderma viride* de SoilGuard™ y *T. stromaticum* de Trichovab™) y con un fungicida cúprico (Akuprox Q) en bioensayos en plántula y en ensayos de campo durante los años 1997 a 2000. Desde el año 1998, el proyecto tiene su nuevo enfoque en América Central con 15 parcelas experimentales de campo en Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

Por lo general, el cacao respondió en forma excelente a un manejo mejorado. Mientras el sistema tradicional en Perú no fue económico en un clima de precios bajos de cacao, la remoción regular de mazorcas enfermas aumentó las ganancias, sobre todo cuando esta se realizó semanalmente (Cuadro 1). El control químico fue justificado por las ganancias pero requiere más inversión (baja relación costo:beneficio) que el control cultural semanal sólo. Por lo tanto, el control químico no es muy aceptable para pequeños productores. Por otro lado, el control biológico fue altamente eficiente y económico (Cuadro 1). Los rendimientos y ganancias se pueden mejorar todavía más con fertilización, aunque esto también requiere de una inversión moderada.

El fungicida resultó en un control mediocre de todas las enfermedades en los ensayos en Perú. La mayoría de antagonistas individuales controlaron la moniliasis (reducción de 14,6-24,9%). Algunos antagonistas además combatieron la escoba de bruja y la mazorca negra. Mezclas de cepas de *Clonostachys rosea* aumentaron su eficiencia cuando se adicionaron más antagonistas en la mezcla (rango 0 a 5). En Panamá, donde la mazorca negra fue un problema serio en 2000/2001, se logró un control excelente con una reducción promedio de 13% con el mejor tratamiento hasta 27% de reducción de la mazorca negra.

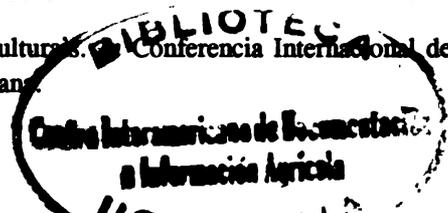
Cuadro 1. Análisis del manejo integrado de plagas de cacao en Perú bajo un régimen de precios bajos de cacao (asumiendo US\$ 0.87 kg⁻¹).

Sistema de Manejo	Rendim. (kg/ha/año)	Costo de Prod. (\$/ha/año)	Ganancia bruta (\$/ha/año)	Ganancia neta (\$/ha/año)	Radio Beneficio: Costo
Tradicional (sólo cosecha)	146	125	127	2	1.0
Control cultural quincenal	505	229	439	210	1.9
Control cultural semanal (CCS)	660	293	574	281	2.0
Control químico mensual + CCS	1232	576	1072	496	1.9
Control biológico mensual + CCS	1346	404	1171	767	2.9
Control biológico mensual + CCS + fertilización	1493	492	1299	807	2.6

El control biológico de moniliasis y otras enfermedades de cacao con mezclas de micoparásitos es muy promisorio, económico y puede revertir la tendencia de abandono del cultivo en las Américas. El desarrollo de las tecnologías nuevas para el manejo técnico y económico del cacao sigue dos estrategias simultáneas: una científica en laboratorios y/o estaciones experimentales del CATIE y otra de investigación participativa, en la cual científicos, socioeconomistas, extensionistas y agricultores (la mayoría indígenas) trabajan en equipo hacia una solución práctica y aceptable. Tecnologías aprobadas se transfieren a través de eventos de capacitación.

REFERENCIAS

- Abiola, S.S. and Tewe, O.O. 1991. Chemical evaluation of cocoa by-products. *Tropical Agriculture* 68:335-6.
- Adomako, D. and Dzoagbe, S. 1985. Evaluation of cocoa pod husk as feed ingredient for sheep in Ghana. *In Conferencia Internacional de Investigación en cacao, 9^a, 1984, Lomé, Togo.*
- Alpizar, L.; Fassbender, H.W.; Heuveldop, J.; Fölster, H.; Enriquez, 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.
- Alvim, R. 1988. O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *In Conferencia Internacional de Investigación en cacao, 10^a, 1987, Santo Domingo, República Dominicana.*



