

PROGRAMA DE CACAO Y AGROFORESTERÍA



INFORME TÉCNICO 1998

DICIEMBRE DE 1998

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
CARACTERIZACION.....	3
Registros climáticos en la zona cacaotera.....	3
Efecto del uso de especies de sombra permanente no tradicionales en el cultivo del cacao. CAC 87-04.....	7
Efecto del arreglo y la densidad de siembra en el rendimiento y la economía de manejo del cultivo de cacao propagado vegetativamente. CAC 89-02	16
Comportamiento de híbridos de cacao provenientes de selecciones locales sobresalientes por clones autocompatibles. CAC 91-01	19
Sustitución de sombra tradicional por una especie maderable en una plantación adulta de cacao en la zona Atlántica de Honduras. CAC 95-03	23
Caracterización de materiales promisorios de cacao que han sido preseleccionados en lotes comerciales y experimentales del CEDEC, La Masica, Atlántida. CAC 95-06.....	25
Evaluación de la reacción de materiales promisorios de cacao a la Mazorca negra en condiciones de campo. CAC 96-01.....	31
Fertilización del cacao (<i>Theobroma cacao</i>) con gallinaza composteada bajo sistema de agricultura orgánica. CAC 97-03	36
Falta de estimulación de la fructificación en cacao mediante la deposición al pie del árbol de cáscaras de cacao y pseudotallos de banano en descomposición como sustrato para la reproducción de insectos polinizadores. CAC 97-01.	40

RESUMEN

El desarrollo del Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo, CADETH, y el seguimiento a trabajos en proceso en el Centro Demostrativo de Cacao, CEDEC, continuaron en 1998. En el CADETH se dio mantenimiento a los sistemas agroforestales establecidos en 1997 (cacao-maderables, café - maderables y rambután - piña) y las distintas parcelas demostrativas o de colección como musáceas, rodal semillero, parcela leñatera y parcela de reforestación, entre otras.

En el CEDEC se continuó la evaluación de especies maderables del bosque latifoliado (28) con potencial para ser asociadas con cacao y a la evaluación de materiales genéticos, incluyendo su comportamiento a Mazorca negra, encontrándose 9 materiales con resistencia a esta enfermedad.

En la evaluación de materiales genéticos 16 presentaron un rendimiento promedio de 2.5 kg/árbol. Los sistemas con maderables produjeron 579 kg/ha con laurel versus 829 kg/ha con cedro, mientras que con rambután y leguminosas el rendimiento fue 740 y 659 kg/ha respectivamente. No hubo producción de rambután debido a efectos de clima y sobre todo por el comportamiento bianual que esta especie presenta en su patrón de producción. El laurel y el cedro alcanzaron un diámetro de 38.0 cm versus 36.0 cm para el cedro.

Igual que en los dos últimos años, en el sistema de siembra que incluye densidades no tradicionales en cacao, la producción fue muy similar en todos los tratamientos después de 6 años de registros, aunque los rendimientos aumentaron considerablemente en todos los tratamientos. En 1998 la producción fue de 1680, 1486, 1453 y 1533 kg/ha para las densidades de 2400, 2000, 1400 y 1111 plantas/ha, respectivamente. El efecto de aplicar gallinaza compostada como fuente de fertilizante orgánico mostró en este primer año de registros, diferencias económicamente rentables, tanto en parcelas a plena exposición como sombreadas (1142 y 948 kg/ha con y sin gallinaza en el área sombreada y 1447 versus 1306 kg/ha para las parcelas con y sin gallinaza a plena exposición).

El laurel negro como especie maderable para sustituir la sombra en una plantación adulta, sobrepasó la copa del cacao (después del 5° año), presentando una altura promedio de 7.7 m y 13.2 cm de diámetro. La producción de la parcela bajo este sistema fue de 792 kg/ha (18% más que en 1997), con pérdidas por mazorca negra de 3.3%. La evaluación de materiales mediante la inoculación artificial con el hongo *Phytophthora* sp. mostró nuevos materiales promisorios en producción que tienen resistencia a la enfermedad, con niveles de incidencia por debajo del 20% y de severidad menor a 2.0 versus otros con incidencia del 100% y severidad superior a 14 cm en escala utilizada.

El programa continuó el apoyo a productores y a otros proyectos con la producción de material de propagación y la labor de transferencia/capacitación, habiendo realizado 22 eventos con 892 asistencias entre productores, ganaderos, técnicos y estudiantes de agronomía y carreras afines. Esta labor se continuó realizando en estrecha coordinación y colaboración de proyectos, organizaciones no gubernamentales e instituciones interesadas en el campo agroforestal.

INTRODUCCION

Para el año cacaotero 1997/98 (octubre a septiembre), la producción mundial de cacao se calculó en 2 680000 de toneladas métricas, cifra que permanece invariable ya que algunos aumentos de la cosecha de Brasil, Costa de Marfil y Camerún, compensaron las bajas en la producción calculada para Ecuador y México, durante el mismo período. Respecto a la molienda del año (1997/98), se calcula en 2,807,600 toneladas, llevando a un déficit de 127,600 toneladas en el período. Este desequilibrio entre la oferta y la demanda pudo ser mayor si la molienda en países como Estados Unidos, Alemania, Francia y la Federación de Rusia, no hubieran descendido de los niveles previstos. También se espera que Ecuador y México tendrán una molienda menor debido al deterioro de la producción interna de grano, aunque esto en parte se compensará por el incremento en la molienda de Canadá, Brasil, Costa de Marfil, Malasia, España y Países Bajos. Las reservas mundiales se calculan actualmente en 1,174,000 toneladas métricas (11.7% menos que en 1996/97), que equivalen a un 41.8% de la molienda anual, valor que ha venido reduciéndose en los últimos ocho años, pasando de 66.3% en 1990/91 a 41.8% en 1997/98. Para el año cacaotero 1998/99 los expertos pronostican un déficit de grano de 250,000 toneladas métricas.

No obstante la situación anterior, los precios del grano en la bolsa de Nueva York se mantuvieron variables, llegando a su nivel más alto a mediados de diciembre/97 (US\$1,783/t), pero luego, con algunos altibajos descendió el precio hasta US\$ 1,523/t (febrero 12/97), se recuperó a fines de abril - mayo (US\$ 1,762/t) ante expectativas diversas como una posible reducción de la cosecha 1998/99, sin embargo a partir de la segunda mitad de mayo hasta final de septiembre el mercado entró en una fase descendente, llegando a US\$ 1,550/t, tendencia que continuó por el resto del año 1998 (inicio del año cacaotero 1998/99). Los fenómenos impulsores de esta baja de precios fueron la indicaciones de menor crecimiento del consumo en algunos países consumidores, incluyendo Rusia que atraviesa por una gran crisis económica y la presencia de condiciones climáticas favorables en Africa Occidental, para la cosecha 1998/1999.

Para 1998 también la producción nacional se vio afectada por efectos climáticos adversos, principalmente la cosecha de fin de año que sufrió los efectos de la tormenta Mitch. Se calcula que por este fenómeno y los efectos posteriores al mismo como alta incidencia de Mazorca negra (*Phytophthora* sp), se perdieron unas 600 a 800 t de cacao seco. Esta situación afectó y afectará la disponibilidad de materia prima para la industria nacional, por lo que es muy probable que tenga que importar cacao de países fuera del área para satisfacer las necesidades de molienda.

Durante 1998 el Programa de Cacao y Agroforestería continuó trabajos ya iniciados bajo un enfoque agroforestal, tanto en el Centro Experimental Demostrativo (CEDEC), como en el Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo (CADETH), localizados en La Masica, Atlántida. El Proyecto de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL), continuó siendo un gran aliado del Programa en el establecimiento y desarrollo de este último centro.

CARACTERIZACION

Registros climáticos en la zona cacaotera de Honduras. CAC86-01

Jesús Sánchez

Programa de Cacao y Agroforestería

Roberto Cabrera

Servicios Técnicos

Se recopiló y procesó información de cinco estaciones meteorológicas localizadas una en La Masica, Atlántida (estación del CEDEC), dos en Guaymas, Yoro (en finca Sta. Elena y finca Fúnez, en las que solamente se registra la precipitación) una en Cuyamel, Cortés localizada en el Centro experimental del IHCAFE y la última estación localizada en el CADETH (en la que únicamente se registran datos de precipitación). El Cuadro 1 resume los datos de la estación ubicada en el CEDEC, La Masica, el Cuadro 2 presenta la precipitación registrada en el CADETH y el Cuadro 3 la precipitación de las 2 estaciones localizadas en Guaymas. El Cuadro 4 contiene los datos recopilados en la estación de Cuyamel y el Cuadro 5 y la Figura 1 presenta la precipitación mensual promedio de los años 1992 a 1997 y la precipitación de los años 1997 y 1998. Se observa en esta Figura que la lluvia ha tenido un comportamiento irregular en los dos últimos años en comparación con el promedio de los 6 últimos. La alta precipitación registrada en el último trimestre del año como consecuencia de la tormenta Mitch, afectó el "pico" de cosecha de cacao de fin de año y la preparación (floración y frutos pequeños) de la cosecha del primer semestre de 1999.

Cuadro 1. Resumen de datos climatológicos. Estación 27-002FH. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 1998.

Mes	Lluvia (mm)	Temperatura			Humedad Relativa (%)	Evaporación (mm/día)
		Mínima	Máxima	Media		
Promedio del mes						
Enero	135	21.1	30.2	25.2	87.4	3.52
Febrero	6	20.3	32.1	25.9	82.8	3.66
Marzo	369	22.1	30.4	26.1	88.3	4.57
Abril	111	23.1	32.1	27.2	87.2	4.82
Mayo	85	23.9	33.3	28.3	85.2	3.68
Junio	173	24.7	33.8	29.0	69.5	4.58
Julio	119	25.0	33.4	28.7	85.4	4.70
Agosto	204	24.9	33.9	28.9	84.7	4.08
Septiembre	37	23.7	33.3	27.9	82.2	4.11
Octubre	1,103	21.9	28.9	24.7	84.7	4.35
Noviembre	152	21.3	37.2	23.7	84.9	3.03
Diciembre	434	18.5	25.9	21.8	86.0	4.22
TOTAL	2,928					
Promedio/Mes	244	22.5	32.0	26.5	84.0	4.11

Cuadro 2. Lluvia mensual registrada en la estación el CADETH, La Masica, durante el año 1998.

Meses	Lluvia (mm)
Enero	136
Febrero	36
Marzo	262
Abril	53
Mayo	82
Junio	133
Julio	191
Agosto	227
Septiembre	164
Octubre	1,031
Noviembre	253
Diciembre	469
TOTAL	3,037
Promedio/Mes	253

Cuadro 3. Resumen de datos climatológicos. Estaciones CLCAGY01- Sta. Elena, CLCAGYO2 - F. Fúnez. Guaymas, Yoro, Honduras, 1998.

Mes	Sta. Elena Lluvia (mm)	Finca Fúnez Lluvia (mm)
Enero	108	107
Febrero	12	2
Marzo	117	118
Abril	155	170
Mayo	192	152
Junio	92	120
Julio	141	328
Agosto	152	174
Septiembre	101	131
Octubre	1,003	1,042
Noviembre	142	134
Diciembre	230	226
TOTAL	2,445	2,704
Promedio/Mes	203.8	225.3

Cuadro 4. Resumen de datos climatológicos. Estación 23-004FH. Cuyamel, Cortés, Honduras, 1998.

Mes	Lluvia (mm)	Temperatura Mensual			Humedad Relativa (%)
		Mínima	Máxima	Media	
Enero	271	25.7	33.3	28.8	82.6
Febrero	8	25.7	35.8	30.0	74.8
Marzo	252	25.4	32.9	28.7	80.8
Abril	123	23.8	32.3	27.3	77.0
Mayo	46	25.6	34.8	29.5	70.5
Junio	89	25.5	34.4	29.3	78.3
Julio	190	23.2	32.0	26.8	82.8
Agosto	218	25.4	33.9	28.9	80.7
Septiembre	23	25.1	34.9	29.4	75.6
Octubre	664	26.0	33.7	29.3	80.7
Noviembre	365	26.8	33.7	29.2	82.9
Diciembre	277	24.7	31.3	27.2	80.8
TOTAL	2,526	-	-	-	-
Promedio/Mes	210.5	25.2	33.6	28.7	78.9

Cuadro 5. Promedio mensual de lluvia del período 1992 a 1997 y lluvia de los años 1997 y 1998 registrada en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras.

Meses	Promedio (mm) 1992 - 1997	1996	1997	1998
		(mm)	(mm)	(mm)
Enero	274	193	470	135
Febrero	100	383	190	6
Marzo	181	405	48	369
Abril	161	156	33	111
Mayo	127	308	54	85
Junio	214	198	197	173
Julio	162	96	339	119
Agosto	230	183	134	204
Septiembre	293	76	141	37
Octubre	336	414	177	1,103
Noviembre	556	1474	289	152
Diciembre	205	130	175	434
TOTAL	2,956	4,016	2,247	2,928
Promedio	246	335	187	244

Hay una desproporción de la precipitación anual de los años 1996 y 1997 con relación al promedio de los años 1992/97 y el año 1998 (Cuadro 5). El año 1996 superó en lluvia al promedio (1992/97) en 1,060 mm, mientras que la precipitación del año 1997 fue solamente 2,247 mm versus 4,016 mm en el año 1996. La lluvia del año 1998 (2,928 mm), está más cercana al promedio 1992/97, sin embargo la mala distribución en el año por efecto de la Tormenta Mitch en octubre (38% del total), fue lo que afectó la cosecha de fin de año e incidirá en el “pico” de producción del primer semestre de 1999. Con relación al promedio 1992/97 el año 1997 puede catalogarse como un año relativamente seco, mientras que 1998 es muy similar a este promedio (2,956 versus 2,928 mm, respectivamente).

