

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE)**

**INVESTIGACIONES EN CACAO
REALIZADAS RECIENTEMENTE
EN EL CATIE**

Por: Wilberth Phillips
Area de Cultivos Tropicales

INVESTIGACIONES EN CACAO REALIZADAS RECIENTEMENTE EN EL CATIE

Agosto de 1996

Debido a la crisis que afectó al cultivo del cacao en los últimos años, en el mundo se dió una disminución significativa en la disponibilidad de recursos destinados a su investigación. A pesar de esto, el CATIE, conocedor de la importancia que tiene el cacao para muchos pequeños agricultores de la región y de las bondades ecológicas que conlleva su cultivo, continuó realizando investigaciones en cuatro áreas específicas: 1. Agroforestería, 2. Fitopatología, 3. Biología Molecular y 4. Mejoramiento Genético. A continuación se mencionan las principales actividades de investigación realizadas en los dos últimos años. Al final se incluye también, una lista de publicaciones relevantes relacionadas con estas investigaciones.

1. INVESTIGACIONES EN AGROFORESTERIA

1.1. Evaluación de sombras maderables para cacaotales nuevos.

Objetivo: Evaluar técnica y económicamente el comportamiento de tres especies maderables y una leguminosa en asocio y como sombra permanente para cacao nuevo.

Fecha de inicio: 1989.

Número de ensayos: 1.

Ubicación: Ojo de Agua, Changuinola, Panamá.

Diseño experimental: Bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Tratamientos: Uno por especie evaluada, Laurel (*Cordia alliodora*), Framiré (*Terminalia ivorensis*), Roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y guaba (*Inga edulis*).

VARIABLES EVALUADAS:

- a) Forma del fuste.
- b) Diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura total para árboles maderables.

Cuadro 1. Dap (cm) por especie y edad (años). El asterisco indica después del raleo.

EDAD	LAUREL	GUABA	ROBLE	TERMINALIA
1	3.4	3.0	3.9	4.5
2	10.4	9.8	9.7	10.9
3	16.2	14.0	13.9	16.9
4	19.7	16.7/16.4*	17.5	21.1
5	22.5/23.5*	19.1	20.7/21.2*	24.5/25.7*
6	25.4	20.2	22.7	27.5

- c) Producción de cacao.

Cuadro 2. Producción promedio de cacao seco (kg/ha/año) por ciclo agrícola y especie de sombra.

CICLO	92-93	93-94	94-95	PROMEDIO
LAUREL	667	1000	709	762
GUABA	723	874	720	772
ROBLE	922	1096	573	863
TERMINALIA	644	934	599	726
PROMEDIO	739	976	650	789

Cuadro 3. Producción de cacao seco (kg/ha/año) por cruce interclonal y ciclo agrícola.

CRUCE	92-93	93-94	94-95	PROMEDIO
UF12-POUND7	960	1344	834	1046
UF613-UF29	903	933	670	835
UF668-POUND7	681	1122	628	810
UF296-CC18	700	788	576	688
CATONGO-POUND12	640	794	588	674
UF676-IMC67	549	874	606	676

d) Registro de labores de establecimiento y manejo para evaluación económica.

Cuadro 4. Indicadores financieros de los sistemas evaluados.

Concepto	Terminalia	Laurel	Roble de sabana	Inga
Periodo de recuperación de la inversión (años)	11	9	7	13
Margen Bruto,\$, a 5% tasa de actualización	239	395	278	-23
Razón B/C, a 5% tasa de actualización	1,5	1,8	1,6	0,9

Comentarios:

La elevada producción de madera, aunada a la ausencia de diferencias en la producción cacaotera entre especies maderables y la leguminosa "testigo" (guaba), favorecen la utilización de maderables y no leguminosas como sombra para cacao. Entre las maderables, laurel es la especie más recomendable por su elevada producción de madera, moderada mortalidad y sombra rala. La mortalidad regresiva en terminalia no permite recomendarla como especie de sombra en la zona de estudio.

Los esquemas de reforestación basados en la utilización de sistemas agroforestales pueden resultar atractivos para los finqueros, ya que el rápido crecimiento maderable permite planificar turnos cortos y tanto el cacao como los cultivos asociados (maíz, yuca, plátano, etc.) permiten obtener ingresos tempranos y regulares

1.2 Sustitución de sombras tradicionales con maderables en cacaotales establecidos.

Objetivo: Evaluar el comportamiento de tres especies maderables y una leguminosa como sombra para un cacaotal establecido, así como su efecto sobre la producción de cacao. Además evaluar la factibilidad técnica y económica de un cambio de sombra en cacaotales establecidos.

Fecha de inicio: 1989.

Número de ensayos: 1.

Ubicación: Guabito, Nuevo Paraíso y Finca 51, Changuinola, Panamá.

Diseño experimental: Bloques completos al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones.

Tratamientos: Uno por especie evaluada, Laurel (*Cordia alliodora*), Framiré (*Terminalia ivorensis*), Roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y guaba (*Inga edulis*).

VARIABLES EVALUADAS:

a) Diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura total para árboles maderables.

Cuadro 5. DAP promedio (cm) por especie y sitio experimental (edad=4.4 años).