- Barnes *et al.* 1985. Utilization of cocoa husk meal by growing-finishing pigs. *In Conferencia Internacional de Investigación en cacao*, 9^a, 1984, Lomé, Togo.
- Becker, H. 1999. Fighting a fungal siege on cacao farms. *Agricultural Research* 47(11):4.8.
- 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 matter models and sustainability over ten years. *Agroforestry Systems* 12:229-249.
- Bowers, J.H. *et al.* 2001. The impact of plant diseases on world chocolate production. Online. *Plant Health Progress*. HTTP: www.apsnet.org.
- Brenes, O. 1989. Posibilidades de la utilización de los subproductos del beneficio del cacao. *In Memoria Seminario Regional sobre la Tecnología poscosecha y calidad mejorada del cacao*, IICA, San José, Costa Rica.
- Calvo, G; Platen, H von. 1996. Cacao-laurel-plátano: costos y beneficios financieros. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico #264. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 53 p.
- Fassbender, H.W.; Alpizar, L.; Heuveldop, J.; Fölster, H.; Enríquez, G. 1988. Modelling agroforestry systems of 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.
- Fassbender, H.W.; Beer, J.; Heuveldop, J.; Imbach, A.; Enríquez, G.; Bonnemann, A. 1991. Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 45:173-183.
- Figueira, A. *et al.* 1994. New products from *Theobroma cacao*: seed pulp and pod gum. *Plant Science* 47:475-478.
- Jiménez, G. Sistemas de producción con frutales, asociados al cultivo del cacao en la región brunca de Costa Rica. 1988. *In Conferencia Internacional de Investigación en cacao*, 10^a, 1987, Santo Domingo, República Dominicana.
- Lainez J.R. 1991. Estudio de la descendencia del cruce interclonal del cacao "Catongo X Pound-12" bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis. Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 125p.
- Londoño, J. 1985. El cacao como alimento. *In Conferencia Internacional de Investigación en cacao*, 9^a, 1984, Lomé,
- López *et al.* 1985. Situacao atual da utilizacao de subprodutos de cacau no Brasil. *Boletín Técnico* 133. CEPLAC, Bahía, Brazil.
- Mejía, L.A. y Palencia, G. 2000. Manejo Integrado del cultivo del cacao. CORPOICA; Regional 7, Bucaramanga, Colombia.
- Mora, A. 1993. Evaluación del uso de sombra de laurel y poró sobre la producción de un cruce interclonal de cacao. *In Phillips-Mora, W., ed. 1993. Seminario Regional "Sombras y cultivos asociados con cacao". (1., 1991, Turrialba, Costa Rica). Memorias. CATIE, Serie Técnica-Informe Técnico No.206. pp. 155-162.*
- Morera, J.; Mora, A. 1996. Comportamiento de 12 clones de cacao bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. *Revista Agroforestal (Costa Rica)* 2(8).
- Morera, J.; Mora, A. 1991a. Comparación de 56 cruces interclonales de cacao en Pococí, Costa Rica. *Turrialba* 41(4): 577-582.
- Morera, J.; Mora, A. 1991b. Evaluación de cacao híbrido bajo dos sistemas de sombra en Turrialba. *Turrialba* 41(4): 572-577.
- Phillips M., W. 1986. Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) a *Moniliophthora roreri* Cif. Par. *Conferencia Internacional de Investigación en cacao*. 1987. Santo Domingo, República Dominicana.
- Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1989. Método de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Turrialba (Costa Rica)* 39(4):488-496.
- Phillips-Mora, W., ed. 1993. Seminario Regional "Sombras y cultivos asociados con cacao". (1., 1991, Turrialba, Costa Rica). Memorias. CATIE, Serie Técnica-Informe Técnico No.206. 222 p.
- Phillips-Mora, W. 1996a. Studies on moniliasis (*Moniliophthora Roreri* (Cif.&Par.) Evans *et al.*) resistance at CATIE. *In International Workshop of the International Group for Genetic Improvement of Cocoa (INGENIC)*. Bahía, Brasil. Proceedings.
- Phillips-Mora, W. 1996b. Studies on resistance to black pod disease (*Phytophthora Palmivora* Butler (Butler)) at CATIE. *In International Workshop of the International Group for Genetic Improvement of Cocoa (INGENIC)*. Bahía, Brasil. Proceedings.
- Rondón, J. 2000. Nuevos productos del cacao (*Theobroma cacao*). *In Mejía, L.A. and Arguello, O. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao*. CORPOICA, Santander, Colombia.

- Sandino Araica, D.J. 1998. Adopción de prácticas por los agricultores para el manejo de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri* Cif. & Par.). Un estudio de caso biofísico y socioeconómico en el municipio de Waslala, Nicaragua. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 77 p.
- Sánchez, J.; Brenes, O.; Phillips, W.; Enriquez, G. 1987. Methodology for inoculating pods with the fungus *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri*. In International cocoa research Conference, 10a. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- Somarriba, E. 1994. Sistemas cacao-plátano-laurel: el concepto. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico #226. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 33 p.
- Somarriba E.; Dominguez, L. y Lucas, C. 1994. Cacao-plátano-laurel: manejo, producción y crecimiento maderable. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico #233. 64 p.
- Somarriba, E.; Melendez, L. Campos, W.; Lucas, C. 1995. Cacao bajo sombra de maderables en Puerto Viejo, Talamanca, Costa Rica: manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico #249. 73 p.
- Somarriba, E.; Beer, J.; Bonnemann, A. 1996. Arboles leguminosos y maderables como sombra para cacao: el concepto. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico #274. 56 p.
- Somarriba, E., Beer, J. 1999. Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. *Agroforestería de las Américas* 6(22):7-11.
- Soto, R. *et al.* 1980. Proyecto para el estudio de los sistemas de producción de cacao en la región del Soconusco, Chiapas, México.
- Young, A. 1994. The chocolate tree. A natural history of cacao. Smithsonian, Washington and London. 200 p.
- Zadoks, J.C. 1997. Disease resistance testing in cocoa. A review on behalf of FAO/INGENIC.

FIGURA 1. PROGRAMA DE MEJORA GENETICA DEL CATIE

Selección y generación de genotipos superiores de cacao con énfasis en resistencia a enfermedades