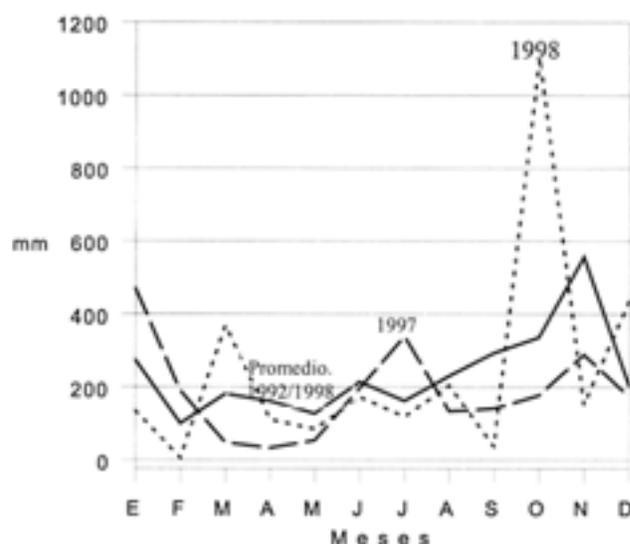


Figura 1. Promedio de precipitación mensual de los años 1992/98 y precipitación de los años 1997 y 1998. CEDEC. La Masica, Atlántida, Honduras.

Efecto del uso de especies de sombra permanente no tradicionales en el cultivo de cacao. CAC87-04

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería

Resumen: Se continuó evaluando el efecto sobre la producción de cacao del laurel negro (*Cordia megalantha*) y cedro (*Cedrela odorata*) como especies forestales y del rambután (*Nephellium lappaceum*) como frutal versus la sombra tradicional de una mezcla de leguminosas (*Inga* sp., *Erythrina* sp. y *Albizia* sp.), como testigo. El promedio de grano seco de 8 años de registros fue de 674 kg/ha, 883 kg/ha y 855 kg/ha para los asociados con laurel, cedro y rambután, respectivamente, mientras que el asociado con leguminosas (*Erythrina* sp, *Inga* sp y *Albizia* sp como testigo tuvo un promedio de 823 kg/ha de grano seco. Hubo diferencias significativas ($p=0.05$), entre el rendimiento con laurel y los otros tratamientos, tanto para mazorcas sanas como enfermas por mazorca negra (*Phytophthora* sp.), pero no cuando este parámetro se llevó a porcentaje, el cual no sobrepasó el 6% de incidencia en ninguno de los tratamientos, durante 1998. El laurel y el cedro presentaron un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 38.0 y 36.0 cm respectivamente, el cual representa un rendimiento de 111.00 y 57.0 m³/ha al 11° año. En 1998 el rambután no tuvo producción por efectos del clima pero sí 740 kg/ha de cacao seco. El análisis químico de la hojarasca incorporada al suelo en cada sistema, mostró que el contenido de nutrientes que se recicla al suelo al descomponerse la misma, es considerable, especialmente N, P y Ca, contribuyendo esto a la sostenibilidad del sistema.

Introducción: El cacao es una planta umbrófila por naturaleza y tradicionalmente se recomiendan especies leguminosas para proporcionarle sombra, como la guama (*Inga* sp.), el Pito o Poró (*Erythrina* sp.) y el Madreado (*Gliricidia sepium*), pero muchas otras especies suelen utilizarse como sombra del cultivo, incluyendo palmeras y frutales (Martínez y Enríquez, 1981; Jiménez et al, 1987). Las especies sombreadoras además del papel de sombra aportan otros beneficios al cultivo como fijación de nitrógeno atmosférico, en el caso de las leguminosas principalmente, aporte de materia orgánica y regulación de condiciones climáticas extremas como temperatura y viento. Así mismo, los sistemas agroforestales conformados por el asociado de cacao sombreado con especies de mayor porte, favorecen el reciclaje de nutrientes y con esto la sostenibilidad del sistema (Santana y Cabala, 1987).

Además de la protección al cultivo, algunas especies sombreadoras aportan beneficios complementarios al agricultor a través de frutos o como fuente de energía (leña). Sin embargo, el beneficio complementario que la sombra puede significar para el pequeño y mediano productor de cacao se puede maximizar utilizando especies maderables y frutales (algunas de la familia de las leguminosas), con gran potencial económico en las condiciones de la zona atlántica del país. Especies como el laurel blanco (*Cordia alliodora*), han sido utilizadas exitosamente como sombra permanente del cacao (Somarriba, 1994; Fassbender et al, 1988). También esta especie, junto con terminalia (*Terminalia ivorensis*), y el roble (*Tabebuia rosea*) han sido evaluados en Costa Rica y Panamá en la sustitución de sombra tradicional de cacaotales establecidos (Somarriba y Domínguez, 1994). En la costa atlántica de Honduras coincidiendo con las condiciones propias de la zona cacaotera, desarrollan muy bien el laurel negro (*Cordia megalantha*), especie maderable más

apreciada en la industria que el laurel blanco (*C. alliodora*), el cedro (*Cedrella odorata*) y el rambután, fruto exótico de gran potencial para el mercado local, regional e internacional. Con el propósito de conocer sobre las ventajas y problemas que tendrían los pequeños y medianos productores de cacao al asociar estas especies con cacao, se programó este estudio para determinar el efecto agronómico y económico a mediano y largo plazo del uso de estas especies de sombra no tradicionales en el cultivo de cacao versus el cultivo bajo sombra tradicional de leguminosas.

Materiales y Métodos: Este estudio se localizó en la estación experimental el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, en el lote 5. La siembra de las especies de sombra se hizo en mayo de 1987 y el trasplante del cacao en agosto del mismo año; la cosecha de cacao se inició en agosto de 1989. Los tratamientos considerados son los siguientes:

Trat. 1: Rambután a 12 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.

Trat. 2: Cedro a 6 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.

Trat. 3: Laurel a 6 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.

Trat. 4: Mezcla de leguminosas como testigo (*Inga* sp., *Erythrina* sp. y *Albizia* sp.) a 12 x 9 m y cacao a 3 x 3 m.

El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones para un total de 16 parcelas con tamaño de 36 x 24 m.

Como sombra temporal hasta el tercer año se usó pelipita (*Musa* sp.), plátano no comercial. También se usó madreao (*Gliricidia* sp.) hasta el 5º. año para suplir la sombra requerida por el cacao mientras desarrollaban las especies en estudio y/o el autosombreamiento del cacao permitía mantenerlo sólo con la sombra proporcionada por las especies que conforman los distintos tratamientos. No se consideró ningún ingreso por concepto de la sombra temporal por no ser comercial la musácea utilizada, tampoco se consideró con este propósito el madreao eliminado (todo se dejó en el área para su descomposición natural y mejoramiento del suelo). Además de las prácticas agronómicas propias para el cacao, anualmente se toma el diámetro (DAP), y la altura (esta última hasta el 7º. año), de las especies maderables. Periódicamente (cada 15 a 25 días en época de cosecha), se registra la producción de cacao y los frutos con síntomas de Mazorca negra (*Phytophthora* sp). También se registra la producción de frutos de rambután al momento de cosechar éstos. Anualmente se aplican en junio-julio 225 g/árbol de la fórmula comercial 15-15-15 de NPK, respectivamente. En 1998 se hizo un segundo raleo de los maderables los cuales alcanzaron un 23% de plantas de ambas especies. A diferencia de 1997, en 1998 no hubo cosecha de frutos de rambután, debido a muy poco cuajamiento y daño posterior de los pocos frutos formados, debido a condiciones ambientales adversas (exceso de lluvia y vientos ocasionados por el Huracán Mitch).

Igual que en los años 1996 y 1997, en 1998 (en el primer semestre), se recogió la hojarasca depositada en un m² de cada una de las 4 repeticiones en los distintos y se le hizo análisis químico para conocer sobre la cantidad de nutrientes devueltos al suelo en la misma.

Resultados y Discusión

1. Producción de cacao

En 1998 el rendimiento del sistema cacao - rambután fue muy semejante al rendimiento del sistema cacao - leguminosas, que fue de 740 y 659 kg/ha respectivamente (Cuadro 1). En estos sistemas bajó el rendimiento en comparación a 1997 sin una razón lógica para esto, ya que no sucedió lo mismo en los demás socios. Posiblemente algunas parcelas hayan sido víctimas de "amigos de lo ajeno" que al extraer frutos no contabilizados, influyen en estos resultados contradictorios. Además, el exceso de lluvias generado por el Huracán Mitch en el último trimestre, cuando apenas se iniciaba el "pico" de cosecha de fin de año, que se mostraba superior al año pasado (1997), afectó en general el rendimiento total de los distintos lotes del centro. La producción de cacao en los sistemas con maderables fue de 829 kg/ha para el cedro y de 579 kg/ha para el laurel, siendo el primero (con cedro) un 25% mayor (170 kg/ha) que el testigo con leguminosas, pero éste a su vez supera el socio con laurel en un 14% (80 kg/ha). El sistema con laurel una vez más presenta el menor rendimiento, debido al exceso de sombra por el buen desarrollo que presenta esta especie.

Cuadro 1. Producción anual de cacao seco y promedio a los nueve años de edad bajo el socio con distintas especies de sombra. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. 1998.

kg/ha cacao seco				
Años	Rambután	Laurel	Cedro	Leguminosas
1990	408	531	622	544
1991	907	813	1007	882
1992	728	605	833	633
1993	1109	843	1264	1041
1994	698	588	768	710
1995	961	831	825	940
1996	1198	745	990	1049
1997	953	527	810	951
1998	740	579	829	659
C.V. 21.5%				
Promedio	855a ¹	674b	883a	823 ^a

¹ Valores con la misma letra no difieren entre sí estadísticamente según prueba de rango múltiple de Duncan (p, 0.05)

Considerando el promedio anual de los distintos sistemas, los socios cacao - cedro y cacao - rambután se muestran como los de mayor potencial en comparación con el testigo, ya que en los primeros habrá ingresos complementarios a la venta de grano derivados de la venta de frutas de rambután y de madera, en este caso). Sin embargo hay que tener presente que el cedro en los primeros años es atacado en su follaje por la larva de *Hipsiphilla grandella*, que aunque

normalmente no causa la muerte del árbol, sí afecta el normal desarrollo del árbol, lo cual es una limitante para usarlo como sombra, además de afectar la cantidad y calidad de madera. Para no correr riesgos, ya que la plaga puede aparecer en cualquier momento en una zona determinada, lo mejor es recomendar el cedro y otras especies de meliáceas como la caoba (*Swietenia macrophila*), asociadas con otras especies sombreadoras y en áreas no extensas para evitarle fracasos al productor.

Respecto a presencia de enfermedades, especialmente mazorca negra (*Phytophthora* sp.), ninguna de las especies sombreadoras ha incrementado la incidencia de esta enfermedad, confirmando que la misma es posible mantenerla por debajo de niveles económicos con sólo aplicación oportuna de prácticas de manejo. En 1998 la incidencia alcanzó 4.2% para el asocio con cedro, 4.6% para el asocio con rambután, 5.3% para el asocio con laurel y 5.8% con leguminosas, destacándose que estas pérdidas ocurren en mayor proporción en el último trimestre del año. La Moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, es una grave enfermedad del cacao que ya fue detectada en plantaciones de La Mosquitia Hondureña, sin embargo aún no se ha detectado en la zona de concentración del cultivo, donde estos sistemas con maderables o frutales tienen gran potencial. El control de estas dos enfermedades, Mazorca negra y Moniliasis, requieren afinamiento de prácticas de manejo propias del cultivo, especialmente poda y regulación de sombra, lo que incrementa los costos de manejo. El uso de especies maderables o frutales como el rambután para sombra del cacao, que además de proteger la plantación contra daños del sol, le proporcionan a mediano o largo plazo, ingresos complementarios al productor, permiten una mayor sostenibilidad económica del cultivo, contribuyendo a la vez a la protección de recursos naturales como el suelo y el agua.

2. Producción de Rambután

Por factores adversos de clima y comportamiento bianual de la especie, hubo retraso en el cuajamiento de frutos y en poca cantidad, los mismos que fueron abortados por presencia de vientos y lluvias excesivas ocurridas en el último trimestre e influenciadas por el fenómeno ya citado.

3. Desarrollo de las especies maderables

El laurel y el cedro después de once años de establecidos estos asociados, alcanzaron un diámetro promedio de 38.0 y 36.0 cm, respectivamente (Figura 1). La proyección anual de producción de madera por hectárea a los once años (1988 - 1998), es de 19,980 pies tablares en el laurel y 10,260 pies tablares en el cedro (Cuadro 2).

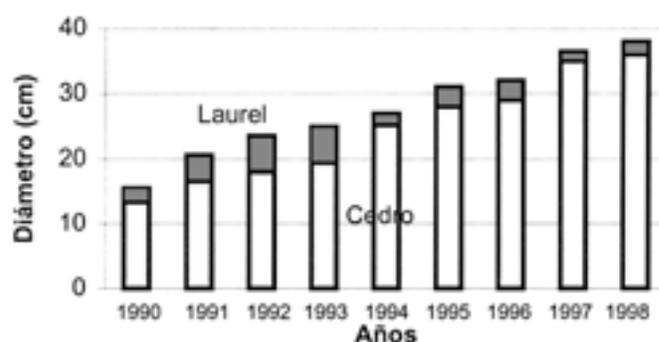


Figura 1. Crecimiento anual de laurel negro (*Cordia megalantha*) y cedro (*Cedrella odorata*) asociados al cacao. CEDEC, La Masica Atlántida, Honduras, 1998.

Cuadro 2. Crecimiento en volumen y contribución financiera al undécimo año del laurel negro (*Cordia megalantha*) y del cedro (*Cedrella odorata*) asociados con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 1998.

Año	m ³ /ha ¹		Pies tablares/ha		Valor US\$/ha. ²	
	Laurel	Cedro	Laurel	Cedro	Laurel	Cedro
1	0.16	1.2	29	216	--	--
2	1.96	3.3	353	596	--	--
3	4.90	6.0	886	1,080	--	--
4	10.36	9.3	1,865	1,677	--	--
5	20.33	12.8	3,659	2,300	2,251.69	2,166.66
6	27.71	16.8	4,988	3,024	3,069.53	2,848.69
7	32.76	21.6	5,897	3,897	3,628.92	3,671.08
8	38.95	29.2	7,011	5,263	4,314.46	4,957.78
9	46.42	33.4	8,356	6,017	5,142.15	5,668.18
10	68.00	49.6	12,240	8,932	7,532.30	8,414.20
11	111.00	57.0	19,980	10,260	11,582.60	9,665.17

¹ Estimado en base a un valor mínimo de incremento anual de 100 árboles/ha (después de un raleo del 46%) y un volumen comercial de 70% del volumen total, ajustado en base a datos de campo aprovechando el segundo raleo a los 11 años.