Sitio	Laurel	Guaba	Roble	Terminalia	Promedio
1	18.6	14.3	21.0	20.9	18.7
2	19.1	12.9	19.7	18.2	17.5
3	-	15.0	13.2	19.2	15.8
4	14.4	14.6	13.2	21.7	16.0
5	12.9	14.6	16.8	15.7	15.0
6	14.4	12.4	14.0	18.6	14.9
Promedio	15.9	14.0	16.3	19.0	16.3

b) Forma del fuste.

c) Registro de labores de establecimiento y manejo para evaluación económica.

Cuadro 6. Índices de rentabilidad por especie de sombra maderable

	Planicie		Colinas	
	Razón B/C	US\$ por jornal	Razón B/C	US\$ por jornal
Laurel	5.3	41	5.1	40
Terminalia	4.4	34	5.1	41
Roble de sabana	4.4	33	4.6	36

COMENTARIOS:

La guaba fue la peor especie para sustituir sombra en cacaotales establecidos. Su crecimiento y sobrevivencia fueron pobres en cacaotales densos.

Desde el punto de vista de sombra para el cacao, el roble, el laurel y la terminalia presentan limitaciones dado que pierden la totalidad del follaje durante la época seca, periodo en que el cacao requiere más sombra.

Los costos de renovación de sombra con especies maderables o leguminosas alcanzan entre 750 y 950 US\$ en los primeros cuatro años. Este cambio de sombra puede generar en el año 15 beneficios por venta de madera entre 4500 y 5500 US\$/ha.

El cambio de sombra en cacaotales maduros con maderables efectuado bajo las condiciones del ensayo es una inversión rentable.

1.3 Evaluación de diferentes arreglos espaciales del sistema CACAO-LAUREL y PLATANO (CLP).

Objetivo: Evaluar técnica y económicamente arreglos espaciales y densidades de siembra de cacao y plátano con una cantidad fija de 69 árboles de laurel por ha., en una finca comercial.

Fecha de inicio: 1990.

Número de ensayos: 1.

Ubicación: Charagre, Changuinola, Panamá.

Diseño experimental: Plantación comercial con seis tratamientos.

Tratamientos: Seis diferentes densidades de siembra de cacao y plátano con la misma cantidad de árboles de laurel.

VARIABLES EVALUADAS:

a) Diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura total para árboles maderables.

Cuadro 7. Incrementos medios anuales (IMA) en dap (cm/año), altura total (m/año) y diámetro de copa (m/año) de árboles de laurel.

Edad	IMA-DAP	IMA-ALTURA	IMA-COPA
1	4,1	4,3	2,4
2	5,8	4,5	2,4
3	6,5	4,3	2,3

b) Forma del fuste.

c) Producción de cacao por árbol y de plátano.

Cuadro 8. Producción de plátano y cacao por tratamiento, en el periodo 1/6/1992 al 14/2/94.

Tratamiento	No. plantas	Plátano (estandarizado a racimos de 30 platanos)	Cacao (kg/ha)	
1C-	512	512	972	197
2C-	704	480	1020	172
3C-	768	515	957	232
2P-	320	704	1090	64
3P-	256	768	1270	76
CP-	1024	900	1223	191

d) Registro de labores de establecimiento y manejo para evaluación económica.

Cuadro 9. Indicadores financieros de los sistemas evaluados.

Concepto	1C	2C	3C	2P	3P	CP
Razón B/C	2,1	2,1	2,3	1,9	2,2	1,9
Valor neto actual	10706	11451	10879	9683	12360	9299
Tasa interna de retorno	98	25	19,5	95,4	-	10,1

Comentarios:

El plátano constituye el principal pulso económico de estos sistemas de producción. El crecimiento de los árboles de laurel es excelente, las fertilizaciones y el manejo de malezas y el drenaje de los suelos es aprovechado eficientemente por los árboles.

Todos los sistemas mostraron indicadores financieros favorables y periodos muy cortos de recuperación de la inversión.

1.4 Evaluación de sombras leguminosas para cacaotales nuevos.

Objetivo: Evaluar el comportamiento técnico y económico del asocio de cacao con árboles leguminosos.

Fecha de inicio: 1988.

Número de ensayos: 1.

Ubicación: Margarita, Talamanca, Costa Rica.

Diseño experimental: Bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones.

Tratamientos: Uno por cada especie de árbol leguminoso evaluado, poró (*Erythrina poeppigiana*), madero negro (*Gliricidia sepium*), y guaba mecate (*Inga edulis*).

VARIABLES EVALUADAS:

a) Producción del cacao por árbol. En la plantación se sembraron siete híbridos: UF676 X IMC 67, UF 613 X IMC 67, UF613 X POUND12, POUND7 X UF668, UF29 X UF613 Y CAT X POUND 12.

b) Registro de labores de establecimiento y manejo para evaluación económica.

c) Comportamiento y manejo de los árboles leguminosos.

d) Dispersión de esporas de monilia.

e) Fenología de los árboles de cacao.

Este ensayo está en proceso de evaluación.

2. INVESTIGACIONES EN FITOPATOLOGIA

2.1. Inoculaciones artificiales de cacao con el hongo *Moniliophthora roreri*

La moniliasis es una de las principales enfermedades que atacan al cacao, causando daños que muchas veces llegan al 100% de la producción. Mediante investigaciones realizadas en el CATIE se han logrado identificar 7 clones resistentes luego de evaluar casi 300 materiales. Durante 1995 se evaluaron 13 cultivares pero no fue posible detectar nuevas fuentes de resistencia al hongo. Durante el presente año las actividades para la selección de materiales resistentes a moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y a mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) han empezado a tener un incremento significativo al contarse con financiamiento por parte del ACRI para llevar a cabo este tipo de actividades.

2.2. Concentración de genes de resistencia para *Moniliophthora roreri*

La base genética de la resistencia a moniliasis es sumamente estrecha por lo que es prioritario incrementarla. Para cumplir con este propósito, a finales de 1995 se estableció en la Estación Experimental "La Montaña", un experimento que incluye 13 cruces interclonales entre materiales resistentes a monilia y cultivares que poseen al menos una de las siguientes características: alta producción, resistencia a mazorca negra o escoba de bruja y autocompatibilidad. A continuación se mencionan los clones que participan en uno o en más cruces.

Resistentes a monilia

Muy resistentes: ICS-43, UF-273, UF-712, ICS-95, CCN-51
Moderadamente resistentes: CC-137

Resistentes a Phytophthora

Muy resistentes: CATIE-1000, POUND-7, Arbol 81
Moderadamente resistentes: UF-273

Resistentes a escoba de bruja

Muy resistentes: ICS-95, CCN-51

Autocompatibles

ICS-43, UF-273, ICS-95, CC-137, Catie-1000, CCN-51, Arb81

Alta producción

CC-137, Arb81, CCN-51, Catie-1000.

3. INVESTIGACIONES EN BIOLOGIA MOLECULAR

3.1. Verificación de cultivares

Con el objeto de detectar mezclas y usando la técnica de RFLP, se analizaron 120 árboles del cruce "Catongo x Pound-12" pertenecientes al Experimento Central de La Montaña. Este tipo de experimentos tiene una gran importancia en especies perennes y en producción de semillas.

3.2 Construcción de mapas de ligamiento genético.

Un mapa de ligamiento genético es una representación gráfica que muestra las posiciones relativas de los genes y/o marcadores en los grupos de ligamiento (cromosomas). En el CATIE en coordinación con el Laboratorio Francereco se han construido dos mapas utilizando sendas poblaciones segregantes de cacao, a saber: el retrocruce Catongo x (Catongo x Pound-12) y la población Catongo x Pound-12.

En el primer caso se evaluaron 1200 "primers" y se seleccionaron 100 polimórficos. Además, se incluyeron en el mapa 12 marcadores RFLP y dos marcadores fenotípicos. La existencia de este tipo de mapas abre la posibilidad de determinar los locus relacionados con características cuantitativas o QTL, y en etapas más avanzadas, la identificación, aislamiento y manipulación de genes deseables.

3.3 Determinación de los QTL relacionados con diferentes características del cacao.

La determinación de los QTL es útil en el mejoramiento genético de las plantas, porque ellos pueden servir como marcadores para la selección de plantas en estados tempranos de desarrollo (semillas, plántulas, etc.) y porque actualmente es posible no sólo encontrar el locus que está ligado con una característica, sino que también identificar el gen asociado con ese locus. Para hacer esta determinación, se obtuvieron para cada árbol del retrocruce Catongo x (Catongo x Pound-12) los datos fenotípicos así como los datos generados con los marcadores de ADN. Ya que los datos de los marcadores fueron integrados dentro de un mapa de ligamiento genético, las comparaciones entre los patrones de herencia de estos marcadores con los fenotípicos permitieron detectar áreas en el cromosoma que están relacionadas con las características, o sea, los QTL. Estos han sido detectados para muchas características poligénicas del cacao, entre otras: semillas por fruto, peso de las semillas, área foliar, contenido de cafeína y teobromina, diámetro del tronco, etc.

3.4 QTL relacionados con la resistencia al hongo *Phytophthora palmivora* en cacao.

Utilizando los mapas de ligamiento genético previamente construidos, a partir de 1994 se inició una serie de investigaciones tendientes a definir los QTL que están relacionados con la resistencia a *Phytophthora palmivora*, hongo causante de la enfermedad más importante y diseminada en este cultivo. Para esto se realizaron inoculaciones artificiales a nivel de fruto, usando el método diseñado en la institución. Se inocularon todos los frutos disponibles y se llevó un registro árbol por árbol de los resultados. Durante 1995 se realizaron 19 eventos de inoculación artificial y se evaluaron más de 1600 frutos, los cuales, sumados a los resultados del año anterior, permitieron hacer una determinación más precisa de los QTL. Los resultados indican la presencia de 6 locus (genes?) relacionados con la resistencia a *P. palmivora*, ubicados en cuatro de los diez cromosomas que posee el cacao. Esto abre nuevas posibilidades en la interpretación de la herencia de la resistencia y en la manipulación de la misma a nivel genético. Con el objeto de fijar mejor los QTL, actualmente se llevan a cabo más inoculaciones artificiales.

4. INVESTIGACIONES EN MEJORAMIENTO GENETICO

4.1 Comportamiento agronómico de 12 clones de cacao bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica.

En Turrialba, Costa Rica se evaluaron bajo condiciones de incidencia natural, 12 clones de cacao reportados como resistentes por diferentes autores. Se usó un diseño experimental de bloques al azar con 12 tratamientos (clones), cuatro repeticiones y 6 plantas por parcela sembradas a 3 x 4 m. Luego de cinco años de evaluación que los clones CC-137, EET-183, EET-59 y EET-67 fueron los más productores, con rendimientos que superaron los 683 kg/ha/año. La incidencia a mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) no mostró diferencias significativas y sus valores estuvieron entre 2,6 y 14,1%. Por el contrario, la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) registró valores significativos que estuvieron entre 1,8 y 35%. Los materiales más resistentes a moniliasis fueron en su orden: UF-273, UF-296, EET-183, EET-75 y CC-137, y los más susceptibles el EET-376, RB-41 y EET-67. Se concluye que dentro de la colección del CATIE ya se cuenta con materiales que son promisorios para ser incluidos en programas de mejoramiento que busquen incrementar la producción y la resistencia a moniliasis. Además se comprobó la eficiencia de las inoculaciones artificiales para seleccionar materiales resistentes a esta importante enfermedad.