² Precio mínimo del laurel actualmente (diciembre/98) Lps. 8.00/pie tablar y del cedro Lps. 13.00/pie tablar (en los primeros años se considera que los árboles aún no tienen valor comercial).

4. Proyección de ingresos al undécimo año

En el supuesto de que al undécimo año fuera aprovechada la madera y en base a los precios promedios de estos productos (madera y cacao), en el mercado local, para diciembre/98, el componente forestal de los sistemas cacao - laurel o cacao - cedro le estarían generando al productor ingresos complementarios a la venta de cacao por valor de US\$ 11,582.60 y US\$ 9,665.17 para el laurel y el cedro, en su orden (Cuadro 2). Si a estos valores le agregamos el valor de la venta del cacao del mismo año (11), tendría un ingreso total de US\$ 12,372.35 y US\$ 10,795.96 en los sistemas con laurel y cedro, respectivamente (Cuadro 3). Para el sistema cacao - rambután en este año (1998), no hubo ingresos del rambután porque no hubo cosecha, sin embargo, los ingresos que el productor obtiene en promedio cada dos años (el rambután tiene un patrón productivo bianual) hace del mismo un socio atractivo para los pequeños y medianos cacaoteros (US\$ 2,897.79 en 1997 y US\$ 988.42 en 1998). Además, el sistema requiere pocos insumos, es de poco riesgo para los productores y los ingresos por la especie frutal asociada son a mediano y largo plazo, a diferencia de los sistemas con maderables que requieren esperar 15 ó más años para recibir los ingresos por concepto de madera.

Cuadro 3. Proyección de ingresos al undécimo año en los sistemas agroforestales cacao-laurel, cacao - cedro, cacao-rambután y cacao bajo sombra tradicional de leguminosas. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 1998.

Sistema	Producción		Ingresos (US\$/ha)
	Cacao (kg/ha) ¹	Madera (pies tab/ha)	
Cacao – laurel	579	19,980	12,372.35
Cacao – cedro	829	10,260	10,795.96
Cacao – rambután ²	740	--	988.42
Cacao – leguminosas	659	--	880.23

¹ Precio de venta en el mercado de US\$ 0.62/libra en diciembre/98.

² No hubo producción de rambután por condiciones climáticas adversas

5. Cambio en las propiedades químicas del suelo e incorporación de materia orgánica

De acuerdo a análisis de laboratorio no hay diferencias entre los distintos sistemas en cuanto a efectos en las condiciones químicas del suelo (Cuadro 4). Se observa que el pH, la materia orgánica, el nitrógeno y el potasio, son parámetros con niveles bajos que seguramente influyen negativamente en los rendimientos, sin embargo el cacao presenta rendimientos que son rentables para muchos agricultores dado el bajo nivel de insumos aplicados en estos sistemas. En cambio el calcio y el magnesio presentan niveles normales y no limitan el desarrollo de las especies asociadas, aunque si se incrementaran los otros elementos y el pH es probable que estos lleguen a ser limitantes para la producción y desarrollo de las especies aquí consideradas.

Estos sistemas contribuyen también al mejoramiento de las condiciones físico-químicas del suelo a través de la incorporación de hojarasca proveniente de los árboles de cacao y de la especie sombreadora. En el primer semestre de 1998 se tomó una muestra de hojarasca por repetición y por

cada sistema (1 m³), para su respectivo análisis químico en base a peso seco. Este análisis y el peso seco permiten tener una idea de la cantidad de nutrientes que serán devueltos al suelo al descomponerse este material vegetativo (Cuadro 5).

Cuadro 4. Promedio de resultados de análisis químico de suelos once años después del establecimiento de distintos sistemas agroforestales. Programa de Cacao, FHIA, 1998

Parámetro	Sistema Agroforestal			
	Cacao +Rambután	Cacao +Cedro	Cacao+Laurel	Cacao+Leguminosas
PH	4.9 B ¹	5.0 B/N	4.9 B	4.9 B
M. Orgánica (%)	2.44 B	2.30 B	1.90 B	2.31 B
N. Total (%)	0.138 B	0.136 B	0.115 B	0.141 B
P (ppm)	0.2 N	9.0 B/N	8.0 B/N	13.5 N
K (ppm)	33.0 B	62.0 B	35 B	35 B
Ca (ppm)	1030.0 N	1075 N	927 B/N	907 B/N
Mg (ppm)	196.0 N	191 N	181 B/N	189 N
Fe (ppm)	46.5 A	58 A	44 A	61 A
Mn (ppm)	8.0 N	7.5 N	9.0 N	8.5 N
Cu (ppm)	3.5N/A	7.3 N/A	7.5 N/A	4.6 N/A
Zn (ppm)	0.33 B	0.41 B	0.31 B	0.46 B
Mg/K	19.7	15.6	19.9	18.1

¹ Bajo, N: Normal, A: Alto

Los sistemas con maderables aportaron mayor cantidad de materia seca al suelo durante 1998, superando al sistema con rambután y al sistema con leguminosas, pero es necesario muestreos de varios años para concluir si el asocio con maderables depositan más materia orgánica que el asocio con sombra tradicional o con frutales. El mayor aporte de hojarasca al suelo se traduce en un mayor reciclaje de nutrientes, especialmente nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, destacándose el asocio con laurel que aporta más nutrientes, excepto el fósforo que se presenta a un nivel relativamente igual en todos los sistemas. Esta cantidad considerable de nutrientes que vuelven al suelo contribuyen a la sostenibilidad de los distintos sistemas, haciéndolos más adecuados a las condiciones de los pequeños productores de cacao, quienes en su mayoría carecen de recursos suficientes para aplicar insumos al cultivo.

Cuadro 5. Cantidad de hojarasca y aporte de nutrientes en la misma al undécimo año de establecidos distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 1998.

Parámetro (kg/ha) ¹	Cacao-Laurel	Cacao-Cedro	Cacao-Rambután	Cacao-Leguminosas
↓ Hojarasca peso seco ²	→ 4,753	4,625	3,814	3,163
N	58.9	56.9	44.6	45.2
P	5.0	7.8	4.2	4.1
K	14.2	12.5	6.5	7.5
Ca	296.6	90.6	129.7	46.2
Mg	45.6	27.7	25.5	24.3

¹ Datos del primer semestre de 1998, al undécimo año

² Todo el material vegetativo procedente del cacao y de los maderables fue dejado en la plantación

Conclusiones: Los avances del presente estudio permiten mantener las siguientes conclusiones generales:

1. El rambután (*Nephellium lappaceum*), aunque tiene un comportamiento productivo bianual, es una alternativa para asociarlo con cacao en busca de una mayor rentabilidad del cultivo o sistema agroforestal sin deterioro del medio ambiente.
2. Para una mejor rentabilidad del sistema agroforestal cacao-rambután, se debe seleccionar el material de siembra de esta especie y mejor aun, utilizar material propagado vegetativamente (injertos o acodos), para garantizar una mejor producción y calidad de la fruta y así mayores ingresos de este sistema que se adapta muy bien a las condiciones de pequeños y medianos productores con asiento en terrenos tropicales húmedos con limitaciones para otros cultivos.
3. El laurel negro (*Cordia megalantha*), es una especie forestal con potencial para asociarlo con cacao en las zonas bajas y húmedas que son condiciones que favorecen el desarrollo de ambas especies.
4. El cedro (*Cedrella odorata*), bajo las condiciones del estudio, es una especie que, utilizada como sombra del cacao, no afecta los rendimientos en comparación con la sombra tradicional de leguminosas pero presenta limitaciones para usarla como única especie sombreadora debido a posibles ataques de la larva de la mariposa *Hipsiphilla grandella* que causa defoliación y afecta su desarrollo, debiéndose utilizar conjuntamente con otras especies para evitar riesgos.

Literatura Citada

Fassbender, H.W., L. Alpizar; J. Heuvelodp, H. Folster, G.Enríquez. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa rica. III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6:49-62.

- Jiménez, V. G., L.A. Navarro y G.A. Enríquez. 1987. Sistemas de producción con frutales asociados al cultivo del cacao. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10^a. Santo Domingo, República Dominicana. Resúmenes. p. 120.
- Martínez, A. y G.A. Enríquez. 1981. La sombra para el cacao. CATIE. Serie Técnica, Boletín Técnico No. 5.
- Santana, M. M. B. y P. R. Cabala. 1987. Reciclaje de nutrientes en agrosistemas de cacao. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10^a. Santo Domingo, República Dominicana. 17 - 23 de mayo de 1987. Resúmenes. p. 80.
- Somarriba, E. 1994. Sistema Cacao - Plátano - Laurel. El Concepto. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; No. 226.
- Somarriba, E. y, M L. Domínguez, 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra de cacaotales establecidos. Manejo y Crecimiento. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; No. 240.

Efecto del arreglo y la densidad de siembra en el rendimiento y la economía de manejo del cultivo de cacao propagado vegetativamente. CAC89-02

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería.

Resumen: Se evaluó el rendimiento de cacao seco con 4 densidades de siembra (2487, 2000, 1464 y 1111 plantas/ha). En los primeros años los rendimientos tuvieron la tendencia a aumentar con la densidad, pero las diferencias empezaron a reducirse entre los tratamientos después del 5º. año después del trasplante, no habiendo diferencias significativas ($p=0.05$). La producción media de 7 años de registros fue de 1117, 1080, 1057 y 1052 kg/ha año para las densidades 2487, 2000, 1464 y 1111 plantas/ha, respectivamente. Se concluye que con los materiales de siembra actualmente utilizados, las condiciones edafoclimáticas y de manejo, no justifica incrementar las densidades por encima de 1111 plantas/ha.

Introducción: La densidad de siembra es uno de los factores influyentes en el rendimiento, sin embargo la respuesta a la misma depende a la vez de otros factores como la fertilidad del suelo, la calidad del material genético y el grado de manejo que se le brinde a la plantación. A la vez la densidad de siembra puede influir en la mayor incidencia de enfermedades y plagas, especialmente cuando algunas prácticas agronómicas como la poda y la regulación de sombra no se realizan oportunamente o con la intensidad requerida, según la densidad. No hay aún criterio unificado respecto a la mejor densidad de siembra para cacao. Algunas experiencias en la zona cafetera de Colombia (Saenz y Soleybe, 1987), muestran rendimientos a los 5 años de edad hasta de 1750 kg/ha con materiales híbridos sembrados a 2.0 x 2.0 m (2500 plantas/ha), pero los mismos autores presentan rendimientos en fincas comerciales en la misma zona, hasta de 2287 kg/ha a los 7 años con distancias de 3.0 x 3.0 m (1111 plantas/ha). Estas cifras muestran que realmente los rendimientos no sólo dependen de la densidad de siembra, confirmando que no siempre a mayor densidad hay mayores rendimientos.

Las distancias de siembra comúnmente utilizadas en Honduras varían entre 3.5 y 5.0 m en Cuadro, lo que lleva a que la generalidad de las plantaciones estén subpobladas con densidades que van desde 400 a 800 plantas/ha (FHIA, 1987). Para conocer sobre el efecto en el rendimiento de distintas densidades de siembra y la ventaja de asociar algunos cultivos anuales en los primeros años, en condiciones de La Masica, Atlántida, se evaluaron 4 densidades de siembra, considerando como testigo la densidad recomendada de 1111 plantas/ha (3.0 x 3.0 m en Cuadro).

Materiales y Métodos: El estudio se está conduciendo en La Masica, Atlántida, Honduras, en la estación experimental, CEDEC. Fue sembrado en octubre de 1989 incluyendo los siguientes tratamientos:

1. Cacao a 2.0 x 1.4 m en triángulo y calles de 4 m (doble surco, 2000 plantas/ha).
2. Cacao a 2.0 x 3.0 m en triángulo y calles de 4 m (doble surco, para una densidad de 1464 plantas/ha).

3. Cacao a 1.6 x 1.3 m en triángulo y calles de 4 m (doble surco, 2487 plantas/ha).
5. Cacao a 3.0 x 3.0 m en Cuadro (testigo 1111 plantas/ha).

Se usó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones para un total de 16 parcelas con un tamaño de 16 x 20 m y diferente número de plantas según distancia y arreglo en cada tratamiento.

En 1998 se continuó el estudio por lo cual se llevaron registros de producción de cacao (mazorcas cosechadas y peso húmedo del grano), así como pérdidas por mazorca negra (*Phytophthora* sp). En prácticas agronómicas se hizo control manual de malezas por entre las calles cuando éstas no estaban cubiertas por uno de los cultivos (maíz o frijol de costa), sembrados en los primeros dos años (a partir del tercer año el control de malezas ha sido mínimo debido a la gran cantidad de hojarasca generada por el cacao y la sombra). La poda de formación consistió en eliminar del tronco los chupones y hacer despuntes en las ramas superiores. Durante 1998 se hicieron regulaciones de sombra eliminando ramas y la mayoría de los árboles de *Gliricidia* que fue la especie sombreadora hasta los ocho años cuando se inició el remplazo de la misma por granadillo (*Dalbergia glomerata*), para probar esta especie con estos fines y buscar mayor rentabilidad del sistema cacao-sombra. La fertilización se hizo aplicando 227 gramos por árbol de la fórmula 15-15-15 una vez por año, en julio. En el primer año también fue necesario hacer tutorado de los arbolitos injertos de cacao para inducirles un crecimiento erecto.