4.2 Investigación con cacao clonal bajo condiciones de La Lola, Costa Rica.

De 1991 a 1995 se evaluaron bajo condiciones de alta presión de inóculo, el desempeño de 14 clones de cacao en la finca La Lola. Se usó un diseño de bloques al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones. Se encontró que la producción promedio de los cinco años estuvo entre 847 (EET-183) y 121 kg/ha/año (Pound-7) (Cuadro 10). Se obtuvo una relación inversa entre incidencia de moniliasis y producción la cual fue muy evidente en clones que normalmente tienen altas producciones bajo condiciones de baja presión de inóculo, pero que en este caso registraron valores muy bajos. Fue también evidente la resistencia a moniliasis de algunos de los clones que tuvieron incidencias que no superaron el 34% (EET-75, EET-183 y CC-137), en tanto que otros tuvieron incidencias promedio anuales de hasta el 93,8% (Pound-7) (Cuadro 11). Los resultados confirman los obtenidos en el anterior experimento en el sentido de que ya se cuenta con un grupo de clones de buena producción y alta resistencia a moniliasis, la cual se mantiene aún bajo condiciones de alta presión de inóculo. Ya se han iniciado los experimentos tendientes a combinar estos materiales con otros que aporten otras características de interés. También es nuevamente evidente la utilidad que ha tenido la selección de clones resistentes usando inoculaciones artificiales.

4.3 Valoración de recursos genéticos de cacao.

Experimento sembrado en La Lola y que pretende evaluar 53 cruces interclonales de cacao conformados por el cruce entre clones compatibles de alta producción o con resistencia a alguna enfermedad de interés. El experimento ocupa un área de 2.5 ha y está constituido por 24 plantas por cruce. En el cuadro 12 se muestra un resumen de los resultados obtenidos hasta ahora.

5. PUBLICACIONES SOBRE CACAO A PARTIR DE 1990

- Calvo, G. Platen, H. Von. 1996. Cacao-plátano-laurel. Costos y beneficios económicos. Serie Técnica. Informe Técnico No. 265 Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.19. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 32 pág.
- ∓ Crouzillat, D.; Lerceteau, E.; Petiard, V. Morera, J.A.; Rodríguez, H.; Walker, D.; Phillips, W.; Ronning, C., Schnell, R.; Osei, J.K. and Fritz, P. 1994 *Theobroma cacao* L.: A genetic Linkage Map and quantitative trait loci analysis. In International Cocoa Conference, 2a, Kuaka Lumpur, Malasia.
- Fritz, P; Osei, J.; Lainez, J.; Rodriguez, H., Walker, D.; Morera, J.; Lastra, R.; 1994. A backcross population for genetic analysis of *Theobroma cacao*. Turrialba 45 (1).
- × Fritz, P.J.; Morera, J.A.; Phillips, W.; Petiard, V. and Crouzillat, D. 1994. Marker-Assisted genetic analysis of *Theobroma cacao*: 2. Year three evaluation of Catongo Backcross at CATIE, Costa Rica. In International Cocoa Conference, 2a, Kuaka Lumpur, Malasia.

- Fritz, P.J.; Phillips-Mora, W.; Rodriguez, H. 1995. New tools for 21st century plant breeding. DNA markers: theory and applications. Technical Series. Technical Bulletin / CATIE no.251. 122p.
- Hernandez, I.; Platen, H. von 1995. Maderables como alternativa para la sustitución de sombras en cacaotales establecidos. La economía. Serie Técnica. Informe Técnico No.259. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.14. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 29 pág.
- Laínez, J.R. 1991. Estudio de la descendencia del cruce interclonal de cacao "Catongo x Pound-12" bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE. 125 p.
- Lucas, C. et al 1995. Reforestación con maderables. Sistemas agroforestales vs. plantaciones puras en Talamanca, Costa Rica. Resultados agrícolas y forestales. Serie Técnica. Informe Técnico No.243. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.13. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 64 pág.
- Luján, R. 1992. Dinámica de doseles de tres especies de leguminosos de sombra y efectos sobre la fenología de seis cruces interclonales de cacao. Tesis M.Sc. CATIE. 101.
- Meléndez, L.; Phillips-Mora, W. y Somarriba, E. 1993. Dinámica de esporas de *Moniliophthora roreri* en cacao bajo tres sistemas agroforestales. In 2do Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias. Asociación Costarricense de Fitopatología, San José, Costa Rica.
- Meléndez, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del Hongo *Moniliophthora roreri* bajo tres sistemas de manejo de sombra de leguminosa en cacao. Tesis M.Sc. CATIE. 81 p.
- Mora, A. 1993. Evaluación del uso de sombra de laurel y poró sobre la producción de un cruce interclonal de cacao. In: Seminario Regional Sombras y Cultivos Asociados con Cacao. (1991: Turrialba, Costa Rica). Memoria. De. W. Phillips-M. Turrialba, C.R.: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 155-162.
- Mora, A.; Morera, J.; LAINEZ, J. 1994. Evaluación del cruce interclonal de cacao Catongo x Pound 12 en CATIE, Costa Rica. II. Fenología. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. (11a. 1993, Yamoussoukro, Costa de Marfil). Actas. Lagos, Nigeria. Cocoa Producers' Alliance.
- Morera, J.; Mora Q., A. 1990. Banco de Germoplasma de Cacao del CATIE. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 16 p.
- Morera, J.; Paredes, A.; Mora, A. 1991. Germoplasma de Cacao en el CATIE entre 1947 y 1991. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 49 p.
- Morera, J.; Galindo, J. J.; Oñoro, P.; Villalobos, V.; Mora, A.; Paredes, A. 1991. Diagnóstico sobre la Problemática del Cacao en las zonas de San Carlos y Puriscal, Costa Rica. Red de Generación y Transferencia de Tecnología en Cacao (PROCACAO). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 49 p.
- Morera, J.A.; Mora, A. 1991. Los Recursos Fitogenéticos (cacao) del CATIE. In: XXXVII Reunión Anual PCCMCA. (18-22 marzo, 1991, Panamá). Resúmenes. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p. 283.

- Morera, J. A.; Mora, A.; Salazar, E. 1991. Caracterización de germoplasma de cacao vía propagación vegetativa. *In: XXXVII Reunión Anual PCCMCA.* (18-22 marzo, 1991, Panamá). Resúmenes. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p. 285.
- Morera, J.A. ; Mora, A. 1991. Banco de Germoplasma de Cacao del CATIE. *In: XXXVII Reunión Anual PCCMCA.* (1991, Panamá). Memoria. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. v. 3. p. 225-237.
- Morera, J. A.; Mora, A. 1991. Performance of 12 cacao clones at CATIE/Costa Rica. *In: International Cocoa Conference: challenges in the 90's.* (25-28 September, 1991, Malasya). Abstracts. Kuala Lumpur Hilton, Malasya.
- Morera, J.A.; Mora, A.; Paredes, A.; Phillips, W. 1991. Propuesta de una metodología de investigación para evaluar la adaptación de cacao bajo las condiciones ambientales de la Región Centroamericana y El Caribe. *In: Reunión Comité Técnico, PROCACAO.* FHIA, San Pedro, Honduras. 12 p.
- Morera, J.A.; Mora, A.; Paredes, A. 1991. Caracterización de una población de cacao "Nacional" en CATIE, Costa Rica. *Turrialba* 41 (4): 583-588.
- Morera, J.A. 1991. Recuperación del Banco de Germoplasma y del Programa de producción de semillas híbridas de cacao en Nicaragua. FAO, AG:TCP/NIC/8957. Roma, 1991.
- Morera, J.A.; Mora, A. 1991. Comparación de 56 cruces interclonales de cacao en Pococí, Costa Rica. *Turrialba* 41 (4): 572-582.
- Morera, J.A.; Mora, A.; 1991. Evaluación de cacao híbrido bajo dos sistemas de sombra en Turrialba, Costa Rica. *Turrialba* 41 (4): 572-577.
- Morera, J.A.; Mora, A.; Paredes, A. y Phillips, W. 1992. Adaptación del cacao en Centroamérica y el Caribe. Publicaciones Misceláneas IICA. IICA-PROCACAO-CATIE, San José, Costa Rica. 15 p.
- Morera, J.; Mora, A.; Paredes, A. 1992. Estrategia del CATIE para la rehabilitación de cacao vía propagación vegetativa. *In: Seminario Regional sobre Rehabilitación de Cacao para Altos Rendimientos en Centroamérica.* (1991: San José, C.R. IICA: Red Regional de Generación y Transferencia de Tecnología en Cacao. p. 35-42.
- Morera, J.; Phillips, W.; Mora, A.; Paredes, A. 1992. Experiencia del CATIE en uso de diseños y metodologías estadísticas sobre cacao. *In: Seminario Regional Diseños Experimentales y Metodologías Estadísticas en Cacao.* (1990, San Pedro Sula, Honduras). San José, C. R. IICA. FHIA. p. 15-28.
- Morera, J.A.; Mora, A. 1993. Performance of cacao hybrid under two shade systems at CATIE, Costa Rica. *In: A global directory of long-term agronomic experiments (Volume 1: Non-European Experiments)* Eds. R. Steiner and R. Herdt. The Rockefeller Foundation, New York. p. 217-218.
- Morera, J.A.; Mora, A.; Láinez, J. 1994. Evaluación del cruce interclonal de cacao Catongo x Pound 12 en CATIE, Costa Rica. *In: XXXIX Reunión Anual PCCMCA.* (1993, Guatemala). Resúmenes.
- Morera, J.; Mora, A.; Láinez, J. 1994. Evaluación del cruce interclonal de cacao Catongo x Pound 12 en CATIE, Costa Rica. I Compatibilidad. *In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao.* (11a. 1993, Yamoussoukro, Costa de Marfil). Actas. Lagos, Nigeria. Cocoa Producers' Alliance. (En prensa).