Resultados y Discusión: El rendimiento en 1998 subió considerablemente en comparación con el año 1997 en todos los tratamientos, con un promedio general de 985 versus 1538 kg/ha de cacao seco en 1997 y 1998, respectivamente (Cuadro 1). La densidad más alta (2487 plantas/ha), presenta el mejor rendimiento en el año y el mejor promedio aunque no significativo. Las densidades medias (2000 y 1464 plantas/ha) tuvieron en el mismo año un rendimiento muy similar (1486 y 1456 kg/ha) y ligeramente inferior al testigo, que a su vez presenta el menor promedio anual (1052 kg/ha), pero sin diferir de los demás estadísticamente. El promedio anual de 7 años en los distintos tratamientos tiende a minimizar las diferencias que se presentaron en los primeros años cuando se daba una tendencia de mayor rendimiento a mayor densidad. En este año (1998), el testigo (1111 plantas/ha) tuvo una producción similar al promedio de las densidades mayores al mismo, (1533 versus 1539 kg/ha para el testigo y promedio de las densidades mayores, respectivamente). Aunque el promedio general de 7 años es un 6% (5% en 1997), superior al promedio de la densidad tradicionalmente recomendada (testigo), no justifica a largo plazo los mayores costos por material de siembra y otras labores propias de este cultivo. Esto corrobora que las densidades altas en cacao (más de 1111 plantas/ha), no son una alternativa bajo las condiciones en las cuales se está llevando este estudio. Las pérdidas por mazorca negra tampoco fueron influenciadas por las mayores poblaciones, variando la incidencia entre 4.0% para 2,400 plantas/ha y 5.7% para el testigo. Para el caso de la Moniliasis, enfermedad que aún no se presenta en la zona de concentración del cultivo, pero sí en La Mosquitia Hondureña, las densidades mayores a 1111 plantas/ha dificultarían el control de la misma, pues a mayor densidad se requiere mayor atención al cultivo, siendo la poda la práctica que más a menudo descuida el productor y esta a su vez es decisiva en un plan de manejo de la enfermedad.

Cuadro 1. Producción anual y acumulada de cacao seco con propagación vegetativa, distintas densidades y arreglos espaciales no tradicionales. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 1998.

Tratamiento	Densidad Plant/ha	Producción (kg/ha)							Promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
1.6 x 1.3 x 4.0 m	2,487	306	1,113	909	1,387	1,470a	960 a ¹	1,680a	1,117 a
2.0 x 1.4 x 4.0 m	2,000	299	1,125	809	1,386	1,467a	985 a	1,486a	1,080 a
3.0 x 2.0 x 4.0 m	1,464	301	1,179	781	1,256	1,500a	934 a	1,453a	1,057 a
3.0 x 3.0 (testigo)	1,111	204	1,110	673	1,256	1,528a	1,061a	1,533a	1,052 a

¹Indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con una probabilidad del 5%, de acuerdo a prueba de rango múltiple de Duncan.

Conclusiones: En base al aprovechamiento que se hizo del terreno en los primeros 3 años con cultivos anuales entre las calles (yuca, maíz y frijol), se concluye:

1. Los arreglos espaciales con calles de 4 m o más, permiten el asocio temporal del cacao con cultivos anuales en los primeros años, permitiendo obtener alimentos y algunos ingresos mientras el cacao entra en producción (Informe Técnico Programa de Cacao, FHIA, 1991).
2. Con densidades mayores a 1100 plantas/ha los rendimientos de cacao seco tienden a ser estadísticamente iguales a esta densidad a partir del sexto año, no justificándose los mayores costos de establecimiento que requieren las densidades más altas.
3. El microambiente creado por una mayor densidad de siembra favorece la incidencia de enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la cual ya ha ingresado al país y para contrarrestar esto es necesario hacer podas más frecuentes o fuertes, con el consecuente incremento de costos de manejo, por lo tanto se debe mantener la densidad de siembra en cacao alrededor de 1000 plantas/ha.
4. Bajo las condiciones donde se realiza este ensayo las densidades por encima de 1100 plantas/ha no son una alternativa para incrementar los rendimientos, aunque bajo condiciones óptimas de suelo, material de propagación con alto potencial de producción y afinamiento de prácticas de manejo, el incremento en densidad podría traducirse en mayor producción.

Literatura Citada

- Agudelo, A. y B. Saenz, 1989. Cocoa in the coffee region. Cocoa Grower's Bulletin. December N° 42:36-41.
- Saenz, B. y F. Soleybe, 1987. Sustitución de café por cacao en la zona marginal baja cafetera de Colombia. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10ª. Santo Domingo, República Dominicana, 17 - 23 de Mayo, 1987. Actas. pp. 21 -25.
- FHIA, Programa de Cacao. 1987. Situación Actual de la Producción de Cacao en Honduras. Documentos sobre Desarrollo Institucional.

Comportamiento de híbridos provenientes de selecciones locales (Honduras) por clones autocompatibles. CAC 91-01.

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería

Resumen: Con el propósito de encontrar materiales con un mejor potencial de producción se inició el estudio de 17 híbridos utilizando como padre clones autocompatibles y como madre materiales que han sido seleccionados en distintos lotes a los que se les llevó registros de producción por 2 a 3 años. Se usó un diseño completamente al azar sorteando cada árbol como una parcela, teniendo en cuenta que cada cruce se repitiera mínimo 20 veces. Se iniciaron registros de producción a los 3 años después del trasplante, teniendo que el mejor cruce con 3 años de cosecha es el HIA1 x CATONGO con 931 kg/ha en promedio, seguido del cruce HTS4DA3 x CATONGO, los cuales presentan índices de fruto (nº de frutos requeridos para un kg de cacao seco) de 19.8 y 18.5 respectivamente. Se continúa el estudio para conocer mejor el potencial de estos materiales.

Introducción: La gran variabilidad resultante en las poblaciones comerciales establecidas con materiales híbridos tradicionales en la región, obliga a la búsqueda frecuente de nuevos cruces entre cultivares de distinto origen, para tratar de aprovechar el “vigor híbrido” que se encuentra en la especie cacao, gracias a la gran variabilidad genética de la misma. En toda plantación establecida con materiales híbridos y aun materiales locales que suelen sembrar los agricultores, suelen aparecer cierto porcentaje de árboles que sobresalen por algunas características como producción y tolerancia a problemas fitopatológicos, entre otras. Estos materiales pueden constituirse en cultivares importantes en el proceso de producción de semilla mejorada para el establecimiento de nuevas plantaciones, que es el método más económico para los agricultores, pero también pueden constituir una fuente importante de material vegetativo en el proceso de propagación asexual como donadores de yemas. Algunos autores (Batista, 1987; Wood and Lass, 1987; Enríquez, 1985; Alvim, 1976), recomiendan y/o reportan la selección de árboles sobresalientes en el proceso de mejoramiento del cacao.

En el CEDEC, La Masica, se han llevado registros de varios árboles que mostraban una mayor capacidad de producción que el promedio de sus respectivos lotes. Algunos de estos materiales han mantenido una producción no menor de 45 frutos/año con un índice de fruto menor de 25. Para conocer el potencial de algunos de estos materiales como en la búsqueda de nuevos híbridos, se programó el presente estudio con 13 cruces entre materiales promisorios por su producción con clones autocompatibles y 4 cruces entre clones descritos en la literatura (Soria y Enríquez, 1981 y Engels, 1981). Como objetivos específicos se tienen: 1) Buscar nuevos materiales híbridos que superen las productividades actualmente obtenidas con materiales tradicionales y 2) Identificar nuevos cultivares en la población híbrida con buena calidad y producción que sirvan como donantes de material vegetativo (yemas), para la propagación asexual en el proceso de establecimiento de nuevas plantaciones.

Materiales y Métodos: Este estudio está localizado en el CEDEC, La Masica, Atlántida. Se inició en mayo de 1991 con la polinización manual de árboles que se mostraban sobresalientes en producción en base a registros de 2 a 3 años. Como padre aportador de polen se utilizaron clones ya conocidos en la literatura como autocompatibles, o sea, que aceptan su propio polen en el proceso de fecundación (Enríquez, 1985; Engels, 1981; Soria y Enríquez, 1981). Las plantas provenientes de las semillas híbridas obtenidas por el proceso de polinización manual entre los materiales sobresalientes y los clones, se transplantaron al campo, constituyendo cada cruce un tratamiento.

Se sembraron 13 cruces entre árboles "élites" y clones y 4 cruces entre clones ya conocidos (PQ, CC-210, EET-67 y SGU-89).

Tratamiento 1: Cruce 1.

Tratamiento 2: Cruce 2.

Tratamiento n: Cruce n.

El diseño usado es completamente al azar, constituyendo cada árbol una parcela. A través de polinizaciones manuales se obtuvieron 17 cruces con 20 a 49 plantas por tratamiento.

En 1992 se transplantó el ensayo al campo siguiendo un plano previamente elaborado donde cada árbol está identificado en el campo de acuerdo al sitio que al azar le corresponde. Posteriormente se inició (y se continúa) el registro de frutos por árbol y peso húmedo de las almendras, convirtiendo a peso seco mediante un factor de conversión de 0.4 que es el promedio del centro. También se registró el número de semillas por fruto, el índice de fruto (nº. de frutos requeridos para un kg de cacao seco) y el índice de semilla (peso promedio del grano en base al número de semillas/kg de cacao seco al 8% de humedad). Al final del estudio se evaluará el número de semillas por fruto y la calidad de las almendras (acidez y contenido de grasa principalmente), en base a una muestra de éstos, como parte de la caracterización de los distintos cruces. Se inició también el registro de incidencia de plagas y enfermedades, labor que se hace al momento de la cosecha.

En las prácticas agronómicas, tanto los árboles que sirven como padres como los árboles provenientes de los cruces reciben prácticas normales de manejo, como control manual de malezas, poda, regulación de sombra y fertilización.

Resultados y Discusión: Los registros de cosecha de los diferentes cruces para los años 1996, 1997 y 1998, así como el promedio de estos tres años y el índice de fruto para cada uno, presenta gran diferencia entre los distintos materiales, sobresaliendo el cruce H1A1 x CATONGO que presenta 931 kg/ha en promedio a los 5 (Cuadro 1). Destacan también los cruces TS4DA3 x CATONGO con promedio de tres años de 835 kg/ha al 5º año de edad. Algunos materiales presentan un índice de fruto alrededor de 18, que se puede considerar bueno en comparación al promedio del CEDEC, que es de 22.7 frutos por kg de cacao seco. Se continuarán registros en estos materiales, incluyendo pérdidas por Mazorca negra (*Phytophthora* sp), para conocer su comportamiento a partir de los 6 años de edad.

Cuadro 1. Rendimiento de cacao seco a los 6 años después del trasplante en distintos cruces de árboles seleccionados en el CEDEC por clones autocompatibles. La Masica, Atlántida, Honduras, 1998.

Cruce No.			IF ¹	kg/ha ² 1996	kg/ha 1997	kg/ha 1998	Promedio ³ kg/ha
H1A1	x	CATONGO	19.8	1019	938	837	931
TS4DA3	x	CATONGO	18.5	942	744	820	835
H8A2	x	UF-613	19.5	908	915	414	745
H6A2	x	ICS-6	17.0	609	970	514	697
H1A8	x	UF-29	19.0	671	835	559	688
TS3A11	x	UF-613	17.0	629	627	669	642
H12A1	x	CATONGO	19.3	558	723	583	621
H16A1	x	UF-221	18.3	526	665	644	612
H63A1	x	EET-96	18.8	426	554	581	520
CC-210	x	UF-29	20.0	425	581	473	493
H5A1	x	UF-29	23.0	458	609	430	433
H9A2	x	EET-400	18.0	311	461	511	428
FCSA2	x	UF-613	17.6	598	301	320	406
PQ	x	EET-62	19.0	236	408	413	352
SGU-89	x	CATONGO	20.9	358	349	297	334
H19A9	x	UF-613	20.0	285	365	318	323
EET-67	x	UF-29	22.0	239	302	393	311

¹ Índice de fruto: Frutos requeridos para 1 kg de cacao seco

² En base a una densidad de 1111 árboles/ha

³ Promedio de tres años

Literatura Citada

- Alvim, P. de T. 1976. Cocoa Research in Brazil. In. Simmons, J. Ed. Cocoa Production: Economic and Botanical Perspectives. Chapter 11 pp. 272 - 393.
- Batista, L. 1987. Comprobación genética de la herencia de rendimiento y vigor de híbridos biclonales de cacao con padres locales. In. Conferencia Internacional de Investigación en cacao, 10^o. 17 - 23 de mayo de 1987. Santo Domingo, República Dominicana. Actas. pp. 611- 615.
- Batista, L. Evaluación fenotípica de árboles locales para clones de alto rendimiento. In. Conferencia Internacional de Investigación en cacao, 10^o. 17 - 23 de mayo de 1987. Santo Domingo, República Dominicana. Actas. pp. 607-610.
- Engels, J. M. M. 1971. Genetic Resources of Cacao: A catalogue of the CATIE collection. Tropical Agricultural Research and Training Center, CATIE. Plant Genetic Resources Unit. Turrialba, Costa Rica. Technical Bulletin No. 7.

- Enriquez, G. A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica : CATIE. PP. 87 -98.
- Soria, J. y G. A. Enriquez, Ed. 1981. Cacao: International Catalog. Tropical Agricultural and Training Center, CATIE. Perennial Plant Program. Turrialba, Costa Rica.
- Wood, G.A.R. Y R. A. Lass. 1987. Cocoa. Tropical Agriculture Series. Longman Scientific and Technical. pp. 80 - 92.

Sustitución de sombra tradicional por una especie maderable en una plantación adulta de cacao en la zona Atlántica de Honduras. CAC 95-03

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería

Resumen: El uso de una especie maderable como sombra del cacao trae mayores beneficios económicos, ya que a largo plazo le proporciona al productor ingresos por concepto de madera, que no sucede con el uso de especies sombreadoras tradicionales, que en algunos casos proporcionan solamente leña. Con el propósito de comprobar si el cacao adulto (donde ya hay autosombreamiento) soporta la eliminación total de la sombra para establecer en su lugar el laurel negro (*Cordia megalantha*), se eliminó la sombra de mezcla de leguminosas en un área de 1.7 ha con cacao de 6 años de edad, sembrado a 2.00 x 2.50 m. Después de eliminar la sombra se eliminó un surco de cacao de por medio para dejarlo a 4.00 x 2.50 para una densidad de 1000 árboles/ha. Luego se sembró el laurel y se continuó el manejo del área incluyendo una fertilización anual con 15-15-15 a razón de 220 g/árbol año. Se registra el rendimiento anual de cacao seco y a partir del 3º año se inició la medición del diámetro y la altura de la especie forestal, siendo ésta a los 5 años de 7.79 m en promedio y el diámetro de 13.2 cm. La producción de cacao se mermó en aproximadamente 20% en los primeros 3 años, siendo de 970 kg/ha de cacao seco el primer año cuando se eliminó la sombra, 647 al 2º año, 772 al 3º, 671 al 4º y 792 kg/ha año al 5º. Teniendo en cuenta el costos de la madera de laurel y del cacao en el mercado local (US\$ 0.58/pie tablar y US\$ 0.61/libra en diciembre/98) se puede inferir que los ingresos por madera que se obtendrán a largo plazo, justificarán la reducción en la producción de cacao debida al estrés que sufrieron los árboles por la eliminación de la sombra tradicional. Los resultados hasta ahora permiten concluir que el laurel negro se muestra como una alternativa para cambio de sombra en plantaciones adultas de cacao, aunque en la época seca puede ser afectado por el insecto chupador del follaje *Dictyla monotropidia* (hemíptero de la familia Tingidae), que causa defoliación parcial y a veces total de los árboles, retrasando su desarrollo y hasta la muerte cuando el ataque es severo.

Introducción: Tradicionalmente el cacao se siembra bajo especies leguminosas y otras especies incluyendo palmeras y frutales que le prodigan sombra (Martínez y Enríquez, 1981). Además de la protección al cultivo contra los rayos directos del sol, la sombra presta beneficios complementarios al sistema, como por ejemplo fijación de nitrógeno y aporte de materia orgánica, entre otros. Además, frecuentemente los pequeños y medianos productores se benefician de la sombra utilizándola como fuente de energía rural (leña). Sin embargo, el beneficio de la sombra puede maximizarse estableciendo el cacao bajo especies maderables con valor comercial, las cuales además de aportar la sombra, generaran a largo plazo ingresos económicos complementarios a la venta de cacao. En el caso de este cultivo perenne, lo ideal es establecer los maderables antes o simultáneamente con el cacao, usando a la vez otras especies de rápido crecimiento como sombra temporal, mientras desarrolla la especie permanente. Sin embargo, ya en plantaciones establecidas que están bajo sombra de una o varias especies tradicionales, es factible hacer el cambio a maderables con el propósito de buscar mayores ingresos a largo plazo cuando se cosecha la madera. Existen algunas experiencias positivas sobre la sustitución de sombra en cacaotales establecidos

utilizando laurel blanco (*Cordia alliodora*), roble (*Tabebuia rosea*), terminalia (*Terminalia ivorensis*) y la guama (*Inga edulis*), una leguminosa no maderable (Somarriba y Domínguez, 1994). En el CEDEC, La Masica, Atlántida, el Programa de Cacao de la FHIA ha recopilado experiencias durante 10 años sobre el asocio del laurel negro (*Cordia megalantha*), con cacao pero establecido simultáneamente con el cultivo (FHIA 1997 y FHIA 1998). En la costa Atlántica del país donde se concentra el área cacaotera, el laurel negro, desarrolla mejor que el laurel blanco, permitiendo un mejor aprovechamiento comercial gracias al mejor desarrollo en diámetro, aunque no así en altura.

Con el objetivo de recopilar información sobre el potencial del laurel negro en la sustitución de sombra tradicional en cacaotales establecidos, se inició el presente trabajo en una parcela de 1.7 hectáreas con cacao de siete años de edad, sombreado con una mezcla de guama (*Inga sp.*) y madreño (*Gliricidia sepium*).

Materiales y Métodos: Se trata de una parcela de validación/demostración (1.7 ha), sembrada en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, en Enero de 1987. Se tiene un tratamiento único por lo cual no se utiliza ningún diseño experimental. El tratamiento consistió en siembra de laurel negro a una distancia de 9.0 m entre plantas y a 6.0 m entre hileras. Las hileras de laurel se sembraron dentro de calles de 4.0 m que se formaron después de eliminar hileras de cacao en un lote inicialmente establecido a 2.0 m x 2.5 m. El arreglo espacial del cacao después de eliminar las hileras, es de 2.5 m x 4.0 m). La densidad de las 2 especies asociadas es de 1,000 y 185 árboles/ha de cacao y laurel, respectivamente. Después de 6 a 7 años, dependiendo del desarrollo del laurel, se hará un raleo para dejar una densidad final de árboles/ha. Además de prácticas de manejo al cacao y al laurel, se hace una medición anual del diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura de esta última, así como registros de cosecha del cacao. En abril de 1994 se inició el trabajo con la eliminación de la sombra permanente y luego se sembró el laurel negro, utilizando como material de siembra arbolitos de semilla.

Resultados y Discusión: Como en otros años, en 1998 se realizaron prácticas de manejo, que consistieron básicamente en control de malezas y poda al cacao, además de cosecha de frutos sanos y frutos enfermos por Mazorca negra (*Phytophthora sp.*) y se hizo medición del diámetro (DAP) y altura de la especie forestal. El rendimiento de cacao seco en 1998 fue de 792 kg/ha, que equivale a un 18% más de lo cosechado en el año 1997. Las pérdidas por mazorca negra fueron de 3.3% anual, nivel que no amerita ningún control adicional a las prácticas de manejo. El diámetro del laurel a los 5 años después del transplante, fue 15.2 cm y la altura 9.29 m, lo que equivale a un incremento promedio anual en diámetro y altura de 3.0 cm y de 1.86 m, respectivamente. Somarriba y Domínguez (1994), en un estudio de esta naturaleza (sustitución de sombra), en Changuinola, Panamá, pero con laurel blanco, obtuvieron un incremento promedio anual del DAP de 3.6 cm a los 4.4 años y un incremento en altura promedio anual de 3.06 m. De acuerdo a observaciones de campo en linderos del CEDEC, la tasa de crecimiento vertical es mayor en *C. alliodora* (laurel blanco), que en *C. megalantha* (laurel negro), aunque la altura comercial resulta mayor en este último, gracias a una mayor tasa de crecimiento radial, en el caso de La Masica, Atlántida donde se tiene esta parcela.

Igual que en años anteriores en la época de menor precipitación (abril a junio), se presentó ataques del insecto chupador del follaje *Dictyla monotropidia*, que causa alta defoliación al laurel (total en algunos casos), aunque después del inicio de las lluvias los árboles se recuperaron sin aplicación de control químico u otro. El daño del insecto es más crítico en los primeros años debido

al follaje limitado, pero a medida que los árboles crecen la importancia del daño disminuye por la mayor capacidad de recuperación del mismo.

Conclusiones:

1. Para las condiciones de La Masica, Atlántida el laurel negro (*Cordia megalantha*) es una alternativa para remplazar la sombra permanente en plantaciones de cacao proporcionada por especies sombreadoras tradicionales que no aportan ingresos complementarios al que obtiene el productor por venta de cacao o por el aprovechamiento como fuente de energía (leña), en algunos casos.
2. El laurel negro como sombra del cacao debe utilizarse en mezcla con otras especies para contrarrestar los riesgos que puedan presentarse ante posible defoliación por el ataque del insecto chupador *Dictyla monotropidia*, que lo afecta en los primeros años, sobre todo en la época de menor precipitación.

Literatura Citada

Martínez, A. y Enríquez G. 1981. La sombra para el cacao. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Boletín Técnico No. 5.

FHIA, Programa de Cacao. 1997. Informe Técnico 1996. pp. 20 - 27.

FHIA, Programa de Cacao. 1998. Informe Técnico 1997. pp. 23 - 32.

Somarriba, E. y L. Domínguez. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos: Manejo y crecimiento. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico No. 240.

Caracterización de materiales promisorios de cacao que han sido preseleccionados en lotes comerciales y experimentales del Centro Experimental y Demostrativo de Cacao, La Masica, Atlántida. CAC 95-06.

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería

Resumen: En los distintos ensayos y lotes comerciales del CEDEC, se seleccionaron algunos árboles que se mostraban sobresalientes en cuanto a cantidad de frutos producidos y se les continúa llevando registros individuales de producción. Después de 3 años de registros en unos y 4 a 5 años en otros, se empezó a determinar el índice de fruto y la susceptibilidad a mazorca negra mediante inoculación artificial con el hongo causante de esta enfermedad (*Phytophthora* sp.). Entre los materiales considerados, 30 presentan promedios de entre 36 y 91 frutos por año (promedio de 4 a 5 años) e índices de fruto entre 15 y 23, para un rendimiento potencial superior a 2.0 kg/árbol de cacao seco. La evaluación de 39 de estos árboles mediante inoculación artificial con el hongo *Phytophthora* sp. mostró 24 materiales con calificación de tolerantes a resistentes.

Introducción: La propagación del cacao por medio de semilla sexual es un método más barato para el agricultor pero tiene como desventaja una gran variabilidad en la producción por árbol, situación que en muchos casos conduce a que menos del 40% de la población sea responsable por más del 60% de la producción. En general y para las condiciones de Honduras y la región, la mezcla de los distintos híbridos de cacao distribuida a los productores, ha mostrado un rendimiento potencial de 1000 a 1200 kg/ha año, aunque en condiciones experimentales y en otros países cacaoteros se reportan rendimientos comerciales con mezcla de híbridos que sobrepasan los 1500 kg/ha (Enríquez, 1985; Gutiérrez, 1983 y Agudelo y Saenz, 1989). Los rendimientos tradicionalmente obtenidos en las condiciones de la zona cacaotera del país podrían mejorarse considerablemente seleccionando árboles élitos para su propagación vegetativa en patrones provenientes de semilla local o de cultivares reconocidos por su buen comportamiento ante enfermedades presentes en la región (Soria y Enríquez, 1981; Engels, 1981). Este método de mejoramiento ha sido utilizado y/o recomendado por varios autores (Alvim, 1976; Batista, 1987; Enríquez, 1985). Para identificar materiales con un mayor potencial de producción y tolerancia a enfermedades, principalmente mazorca negra, se seleccionaron en lotes comerciales y experimentales del Centro Experimental Demostrativo de Cacao, La Masica, Atlántida, árboles que fenotípicamente mostraban buena capacidad productiva y se les llevó (y aún se les lleva) registros individuales de producción, para posteriormente caracterizar los mejores y dejarlos como donadores de yemas para la propagación vegetativa, actividad que está promoviendo el Programa de Cacao y Agroforestería como un medio para aumentar los rendimientos por unidad de área.

Materiales y Métodos: En base a observaciones de campo y de algunos registros en ensayos diversos, se marcaron 66 árboles que mostraban una producción de frutos mayor al promedio del lote y se les llevó (y aún se les lleva) registros individuales de producción. Después de 3 a 5 años de información se descartaron algunos materiales que no habían respondido a las expectativas por las que fueron preseleccionados y se reemplazaron por otros con buenas características de producción.

Estos materiales recibieron prácticas de manejo normales en el cultivo como poda, regulación de sombra, control de malezas y fertilización una vez por año con 220 gramos/árbol de la fórmula 15-15-15. También se inició la determinación del Índice de Fruto (nº. de frutos requeridos para un kg de cacao seco), y se han evaluado 39 de estos materiales, en cuanto a reacción a Mazorca negra (*Phytophthora* sp.), mediante inoculación artificial (FHIA, Programa de Cacao y Agroforestería: Evaluación de materiales promisorios de cacao a Mazorca negra en condiciones de campo. Informes Técnicos 1997 y 1998). Los materiales más promisorios en base a registros de 3 a 4 años, se han multiplicado vegetativamente para no correr riesgos de pérdida accidental o se han incluido en lotes de comprobación junto con otros materiales.

Los tratamientos están representados por cada uno de los árboles preseleccionados (66 inicialmente), sin repeticiones (todos se consideran diferentes).

Resultados y Discusión. De 66 materiales 30 presentan producciones medias (de 4 ó 5 años) de 37 a 91 frutos, y promedios generales (de 30 árboles) de 40 a 58 frutos por año. El Índice de Fruto registrado a estos materiales varía entre 15 y 23 con promedio de 17.9 para los 30 mejores (Cuadro 1). De acuerdo a estos parámetros el rendimiento potencial de la mezcla de estos árboles es de 2.7 kg/árbol, valor muy superior al promedio obtenido en el CEDEC y en otras fincas establecidas con materiales híbridos (0.6 a 1.0 kg/árbol). De acuerdo a estos rendimientos de 4 a 5 años, estos árboles son promisorios para incrementar los rendimientos por unidad de área, bajo las condiciones agroecológicas de La Masica, Atlántida, y de otras áreas de concentración del cultivo, y con prácticas de manejo oportunas, incluyendo una fertilización por año.

Mediante la evaluación de la reacción a Mazorca negra con inoculación artificial del hongo *Phytophthora* sp. en condiciones de campo, se detectaron 3 materiales resistentes, 10 moderadamente resistentes y otros susceptibles (Cuadro 2). Algunos como los cultivares FCS-A2 y FCS-P36 que por lo general no son afectados en condiciones naturales, presentaron susceptibilidad media alta cuando se inocularon artificialmente (resistencia por escape). Por su alta producción este material (FCS-A2) tiene potencial para incluirlo en la mezcla de materiales distribuida a los productores siempre que apliquen las prácticas de manejo recomendadas en el cultivo. Se continuarán registros de producción y la evaluación sobre reacción a Mazorca negra, principal enfermedad del cacao presente hasta ahora (diciembre/98) en la zona de concentración del cultivo.

Cuadro 1. Producción de frutos en 30 árboles promisorios preseleccionados en lotes del CEDEC durante los años 1994 - 1997.