- Morera, J.; Mora, A.; Láinez, J. 1994. Evaluación del cruce interclonal de cacao Catongo x Pound 12 en CATIE, Costa Rica. III. Rendimiento. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. (11a. 1993, Yamoussoukro, Costa de Marfil) Actas, Lagos, Nigeria. Cocoa Producers' Alliance (En prensa).
- Morera, J.; Mora, A. 1994. Costa Rica. Unidad de Recursos Fitogenéticos, CATIE: Investigaciones en cacao. Boletín del cacao (ICCO, Reino Unido) No. 7 Junio 1994. pp.11.
- Morera, J.; Mora, A. 1994. Evaluation of cacao hybrids under two shade system at CATIE, Costa Rica. In: Malaysian International Cocoa Conference. (1994, Kuala Lumpur, Malaysia). Extended Abstracts. Malaysian Cocoa Board. Malaysia. pp. 54.
- Morera, J.A.; Mora, A.; Phillips, W.; Crouzillat, D.; Petiard, V. and Fritz, P. 1994. Marker-Assisted genetic analysis of *Theobroma cacao*: 1. Reassessment of the Montaña Experiment. In International Cocoa Conference, 2a, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Núñez, S.; Galindo, J.J. y Phillips-Mora, W. 1992. Método de inoculación de *Ceratocystis fimbriata* Ell. & Halst. y evaluación de la resistencia en cacao. Turrialba (Costa Rica) 42(4):421-429.
- Obando, I.; Fallas, M.; Mora, Q.; A. 1988. Evaluación de 30 híbridos tolerantes a la moniliasis (*Monilia rozeri*) del cacao. Informe anual 1986 del Departamento de Fitopatología. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José (Costa Rica). p. 22.
- Osei, J. Furtek, D.; Goodin, M.; Rodriguez, H.; Morera, J.; Lastra, R.; Fritz, P. 1994. Construction of low-density linkage map of *Theobroma cacao* using random amplified polymorphic DNA markers and an anthocyanin biosynthetic locus. Turrialba 45 (1).
- Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1990. Effect of temperature and type of inoculum on zoospore production by *Phytophthora palmivora* in vitro. Phytopathology 80:516.
- Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1991. Reaction of cacao cultivars to inoculation with different isolates of *Phytophthora palmivora*. Phytopathology 81:694.
- Phillips M., W. 1991. Algunas enfermedades del cacao y su combate. In Taller Latinoamericano de Fitopatología. Tabasco, México, Memorias.
- Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1991. Effect of inoculation of three isolates of *Phytophthora palmivora* on cacao cultivars. Phytopathology 81:698
- Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1991. Effect of *Phytophthora palmivora* on three cacao cultivars and their crosses. Phytopathology 81:698
- Phillips M., W. 1991. Evaluación de la reacción a *Moniliophthora rozeri* de cultivares de cacao identificados como resistentes. In 31 Reunión de la Sociedad Americana de Fitopatología-División Caribe. San José, Costa Rica.
- Phillips M., W. 1991. Algunos aspectos generales sobre las enfermedades del cacao en Centroamérica. In Curso Regional sobre Planificación de Estrategias para la Extensión. FHIA, San Pedro Sula, Honduras, memorias.
- Phillips-Mora, W. 1992. Evaluación de la reacción a *Moniliophthora rozeri* de 23 cultivares de cacao con alto nivel de resistencia a *Phytophthora palmivora*. In VI Congreso Latinoamericano de Fitopatología, Málaga, España. (Resúmenes)
- Phillips-Mora, W. y Keane, P. 1993. El género *Phytophthora*: I. Características Generales. Revista Mensaje Integrado de Plagas (Costa Rica) número 27:69-77

- Phillips-Mora, W. 1993. Identificación y selección de genotipos resistentes a la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*). In 2do Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias. Asociación Costarricense de Fitopatología, San José, Costa Rica.
- Phillips-Mora, W. 1993. Reacción a *Phytophthora palmivora* de siete cultivares de cacao y de 42 familias híbridas. In 2do Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias. Asociación Costarricense de Fitopatología, San José, Costa Rica.
- 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. 1993. Algunos aspectos fitopatológicos relacionados con la sombra y el asocio de cultivos en 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.31-46.
- Phillips-Mora, W.; Rodríguez, H.; Fritz, P.J. 1995. Marcadores de ADN: teoría, aplicaciones y protocolos de trabajo. Serie Técnica. Informe Técnico / CATIE no.252. 183 p.
- Phillips-Mora, W.; Fritz, P. 1995. Cacao y marcadores de ADN en el CATIE. In Simposio CIRAD/CATIE Amelioration Genetique et Developpement des cultures Tropicales. Resúmenes. CATIE, Turrialba. 106 p.
- Phillips-Mora, W.; Keane, P. 1996. El género *Phytophthora*. II. *P.cinnamomi*, *P.infestans* y *P.palmivora*, tres especies contrastantes. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 39:40-63.
- Phillips-Mora, W.; Fritz, P.J.; Crouzillat, D. 1996. Identificación de loci relacionados con la resistencia a *Phytophthora palmivora* en cacao. Tercer Congreso Nacional de Fitopatología, San José, Costa Rica. Memorias.
- Platen, H. von 1991: Economic evaluation of agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. IN: SULLIVAN, G.M.; HUKU, S.M. and JEFFERSON, M.F. (editors): Financial and Economic Analysis of Agroforestry Systems, p. 174-187. Proceedings of a Workshop held in Honolulu, Hawaii, USA, July 1991. Paia, HI: Nitrogen Fixing Tree Association.
- Platen, H. von 1991: Evaluación económica de sistemas agroforestales: cacao con laurel y cacao con poró. En: Phillips - Mora, W., Ed. Memorias del Seminario Regional "Sombras y otros cultivos asociados al cacao"; Oct. 9; CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Somarriba, E. 1994. Cacao - plátano - laurel. Manejo, producción agrícola y crecimiento maderable. Resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ de tres especies maderables en la Zona de Talamanca, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No.233. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.6. Turrialba, Costa Rica. 71 pág.
- Somarriba, E. et al 1995. Cacao bajo sombra de maderables en Puerto Viejo, Talamanca, Costa Rica. Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. Serie Técnica. Informe Técnico No.249. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.10. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 73 p.
- Somarriba, E.; Beer, J. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución sombra de cacaotales establecidos. El concepto. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No.238. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No 8 Turrialba Costa Rica 29 páo