No. Identificación	1994	1995	1996	1997	1998	Promedio Frutos/árbol	I. de F ¹
1 FCS-A2	103	96	92	97	68	91	17
2 CEDEC-14	--	96	54	94	79	81	15
3 TS-C3-P32	--	96	62	56	49	67	20
4 TS-4D-A1	60	64	47	88	perdido	65	20
5 TS-2A-A14	81	85	46	31	68	62	23
6 CEDEC-15	--	75	29	70	67	60	16
7 H12A1 ²	95	85	22	45	44	58	17
8 FCS-P37	--	97	40	34	57	57	15
9 TS-4B-A8 ²	127	51	19	35	43	55	19
10 TS-C4-P20	64	42	36	71	60	54	21
11 TS-A3-P23	57	47	44	43	73	53	20
12 CEDEC-09	--	94	52	31	24	52	15
13 FCS-P29 ²	33	45	37	68	75	52	20
14 TS-D4-P15 ²	--	40	33	48	58	50	17
15 H7A7 ²	70	60	21	29	69	50	15
16 TS-5D-A7	63	57	40	40	38	48	19
17 CEDEC-01	--	50	41	53	47	48	19
18 CEDEC-02	--	47	52	33	52	46	16
19 FCS-P36	--	59	41	31	44	44	20
20 H42A1 ²	--	46	45	60	65	43	23
21 TS-A2-P22	34	42	46	41	53	43	16
22 H2A2 ²	61	73	14	18	42	42	18
23 CEDEC-12	--	45	47	31	47	42	17
24 TS-5D-A6	52	51	45	18	39	41	16
25 TS-4A-A12	35	48	28	68	21	40	16
26 1AA1	32	44	38	33	50	40	16
27 H9A6	69	41	19	38	15	37	21
28 TS-C3-P17 ²	16	35	53	55	25	37	19
29 CEDEC-07	--	50	41	27	29	37	21
30 FCS-P38 ²	--	48	37	34	21	36	16
Promedio	58	61	40	47	49	51	17.9

¹ Índice de Fruto (frutos requeridos para un kg de cacao seco)

² Materiales resistentes o moderadamente resistentes a Mazorca negra

Cuadro 2. Cultivares de cacao considerados resistentes y moderadamente resistentes según prueba de inoculación artificial realizada en el CEDEC, La Masica, durante los años 1997 y 1998.

No	Identificación	Incidencia (%)	Severidad ¹ (cm)...	Producción (kg/árbol)	Clasificación
1	H12A1	0.0	0.0	3.4	R ²
2	TS-D4-P15	0.0	0.0	2.9	R
3	TS-C3-P17	0.0	0.0	1.9	R
4	FCS-A2 ³	40.0	10.3	5.3	M.R
5	FCS-P36 ³	60.0	7.0	2.2	M.R
6	TS-C3-P18	60.0	4.6	--	M.R
7	H2-A2	63.0	2.9	2.9	M.R
8	H7-A7	63.0	3.1	3.3	M.R
9	H42-A1	75.0	4.9	1.9	M.R
10	FCS-A7	83.0	1.2	--	M.R
11	TS-A2-P22	83.0	5.5	2.6	M.R
12	FCS-P29	100.0	2.3	2.3	M.R
13	TS-B4-A8	100.0	2.9	2.9	M.R
14	FCS-P38	100.0	3.6	2.2	M.R
15	TS-D4-A1	100.0	5.8	3.2	M.R
16	Testigo (UF-12) ⁴	100.0	17.5	--	S

¹ En base a una escala de 0 a 17.5 cm que fue el diámetro de la lesión en el testigo susceptible

² R: resistente; M.R: moderadamente resistente y S: susceptible

³ Materiales con resistencia de campo

⁴ Clon de reconocida susceptibilidad al hongo *Phytophthora* sp. tomado como referencia

Conclusiones:

1. La escogencia de árboles con características fenotípicas de mayor producción, permite seleccionar materiales superiores con los cuales se puede incrementar los rendimientos obtenidos con la mezcla de híbridos comerciales recomendada a los productores.
2. En la mezcla de árboles seleccionados por su mayor potencial de producción en una plantación comercial, se encuentran materiales que difieren en su reacción a la inoculación artificial con el hongo *Phytophthora* sp. causante de la enfermedad Mazorca negra.
3. En base a los registros de producción de frutos de varios años y a la reacción ante la inoculación artificial con el hongo *Phytophthora* sp., se detectaron materiales con resistencia de campo ("resistencia por escape"), pero los mismos no tienen igual comportamiento cuando se ponen en contacto con el hongo, presentando susceptibilidad media a alta.

Literatura Citada

- Alvim, P. de T. 1976. Cocoa Research in Brazil. In. John Simmons. ed. Cocoa Production: Economic and Botanical Perspectives. Praeger Publisher, New York. Chap. 11 pp. 272 - 298.
- Batista, L. 1987. Evaluación fenotípica de árboles locales para clones de alto rendimiento. In. Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10º. 17 - 23 de mayo de 1987. Santo Domingo, República Dominicana. Actas. pp. 607- 610.
- Enríquez, G.A. 1985. Curso sobre el Cultivo del Cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 87 - 99.
- Engel, J. M. M. 1981. Genetic Resources of Cacao: A catalogue of the CATIE collection. Tropical Agricultural Research and Training Center, CATIE. Plant Genetic Resources Unit. Turrialba, Costa Rica. 191 p.
- FHIA, Programa de Cacao, 1998. Informe Técnico 1997, pp. 49 - 53.
- Gutiérrez, H. Instructivo N°. 10. Chocolatería LUKER, Manizales, Colombia. s.f. s. p.
- Soria, J. y G.A. Enríquez, 1981. International cacao cultivar catalogue. Tropical Agricultural Research and Training Center, CATIE. Perennial Plant Program. Turrialba, Costa Rica.

Evaluación de la reacción de materiales promisorios de cacao a mazorca negra (*Phytophthora* sp.) en condiciones de campo. CAC 96-01

Héctor Fernández

Departamento de Protección Vegetal

Jesús A. Sánchez y Aroldo Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería

Resumen: Siguiendo la metodología (con alguna adaptación) descrita por Phillips y Galindo (1989), durante 1998 se evaluaron en el Centro Experimental Demostrativo de Cacao (CEDEC), La Masica, Atlántida 18 cultivares promisorios seleccionados por el Programa de Cacao y Agroforestería por su potencial productivo. De estos materiales siete fueron incluidos para corroborar la resistencia que mostraron en una primera evaluación en 1998; además se incluyeron cuatro clones como testigos por su reacción conocida ante el patógeno (*Phytophthora* sp.). Los cultivares TS-C3-P17, TS-D4-P15 y H12-A1 mostraron resistencia en las evaluaciones de 1997 y 1998; otros cultivares presentaron índices de severidad entre 1.2 y 3.1 cm catalogados como resistentes al compararlos con el material de referencia, POUND-7, considerado como resistente (1.0 cm). Siete cultivares tuvieron una reacción intermedia con índices de severidad entre 3.6 y 7.5 cm como el FCS-P38 (3.6 cm) y el TS-D5-A6 (7.5 cm), entre otros. Estos materiales no llegaron a superar al CATONGO (8.5 cm), reportado en la literatura como medianamente resistente. El resto de los materiales se catalogaron como susceptibles, aunque no llegaron a superar al testigo susceptible, UF-12, que mostró el mayor índice de severidad (17.5 cm).

Introducción: La Mazorca negra del cacao, causada por especies del hongo *Phytophthora*, es una enfermedad endémica en las áreas cacoteras del país y es considerada actualmente como la más seria que afecta al cultivo de cacao en Honduras. Aunque ataca varias partes de la planta, el daño económico más importante es producto de la infección de frutos, ocasionando pérdidas de hasta un 50% en la producción. El control químico de la enfermedad con fungicidas tiene un costo relativamente alto y los resultados son erráticos. Aunque la aplicación de prácticas de sanidad (eliminación de momias, podas, regulación de sombra y drenajes adecuados), contribuyen al control efectivo de la enfermedad, cuando ocurren condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas se puede desarrollar brotes epidémicos que determinan altas pérdidas de rendimiento. En las circunstancias anteriores y considerando sus implicaciones económicas y ambientales, el uso de materiales resistentes es la opción más conveniente para los productores. Diferencias entre genotipos de cacao en reacción a Mazorca negra han sido documentados en la literatura científica (Phillips y Galindo, 1989) y en evaluaciones preliminares realizadas localmente (FHIA, Programa de Cacao y Agroforestería, Informe Técnico, 1998), se ha determinado diferencias de susceptibilidad al hongo y se han seleccionado materiales promisorios. El objetivo del presente estudio es continuar la evaluación en campo de materiales promisorios seleccionados por su potencial de producción y constatar su reacción de resistencia a la Mazorca negra.

Materiales y Métodos:

Tratamientos: Se evaluaron 19 cultivares (un árbol/cultivar) en 1997 y 13 cultivares en 1998 más 5 de los evaluados en 1997 para corroborar su reacción al hongo. Estos materiales han sido seleccionados por el Programa de Cacao y Agroforestería, teniendo en cuenta su potencial productivo en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC), La Másica, Atlántida. Además los cultivares UF-12, Catongo y Pound-7 se incluyeron en 1998 como materiales de referencia por su reacción conocida (susceptible, moderadamente resistente y resistente). Mazorcas de 4.5 a 5 meses de edad adheridas a los árboles seleccionados se utilizaron como unidad experimental.

Preparación de inóculo: Para la conducción del estudio se ha adaptado la metodología descrita por Phillips y Galindo, 1989. La generación de inóculo consistió en coleccionar inicialmente en el campo mazorcas sintomáticas a partir de las cuales se aisló al hongo. Los aislados de *Phytophthora* se hicieron crecer en platos Petri conteniendo medio de cultivo Agar-V8 (18 g agar, 200 ml de jugo V-8 y 3g de CaCO₃ / litro de agua destilada estéril) e incubando por 10 días a 25 °C y con períodos alternados de luz/oscuridad de 12 horas de duración. Para la preparación del inóculo se agregaron a cada plato 20 ml de agua destilada estéril a 10 °C y se colocaron los platos primeramente en una cámara oscura a 5 °C durante 20 minutos y luego en otra cámara oscura a 25 °C durante 10 minutos. Esto se hizo con la finalidad de liberar las zoosporas que serán utilizadas como inóculo. Posteriormente las suspensiones provenientes de los platos se calibraron con la ayuda de un hemacitómetro hasta obtener una concentración de 1.5×10^4 zoosporas/ml. Inmediatamente se procedió a la inoculación considerando una duración máxima para esto de 30 minutos, debido a que la capacidad infectiva del inóculo se reduce gradualmente a partir de este tiempo.

Inoculación en el campo: Discos de papel filtro de un cm de diámetro fueron sumergidos en la suspensión de esporas y de inmediato se colocaron dos discos por mazorca en punto ubicado en lados opuestos al ecuador de la misma (número variable de mazorcas según disponibilidad en cada árbol). Cada mazorca inoculada se confinó dentro de una jaula cilíndrica de alambre saranda de ¼ de pulgada que luego se cubrió con una bolsa plástica transparente conteniendo una sección de papel toalla y 50 ml de agua destilada estéril (la jaula de alambre evita el contacto directo de la bolsa con las paredes del fruto). Finalmente la bolsa se cierra herméticamente para producir el ambiente de cámara húmeda requerido para que ocurra infección. Tres días después se cortó los extremos inferiores de la bolsa para evacuar el agua.

Evaluaciones: Siete días después de la inoculación se procedió a evaluar la incidencia (% del número de mazorcas sintomáticas) y la severidad del daño (promedio en cm de los diámetros perpendiculares de la mancha necrótica provocada por la infección) de *Phytophthora* sp.

Resultados: La reacción a la inoculación artificial con *Phytophthora* sp. varió en los distintos cultivares, tanto en incidencia como en severidad. En los cultivares TS-C3-P17, TS-D4-P15 y H12-A1 no ocurrió desarrollo de lesión, obteniendo índice de severidad de 0.0 cm. Este resultado concuerda con los obtenidos en las evaluaciones de 1997 cuando presentaron una severidad menor

de 0.05 cm e incluso el cultivar TS-C3-P17 se reportó como inmune (FHIA, Programa de Cacao y Agroforestería, Informe Técnico 1997). También el cultivar H2-A2 presentó baja severidad en en ambas pruebas, pues en 1997 tuvo índice de severidad de 2.28 cm y 30% de incidencia y en 1998 estos valores fueron de 2.9 cm y 63% para severidad e incidencia, respectivamente (Cuadro 1). Así mismo, el cultivar TS-D4-A1 que mostró una reacción media en 1997 con índice de severidad de 7.49 cm (14.20 cm para el cultivar CCN-51 susceptible) y una incidencia de 100%, en la segunda prueba (1998) mantuvo un comportamiento similar con 5.8 cm de severidad y 100% de incidencia (17.5 cm y 100% para el clon susceptible UF-12). Los cultivares H9-A6, 1A-A1, CEDEC-07, CEDEC-01, CEDEC-03 CEDEC-15 CEDEC-09 y TS-4D-A3, inoculados en 1997 y los cultivares TS-C4-P20, TS-D5-A7, FCS-A2, TS-C3-P32, TS-D5-A6 y FCS-P36 evaluados en 1998, mostraron los mayores promedios de severidad en las lesiones, variando este índice entre 7.0 cm (FCS-P36) y 14.5 cm (TS-D5-A7). Así mismo, la incidencia fue alta (>80%) en la mayoría de los materiales, excepto en el cultivar FCS-A2 (40%) y en el FCS-P36 (60%). Los diámetros obtenidos de estas lesiones en ningún caso fueron superiores a los del testigo susceptible UF-12, que presentó el más alto índice de severidad, que fue de 17.5 cm (Cuadro 1). El cultivar FCS-A2 es un material que presenta muy baja incidencia de Mazorca negra en condiciones naturales (resistencia por escape), sin embargo su comportamiento ante la enfermedad varía al ser inoculado artificialmente. Por sus características de producción y escape a la enfermedad en condiciones naturales, este material puede ser distribuido en la mezcla de injertos que el Programa distribuye a los productores, e incluso amerita su inclusión en programas de mejoramiento (cruzamiento con otros materiales resistentes a la enfermedad).

El resto de los cultivares evaluados presentaron reacción con bajos índices de severidad que van desde 1.2 a 6.15 cm e incidencias de 60 hasta 100% (Cuadro 1). En general estos materiales deben considerarse como moderadamente resistentes a resistentes si los comparamos con el comportamiento de los testigos catalogados como: resistente Pound-7 (1.0 cm) y moderadamente resistente Catongo (8.5 cm).

Cuadro 1. Producción y reacción de cultivares de cacao inoculados con *Phytophthora* sp. durante 1997 y 1998 en el CEDEC, La Masica, Atlántida.

Cultivar	Producción (Frutos/árbol)	Incidencia (%)		Severidad (cm)	
		1997	1998	1997	1998
TS-C3-P17	37	0.0	0.0	0.0	0.0
H12-A1	58	0.0	0.0	0.0	0.0
TS-D4-P15	50	10.0	0.0	0.1	0.0
TS-C3-P33	30	60.0	--	0.6	--
TS-C4-P23	--	60.0	--	0.6	--
FCS-A7-A1	38	--	83.0	--	1.2
CEDEC-13	33	85.7	--	1.5	--
FCS-P29	52	--	100.0	--	2.3
H2-A2	42	30.0	63.0	2.3	2.9
TS-B4-A8	55	--	100.0	--	2.9
H7-A7	50	--	63.0	--	3.1
FCS-P38	36	--	100.0	--	3.6
CEDEC-12	42	100.0	--	4.5	--
TS-C3-P18	24	--	60.0	--	4.6
TS-4 ^a -A12	40	70.0	--	4.8	--
H42-A1	43	--	75.0	--	4.9
TS-A2-P22	43	--	83.0	--	5.5
TS-D4-A1	65	100.0	100.0	7.5	5.8
CEDEC-14	81	80.0	--	6.2	--
FCS-P36	44	--	60.0	--	7.0
TS-D5-A6	41	--	100.0	--	7.5
TS-AD-A3	29	--	100.0	--	8.3
TS-C4-P20	54	100.0	--	8.6	--
CEDEC-09	52	100.0	--	9.3	--
TS-C3-P32	67	--	100.0	--	10.2
CEDEC-15	60	100.0	--	10.0	--
FCS-A2	91	--	40.0	--	10.3
CEDEC-03	34	100.0	--	10.4	--
CEDEC-01	48	100.0	--	12.0	--
CEDEC-07	37	100.0	--	12.7	--
TS-D5-A7	48	--	100.0	--	14.5
<i>TESTIGOS</i>					
POUND-7 ¹	--	--	40.0	--	1.0
CATONGO ²	--	--	100.0	--	8.5
UF-12 ³	--	--	100.0	--	--
CCN-51 ³	--	100.0	--	14.2	--

¹ Resistente

² Moderadamente resistente

³ Susceptibles

Conclusiones: Basados en los resultados de la evaluación de dos años, se identificaron cultivares que presentan un buen comportamiento en lo referente a la reacción a la Mazorca negra (TS-C3-P17, H12-A1, TS-D4-P15, TS-C3-P33, TS-C4-P23, FCS-A7-A1, H2-A2 y H7-A7, entre otros), los cuales deben continuar siendo propagados vegetativamente para su distribución a los productores y, o incluirse en futuros trabajos de mejoramiento.

Literatura citada

1. FHIA. Programa de Cacao. Informe Técnico 1997: Evaluación de la reacción de materiales promisorios de cacao a Mazorca negra (*Phytophthora* sp.) en condiciones de campo. pp. 49-53
- 2 Phillips, M. W. y J.J. Galindo. 1989. Método de inoculación y evaluación de resistencia de *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*). Turrialba Vol.39, No.4:448-449.

Fertilización del cacao (*Theobroma cacao*) con gallinaza composteada bajo sistema de agricultura orgánica. CAC 97-03.

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería

Arturo Suárez
Departamento de Agronomía

Resumen: Se aplicaron 5.042 kg/árbol de gallinaza composteada en parcelas de 60 árboles que han estado sombreados desde su establecimiento con *Erythrina berteroana*, y a parcelas a plena exposición que tuvieron sombra de musáceas sólo en los primeros cuatro años. Como testigo se seleccionó también parcelas de 60 árboles en cada lote, los que recibieron todas las prácticas de manejo pero sin aplicación de gallinaza. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento y por lote (con y sin sombra). El área a plena exposición recibió hasta 1997 una fertilización química a una dosis de 220 g/árbol de 15-15-15, mientras que las parcelas sombreadas no recibieron fertilización en los últimos 6 años. Se llevan registros de producción de mazorcas sanas y enfermas por *Phytophyhora* sp por parcela. En el primer año los rendimientos de cacao seco en el área sombreada fueron 1142 y 948 kg/ha para las parcelas con y sin gallinaza, respectivamente, mientras que en el área al sol el rendimiento fue 1447 kg/ha para el tratamiento con gallinaza y 1306 para el testigo.

Introducción: El uso de fertilizantes en cacao es una práctica económica siempre que ésta sea parte del manejo integral del cultivo. La FHIA, en ensayos durante siete años, encontró que la aplicación de N, P₂O₅ y K₂O en dosis de 60-30-60 kg/ha respectivamente, permite incrementar entre 20 y 30% la producción y el efecto residual es el más balanceado (Programa de Cacao. Informe Técnico 1997). Sin embargo, el uso de fertilizantes en este cultivo es muy poco en Honduras y otros países de la región, debido principalmente a limitaciones económicas de los productores que en su mayoría (>70%), tienen un área que no sobrepasa las 5 hectáreas de cultivo (Sánchez, 1990). Los precios no atractivos en el mercado del grano, también desestimulan al agricultor para que no utilice este y otros insumos en cacao.

Bajo condiciones de sombra regulada varios autores han encontrado en otros países respuesta a la aplicación de fertilizantes, principalmente N, P, y K solos o en combinación, así como interacción entre algunos de estos elementos (Cabala et al, 1970; Khoo et al, 1980; Cunningham and Burrige, 1960; Wood and Lass, 1985). El efecto en el crecimiento y producción del cacao de las aplicaciones de NPK en combinación con otros elementos, microelementos y materia orgánica, ha sido estudiado también en suelos de la Amazonía Brasileña (de Oliveira, 1987).

Los suelos de la zona cacaotera del país presentan en general limitaciones de fertilidad, siendo característico niveles bajos de N, P, K y, Mg aunque sin problemas de Al (FHIA, Programa de Cacao, 1987. Caracterización de la producción de cacao en Honduras). El uso de gallinaza composteada puede aportar al suelo nutrientes mayores y menores, limitantes para la producción de cacao en áreas de concentración del cultivo, pero existe la necesidad de investigar sobre esta práctica que presenta gran potencial para muchos agricultores que pueden obtener este material de desecho

de la industria avícola. Para generar información inicial sobre la fertilización orgánica del cacao en Honduras, se programó el presente estudio, que busca cuantificar la respuesta del cacao adulto (11 años) a la aplicación de gallinaza composteada.

Materiales y Métodos: El estudio está localizado en el Centro Experimental Demostrativo de Cacao, CEDEC, La Masica, Honduras, a una altura de 20 m.s.n.m y una precipitación media de 2900 mm. Los árboles sembrados a 3.0 x 3.0 m en Cuadro, con edad de 11 años, proceden de semillas híbridas de polinización controlada. Se utilizaron parcelas de 60 árboles con cuatro repeticiones, en un diseño de bloques completos al azar. Se descartaron aquellos árboles que presentaban mal desarrollo o formación. El área de las parcelas sin sombra habían recibido fertilización anual (220 gr/árbol de 15-15-15), hasta un año antes de la aplicación de los tratamientos, que fueron los siguientes:

- Tratamiento 1. Testigo: 0.0 kg/árbol de gallinaza en árboles con sombra
- Tratamiento 2. Aplicación: 5.042 kg/árbol de gallinaza en árboles con sombra
- Tratamiento 3. Testigo: 0.0 kg/árbol de gallinaza en árboles sin sombra
- Tratamiento 4. Aplicación: 5.042 kg/árbol de gallinaza en árboles sin sombra

Previo a la aplicación se hizo análisis de suelo en cada área para conocer el nivel de fertilidad y se analizó también la gallinaza para determinar la cantidad de nutrientes contenidos en la misma. De acuerdo al análisis la cantidad de gallinaza aplicada (5.042 kg/árbol) aporta al cultivo 60, 35 y 74 g/árbol de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, además de otros nutrientes, incluyendo elementos menores (Cuadro 1). La gallinaza se aplicó alrededor del árbol en una circunferencia de un metro de diámetro, aproximadamente, se limpió de hojarasca y se volvió a cubrir el área después de la aplicación. En todos los árboles se realizaron las demás prácticas comunes al cultivo (control de malezas, podas y regulación de sombra). Se llevaron registros de cosecha por parcela, de frutos sanos y enfermos por Mazorca negra (*Phytophthora* sp).

Cuadro 1. Resultado de análisis químico de gallinaza utilizada como fuente de abono orgánico en cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 1998.

Parámetro	Contenido (% en base seca)	Contenido (ppm)
Materia orgánica	65.58	--
C/N	30.28	--
N	1.65	--
P	0.42	--
K	1.71	--
Ca	6.5	--
Mg	0.6	--
Fe	--	7250
Mn	--	400
Cu	--	44
Zn	--	310
B	--	15
S	--	0.33

Resultados y Discusión: La aplicación de gallinaza compostada cuyo contenido de N, P₂O₅ y K₂O era de 1.19%, 0.69% y 1.48%, respectivamente, en una cantidad de 5.042 kg/árbol por año al cacao, se reflejó en el aumento de producción promedio de 194 kg/ha de cacao seco en el cultivo bajo sombra en relación al tratamiento sin aplicación (Cuadro 2). El aumento de la producción para el cultivo al sol fue de 141 kg/ha (Cuadro 2). Posiblemente este incremento fue menor por el efecto residual de la aplicación de fertilizante hecha un año antes a los árboles bajo el sol.

Cuadro 2. Producción de cacao seco e ingresos en parcelas con sombra y a plena exposición solar fertilizadas con gallinaza compostada. CEDEC, La Masica, Atlántida, 1998.

Tratamiento kg/árbol de gallinaza	kg/ha cacao seco	Ingresos (US\$/ha)
1. 0.00 (con sombra)	948	1,284.60
2. 5.042 (con sombra)	1,142	1,547.49
	Aumento: 194	262.89
3. 0.00 (sin sombra)	1,306	1,769.78
4. 5.042 (sin sombra)	1,407	1,960.78
	Aumento: 141	191.06

La aplicación de la gallinaza compostada al sistema, ha implicado la adición al suelo de N, P₂O₅ y K₂O, además de otros nutrientes en una manera más disponible y de una manera más balanceada. La adición de la gallinaza a un suelo ácido (pH = 5.4 - 6.0) y bajos N, P, y K, Ca y Mg, Zn, B, y S, incrementó la disponibilidad de estos nutrientes al cultivo, de acuerdo al a los contenidos de estos nutrientes en la misma, según el análisis químico (Cuadro 1).

Los resultados del primer año de tratamiento resultan económicamente rentables para el productor, pues el costo de la gallinaza, el transporte y la aplicación se cubren con 73 kg de cacao (en base al precio de venta en el mercado local de US\$ 1.35/kg de cacao seco), dando una diferencia como ingreso para el productor de US\$164.34/ha en la parcela con sombra y tratada con gallinaza versus US\$ 92.51/ha en las parcelas a plena exposición que también fueron fertilizadas.

Conclusión:

La aplicación de gallinaza composteada en cantidad de 5,546 kg/ha año como fuente de abono orgánico en plantaciones de cacao con sombra de leguminosas y en plantaciones a plena exposición solar, resulta económicamente rentable para el productor aun desde el primer año de realizar esta práctica.

Literatura citada

- Cabala-Rosand, P.S., E.R. Miranda, de y E.P. Prado. 1970. Efeito de remocao de sombra e da aplicacao de fertilizantes sobre a producao de cacaueiro da Bahia. *Cacao (Costa Rica)* 15:1-10.
- Cunningham, R.K. y J.C.Burridge, J.C. 1960. The growth of cacao (*Theobroma cacao* L.) with and without shade. *Annals of Botany* 24:258-262.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Programa de Cacao. 1987. Situación Actual de la Producción de Cacao en Honduras. Documentos sobre Desarrollo Institucional.
- Khoo, K.T., P.S. Chew. y Chew, E. 1980. Fertilizer responses of cocoa on coastal clay soils in Peninsular Malaysia. In *International Conference on Cocoa and Coconuts, Kuala Lumpur, 1978. Proceeding. Kuala Lumpur. The Incorporated Society of Planters.* pp. 208-220.
- Oliveira Morais, F. I. de. Efecto de fertilizantes y correctivos sobre el crecimiento y producción del árbol de cacao en suelos de la Amazonía Brasileña. In: *Conferencia Internacioanal de Investigación en cacao, 10º. Santo Domingo, República Dominicana. 17 al 23 de mayo. Resúmenes.* p. 139.
- Sánchez, J.A. 1990. Caracterización de la Producción de Cacao en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. Programa de Cacao. 64 p.
- Wood, G.A.R. y R.A. and Lass. 1985. *Cocoa*. 4a. ed. Tropical Agriculture Science. Longman Scientific and Technical, New York. pp. 166-194.

Falta de estimulación de la fructificación en cacao mediante la deposición al pie del árbol de cáscaras de cacao y pseudotallos de banano en descomposición como sustrato para la reproducción de insectos polinizadores. CAC97-01.

Luis Vásquez y Javier Díaz,
Departamento de Protección Vegetal

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón.
Programa de Cacao y Agroforestería.

Resumen: En un periodo de quince meses se intentó incrementar la fertilización de flores de cacao mediante la deposición al pie del árbol de cáscaras de cacao y pseudotallos de banano en descomposición. La presencia de estos sustratos vegetales en descomposición dentro de las plantaciones de cacao podría estimular la reproducción de insectos asociados con la polinización de los árboles de cacao. El estudio se condujo en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC) en La Masica, Atlántida. La deposición de pseudotallos y cáscaras de cacao alrededor de los árboles de cacao no aumentó la fertilización de frutos a pesar de que se confirmó la presencia de los Dípteros asociados con polinización en cacao, reproduciéndose en el sustrato en descomposición. Varias familias de dípteros además de la familia Ceratopogonidae fueron recuperados de los sustratos en descomposición.