- Somarriba, E.; Dominguez, L. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos. Manejo y crecimiento. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No.240. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.9. Turrialba, Costa Rica. 94 pág.
- Somarriba, E.; Dominguez, L.; y Lucas, C. Sistemas cacao - plátano - laurel. El concepto. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No.224. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.4. Turrialba, Costa Rica. 34 pág.
- Somarriba, E.; Meléndez, 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. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No.249. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.10. Turrialba, Costa Rica. 72 pág.
- Somarriba, E. 1996. Cacao bajo sombra de maderables en Ojo de Agua, Changuinola, Panamá. Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No.276 Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.17 Turrialba, Costa Rica.
- Somarriba, E., et al 1996. Arboles leguminosos y maderables como sombra para cacao. El concepto. Serie Técnica. Informe Técnico No.274 Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.18 CATIE, Turrialba, Costa Rica. 48 pág.
- Trejos, S.; Platen, H. von. 1996. Sombras maderables para cacaotales. Aspectos económicos. Serie Técnica. Informe Técnico No. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No.16. CATIE, Turriaba, Costa Rica. 40 pág.
- Vaz, A. 1995. Rehabilitación de cacaotales. Conceptos básicos. Módulo de capacitación para agricultores. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 31 pág.

Cuadro 10. Producción promedio de cacao seco/clon/año (kg/ha) y comparación de medias (Duncan) de 14 clones evaluados en la Finca La Lola, Costa Rica. CATIE, 1996.

Clon	AÑO						
	1991	1992	1993	1994	1995	1991/95	1992/95
EET-183	889,7 a	875,7 a	986,7 a	504,3 b	976,3 b	846,6 a	835,8 a
CC-137	155,0 bc	428,9 bcde	1073,8 a	1018,2 a	1269,5 a	789,1 a	947,6 a
EET-59	340,9 b	677,8 ab	631,0 b	394,4 bcd	467,0 c	502,2 b	542,6 b
UF-221	253,6 bc	573,6 bc	675,9 b	467,1 bc	513,7 c	496,8 b	557,6 b
UF-668	219,9 bc	492,2 bcde	604,4 b	496,4 b	456,6 c	451,3 b	509,2 b
UF-677	194,9 bc	543,2 bcd	721,5 b	436,6 bc	267,6 cd	432,8 b	492,2 b
UF-676	225,1 bc	539,5 bcd	542,9 bc	314,6 bcde	331,8 cd	390,8 bc	432,2 bc
UF-650	215,5 bc	385,0 bcde	641,8 b	333,7 bcde	373,7 cd	389,9 bc	433,6 bc
EET-75	104,4 c	334,1 cde	322,4 cd	285,5 cdef	225,2 cd	254,3 cd	291,8 cd
CC-10	199,4 bc	262,2 cde	321,0 cd	234,9 defg	245,1 cd	252,5 cd	265,8 d
CC-265	179,6 bc	231,6 de	239,6 de	243,9 defg	201,6 cd	219,2 d	229,2 de
Catongo	83,6 c	197,6 e	226,6 de	196,7 efg	211,4 cd	183,6 d	208,1 de
UF-613	196,8 bc	206,4 e	167,7 de	109,6 fg	118,8 d	159,8 d	150,6 de
Pound-7	219,9 bc	175,6 e	64,8 c	72,2 g	73,1 d	121,1 d	96,4 e

Cuadro 11. Porcentaje de mazorcas con moniliasis/año y comparación de medias (Duncan) de 14 clones evaluados en la Finca La Lola, Costa Rica. CATIE, 1996.

Clon	AÑO							
	1991	1992	1993	1994	1995	1991/95	1992/95	
Pound-7	73,3 a	87,6 a	95,9 a	95,5 a	96,3 a	89,7 a	93,8 a	
CC-265	57,3 ab	70,1 bc	82,7 b	86,6 b	90,2 ab	77,4 b	82,4 b	
UF-221	61,0 ab	71,9 b	82,3 b	86,1 b	82,3 bcd	76,7 b	80,7 b	
UF-676	57,1 ab	69,9 bc	80,3 bc	88,0 b	85,4 bc	76,1 b	80,9 b	
UF-613	56,1 ab	66,9 bc	80,0 bc	86,7 b	86,1 bc	75,2 b	79,9 b	
Catongo	59,9 ab	72,1 b	80,3 bc	83,3 b	80,2 cd	75,2 b	79,0 b	
UF-677	69,9 ab	66,9 bc	71,0 cd	82,1 bc	85,1 bc	75,0 b	76,3 b	
CC-10	59,8 ab	72,7 b	71,0 cd	82,6 bc	83,9 bc	74,0 b	77,5 b	
UF-650	53,2 b	75,6 b	73,3 bcd	86,6 b	78,2 cd	73,4 b	78,4 b	
UF-668	54,4 b	59,3 c	65,4 d	74,5 cd	72,9 d	65,3 c	68,0 c	
EET-59	28,5 c	46,2 d	67,1 d	71,8 d	60,6 e	54,9 d	61,4 c	
CC-137	22,3 c	32,3 e	30,7 e	35,1 e	35,3 f	31,1 e	33,3 d	
EET-183	14,3 c	23,3 e	33,9 e	40,8 e	29,6 f	28,4 e	31,9 d	
EET-75	16,3 c	13,6 f	26,8 e	18,7 f	12,1 g	17,5 f	17,8 e	

Cuadro 12. Datos de producción y enfermedades por parcela (*)
Sección 13, LA LOLA. CATIE, 1995

	Híbridos	Arboles/parcela	Mazor. sanas	Mazor. enfermas	% Maz. enfermas	Peso seco (g)	Kg cacao seco/ha
1	CAT X UF-668	23	139	182	57	9.000	430
2	CAT X UF-273	24	231	915	80	12.660	580.2
3	CAT X EET-59	23	238	397	62	11.280	539.5
4	CAT X CC-265	24	135	467	66	7.530	345.1
5	CAT X EET-95	24	364	362	50	18.890	865.8
6	CAT X UF-676	21	98	182	65	6.260	327.9
7	EET-95 X UF-676	24	65	101	61	3.080	141.2
8	EET-95 X UF-668	18	176	191	52	8.940	546.3
9	EET-95 X EET-59	24	97	83	46	4.380	200.7
10	EET-95 X UF-273	24	230	70	23	10.480	480.3
11	EET-95 X CC-265	24	127	264	46	6.210	284.6
12	UF-676 X CC-265	24	19	35	65	1.210	55.5
13	UF-676 X UF-273	24	365	311	46	15.180	695.7
14	UF-676 X EET-59	23	80	122	60	4.060	194.2
15	UF-676 X UF-668	21	1	---	0	0.070	3.7
16	EET-59 X CC-265	22	57	202	78	3.660	183.0
17	EET-59 X UF-273	24	216	305	58	10.570	484.5
18	EET-59 X UF-668	24	59	124	68	2.800	128.3
19	UF-668 X CC 265	24	3	10	77	0.220	10.1
20	UF-668 X EET-59	23	73	110	60	4.180	199.9
21	UF-668 X UF-273	19	282	423	60	14.270	826.2
22	PA-16 X MA-12	24	100	230	70	5.460	250.2
23	PA 16 X MA-13	24	150	292	66	8.960	410.7
24	PA-16 X ICS-8	24	77	395	84	4.500	206.2
25	PA-16 X EEG-25	24	207	428	67	9.880	452.8
26	PA-16 X CATIE-1000	24	93	317	77	4.950	226.9
27	PA-16 X ICS-1	24	126	490	79	8.000	366.7
28	PA-16 X SIC-6	23	121	456	79	5.610	268.3
29	PA-16 X SIAL-407	23	288	829	74	14.970	715.9
30	PA-16 X SIAL-325	24	203	568	74	10.970	502.8
31	EEG-65 X SIC-433	24	244	789	76	13.850	634.8
32	UF-242 X EEG-65	24	194	703	78	12.000	550.0

Continuación Cuadro 1.....

	Híbridos	Arboles/parcela	Mazor. sanas	Mazor. enfermas	(%) Maz. enfermas	Peso seco (g)	Kg cacao seco/Ha.
33	UF-242 X PA-16	24	141	243	63	7.830	358.9
34	UF-242 X MA-13	24	184	349	66	9.570	438.6
35	EEG-65 X MA-12	24	131	477	78	8.390	384.5
36	EEG-65 X PA-16	24	156	415	73	8.500	389.6
37	EEG-65 X CATIE-1000	24	164	653	80	9.100	417.1
38	EEG-65 X SIC-329	24	142	492	78	8.230	377.2
39	EEG-65 X MA-13	24	319	535	63	19.610	898.8
40	EEG-65 X BE-10	24	257	268	51	14.990	687.0
41	EEG-65 X ICS-8	23	199	410	67	14.140	676.3
42	EEG-65 X SIC-813	24	157	498	76	8.890	407.5
43	EEG-65 X SIC-6	24	119	335	74	6.870	314.9
44	PA-16 X EEG-65	24	142	427	75	9.180	420.7
45	PA-16 X BE-10	24	68	170	71	3.440	157.7
46	PA-16 X SIC-433	24	45	35	44	2.350	107.7
47	PA-16 X EEG-29	24	54	43	44	2.800	128.3
48	UF-242 X CATIE-1000	24	47	51	52	2.380	109.1
49	UF-242 X SIAL-407	24	115	103	47	6.230	285.5
50	PA-16 X SIC-802	23	98	175	64	5.350	255.9
51	EEG-65 X ICS-1	24	52	163	76	3.920	179.7
52	EEG-65 X SIAL-407	24	47	93	66	3.140	143.9
53	EEG-65 X PA-121	24	95	110	54	5.640	258.5

* 24 plantas de parcela útil (3 x 3 m/plantas).