Introducción: La polinización es un factor limitante en la producción de cacao (Soria et al., 1980, Wood y Lass, 1985). El cacao produce mucho más flores que frutos lo que indica que muchas flores nunca llegan a ser polinizadas (Young, 1994; Walsh, 1997). Según Wood y Lass (1985) en condiciones normales sólo del 1 al 5% de las flores de cacao son polinizadas. Sin embargo, dicho porcentaje de polinización manual o mediante el uso de métodos mecánicos como aspiradores de aire (Wood y Lass, 1985). Parte del problema de fertilización se debe a que las flores del cacao son bien pequeñas, típicamente alógamas (>95%) y el tipo de dehiscencia que presenta su polen no es muy efectivo para ser acarreado por el viento (Wood y Lass, 1985; Enriquez, 1985). Esto produce que ciertos insectos muy pequeños jueguen un papel clave en la fertilización de sus flores. Los jejenes principalmente del género *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae) y también los jejenes de otros géneros que son formadores de agallas (Diptera: Cecidomyiidae) se han reportado como los principales polinizadores del cacao en las Américas (Hernández, 1965; Free, 1970; Entwistle, 1972; McGregor, 1976; Soria et al., 1980; Bystrak y Wirth, 1978, Wood y Lass, 1985; Enriquez, 1985; Young, 1994). En Turrialba, Costa Rica se ha reportado a *Forcipomyia blatoni* Soria y Bystrak., *F. (Microhelea) fuliginosa* (Meigen)., y *F. (Warmkea) tuberculata* como las especies que más inciden en la polinización del cacao (Soria et al., 1980). Algunos estudios han sido conducido con éxito para criar masivamente estas especies de jejenes en el laboratorio (Hernández, 1965; Soria y Wirth, 1975; Soria, 1978, Bessemer y Soria, 1978) con miras a hacer liberaciones masivas en el campo. Sin embargo, independientemente de que si esta fuere una práctica efectiva la cría artificial de jejenes es una técnica que requiere facilidades de laboratorio y equipo que por ahora no están disponibles para los productores de cacao en Honduras. Afortunadamente, existen métodos alternativos que podrían permitir la manipulación de especies polinizadoras de cacao en el campo.

Se ha demostrado que los jejenes se reproducen naturalmente en substractos vegetales como cáscaras de cacao y pseudotallos de musáceas en descomposición (Soria et al., 1978; Brew, 1988). Esto sugiere que la deposición de estos substractos dentro de las plantaciones podría resultar en incrementos significativos de las poblaciones de jejenes polinizadores (Soria et al., 1978). Los jejenes tienen poca movilidad lo que hace pensar además que los insectos podrían permanecer cerca del sustrato (por ejemplo, al pie de los árboles) en que se reprodujeron beneficiando a los árboles o las plantaciones que recibiesen esta práctica cultural.

Con frecuencia, en las fincas de cacao de Honduras, las cáscaras de cacao que quedan después de la cosecha son descartadas y dejadas a podrir fuera de las plantaciones. Esta práctica podría ser contraproducente en lo que a polinización se refiere ya que las cáscaras de cacao pueden ser un medio apropiado para la reproducción de insectos polinizadores (Soria et al., 1978; Brew, 1988). Otro sustrato apropiado que se puede utilizar para la reproducción de insectos polinizadores es el pseudotallo de musáceas (Soria et al., 1978). En la costa norte de Honduras, donde la mayoría del cacao es producido, hay grandes plantaciones de banano y plátano y los pseudotallos de estas plantas son abundantes. Las plantas de banano o plátano pueden ser utilizadas además entre las plantaciones de cacao como fuente de sombra para árboles jóvenes o como cultivo de borde en plantaciones de cacao ya establecidas. Considerando que tanto las cáscaras de cacao como los pseudotallos de musáceas son, por las razones anteriormente expuestas, sustratos disponibles dentro de las cercanías de las plantaciones de cacao en la costa norte de Honduras, su utilización como sustrato para reproducir jejenes polinizadores puede ser económicamente viable. Este estudio tiene como objetivo el evaluar si la colocación de cáscaras de cacao o de pseudotallos de banano al pie de los árboles incrementa significativamente la fertilización de flores en lotes comerciales de cacao en Honduras.

Materiales y Métodos: 8 lotes de cacao fueron seleccionados en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC) en La Masica, Atlántida. Excepto por los 2 lotes Orgánicos, todos los lotes fueron seleccionados al azar pero considerando que dentro de cada lote de cacao la distancia de siembra, el tipo de sombra, la ocurrencia y la edad de las plantas es constante o en el caso de los tipos de cacao consistentes dentro del lote pero de ocurrencia al azar (Cuadro 1). En general los lotes seleccionados tienen de 20 a 25 líneas sembradas de cacao, cada una con 40 a 50 plantas. Excepto en los lotes 1 y 4, la distancia de siembra es de 3 x 3 m. En todos los lotes, la densidad de siembra oscila entre 800 a 1,250 árboles por lote.

Cuadro 1. Características de los lotes experimentales de cacao utilizados en el estudio de estimulación de la fructificación en cacao mediante la deposición al pie del árbol de cáscaras de cacao y pseudotallos de banano en descomposición como sustrato para la reproducción de insectos polinizadores. CEDEC, La Masica, 1998.

Lote	Características del Lote	Edad	Distancia	Material genético
1	Antes con sombra de pimienta negra ahora árboles maderables (lote 12 ó 12B)	7 años	2 x 2 m	Injertos de materiales seleccionados en Honduras.
2	Sin sombra, lote del sol. Lote Orgánico.	10 años	3 x 3 m	Mezcla de híbridos por semilla
3	Sombra de frutales y maderables (5B)	10 años	3 x 3 m	Mezcla de híbridos por semilla
4	Lote de siembra estilo Filipino. Utiliza madriado y granadillo como sombra.	8 años	variable	Mezcla de híbridos por semilla
5	Propagación mezclada. Sombra de madriado y hormigo.	9 años	3 x 3 m	Mezcla de híbridos por semilla e injertos, material local.
6	Prueba de híbridos con sombra de guama.	10 años	3 x 3 m	Mezcla de híbridos por semilla
7	Lote comercial. Sombra de guama, cedrillo y nogal.	11 años	3 x 3 m	Mezcla de híbridos por semilla
8	Lote orgánico. Sombra de pito.	10 años	3 x 3 m	Mezcla de híbridos por semilla

Dentro de cada lote se seleccionaron tres líneas de árboles cacao al azar dejando por lo menos 3 líneas de árboles entre las líneas seleccionadas y los bordes. Dentro de cada línea se seleccionaron luego 15 árboles contiguos comenzando en cualquier punto al azar dentro de cada línea y por lo menos 12 m aparte de los bordes. Los tratamientos aplicados consistieron de cáscaras vacías de cacao, pseudotallos picados de musáceas y el tratamiento control sin ninguna aplicación de residuos. Los tratamientos fueron aplicados al azar en cada una de las líneas seleccionadas en cada lote. El experimento comenzó el 11 de junio de 1997 con la aplicación de 11.5 lb/árbol de pseudotallos de banano (colectados en Las Guarumas, La Lima), y dos cubetas (0.06 m³) de cáscaras de cacao frescas (producto de la cosecha de cacao de La Masica). Antes de colocarlos, los pseudotallos de banano fueron cortados transversalmente en rodajas de 3 a 5 cm de ancho. Los tratamientos se aplicaron mensualmente durante todo el estudio a razón de 2 pseudotallos picados/árbol ó 2 sacos de cáscaras

de cacao/árbol. Tanto las rodajas de pseudotallo de banano como las cáscaras de cacao fueron colocadas al pie de cada árbol en un perímetro de 1 m de radio.

Los muestreos se realizaron mensualmente y se evaluó el número de frutos cuajados, el número de frutos abortados y el número de flores abiertas en el primer metro del tallo del árbol desde el suelo. Frutos abortados son aquellas flores que fueron fertilizadas y que produjeron un fruto que luego fue desechado por el árbol, presumiblemente por razones fisiológicas. Los frutos abortados se tornan necróticos pero permanecen adheridos al árbol por varias semanas. Por este motivo y para no contar dos veces el mismo fruto, al comienzo del estudio y durante cada muestreo se tomó la precaución de remover todos los frutos abortados. Los frutos cuajados son aquellas flores que fueron fertilizadas y que produjeron un fruto el cual presenta un desarrollo normal. Se presume que un fruto que tenga desarrollo normal no crece más que 4 cm en un mes (Jesús Sánchez, comunicación personal). Por este motivo y para no registrar dos veces el mismo fruto cuajado, se registraron los frutos cuajados que alcanzaron un tamaño igual o menor a 4 cm en cada muestreo mensual. Al comenzar el estudio se tomó también la precaución de remover todos los frutos cuajados. El número de frutos fertilizados resulta entonces de sumar el número de frutos cuajados y el número de frutos abortados. En cada muestreo se recolectó además una porción al azar de material vegetativo en descomposición (48 g por cada lote y tratamiento) con el objetivo de criar, recuperar y evaluar el tipo de dípteros que se están reproduciendo en el sustrato.

El estudio se analizó utilizando un diseño de bloques completos al azar con Tukey como método de separación de medias (Neter et al., 1990; Ott, 1988). Para el análisis se utilizó Minitab Statistical software donde cada lote representó un bloque independiente (Minitab, 1993). El número de flores observado se utilizó como covariable en el modelo con el objeto de reducir la variabilidad producida por las diferencias en capacidad reproductiva de cada árbol.

Resultados y Discusión:

Frutos fertilizados, cuajados y abortados: No se observaron diferencias significativas entre el promedio de los frutos fertilizados y cuajados ($F= 1.16; 2, 356; P= 0.315$; y $F= 0.67; 2, 356; P= 0.510$, respectivamente). Sin embargo, sí se observaron diferencias significativas ($\alpha = 0.01$) en el promedio de frutos abortados ($F= 2.68; 2, 356; P= 0.070$). La mayoría de los frutos abortados fueron observados en el tratamiento control (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de frutos fertilizados, cuajados y abortados por árbol. Estimulación de la fructificación en caco mediante la deposición al pie del árbol de cáscaras de cacao y pseudotallos de banano en descomposición como sustrato para la reproducción de insectos polinizadores. Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC), La Masica, Atlántida, junio a diciembre 1997. Entomología, FHIA.

Tratamiento	Frutos Fertilizados ¹	Relativo %	Frutos Cuajados ¹	Frutos Abortados ¹
Control	3.38 ± 2.9 (n = 119)	a 100	2.17 ± 1.8 (n = 119)	1.21 ± 1.5 (n = 119)
Cáscaras de Cacao	3.28 ± 2.3 (n = 119)	a 84	2.31 ± 1.9 (n = 119)	0.97 ± 1.1 (n = 119)
Rastrojos de Banano	3.03 ± 2.1 (n = 119)	a 80	2.23 ± 1.8 (n = 119)	0.80 ± 0.94 (n = 119)

¹ Media ± Desviación Standard. Promedios seguidos por la misma letra no son estadísticamente distintos (Procedimiento Tukey para comparación de medias, t , $(nt - r) = 2, 119$; $q = 2.9$; $\alpha = 0.10$. El valor n para cada una de las medias de frutos fertilizados, cuajados y abortados es diferente por tanto las medias de los tratamientos no suman igual al total.

Dípteros recolectados del sustrato de los tratamientos: La mayoría de los insectos recuperados del sustrato recolectado fueron del orden Díptera (96%). Los Dípteros recuperados incluyeron miembros de la familia Cecidomyiidae, Psychodidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Dixidae, Chobonidae y Sciaridae. Todas las familias fueron recuperadas tanto de las muestras de pseudotallo de banano como de las muestras de cáscaras de cacao. Los Cecidomyiidos forman un amplio grupo de insectos pequeños que viven en su mayoría formando agallas en las plantas, pero hay grupos que también se alimentan en sus estadios larvales de material vegetal en descomposición o de los hongos que crecen sobre éstos. Según Young (1994) miembros de esta familia de insectos se encuentran relacionados con la polinización en cacao. Miembros de la familia Ceratopogonidae, por otro lado, son señalados como los principales polinizadores de cacao. Ambas familias de insectos fueron detectadas reproduciéndose en él, en ambos sustratos vegetales en este estudio. Los Sciaridos, Psychodidos, Chironomidos, Dixidos, y Chobonidos, por su lado, son dípteros que prefieren áreas sombreadas y húmedas para vivir y reproducirse, sus larvas se desarrollan también en sustrato vegetal en descomposición o de los hongos que crecen sobre éstos. Sin embargo ninguna de estas familias ha sido asociada con polinización en cacao aunque en algunos casos pueden competir con los Cecidomyiidos y los Ceratopogonidos por alimento y hábitat.

A pesar de se esperaba un incremento en la producción de flores fertilizadas por árbol en las parcelas tratadas, los resultados de 15 meses de experimentación parecen mostrar algo diferente. Los árboles que mostraron mayor fertilización de flores fueron aquellos que no fueron expuestos a los sustratos vegetales. Hay varias razones por las cuales esto podría estar ocurriendo. Es posible que en esta localidad en particular los Ceratopogonidos y Cecidomyiidos, que son los dípteros

encargados de polinizar las flores de cacao, no han encontrado en los residuos un buen sustrato para reproducirse. Otra probabilidad es que los insectos de las otras familias encontrados en mayor abundancia en el sustrato sean más agresivos y compitan mejor por los recursos desplazando en el suelo o en las flores de cacao a los insectos de las familias polinizadoras. De cualquier forma el mayor número de flores fertilizadas no se tradujo en un incremento en la producción en el caso del tratamiento control ya que la mayoría de los frutos fertilizados fueron abortadas, lo cual se refleja en diferencias no significativas en el número de frutos cuajados. Esto posiblemente se debe a condiciones fisiológicas o nutricionales de los árboles en general e indica que aunque se tenga éxito en el incremento de la polinización, este debe ser acompañado con un buen programa nutricional de los árboles. A pesar de que los resultados no han sido los esperados, sí se tubo éxito en comprobar la presencia de miembros polinizadores de la familia Ceratopogonidae y Cecidomyiidae en el sustrato vegetal, lo cual indica que su ausencia no es un factor en la falta de polinización.

Literatura Citada:

- Besemer, H. A. y S. J. Soria. 1978. Laboratory rearing of *Forcipomyia* spp. Midges (Diptera, Ceratopogonidae): 1. Adult feeding and copulation trials; a revision of Saunders method of rearing. *Rev. Theobroma* 8: 43-59.
- Brew, A. H. 1988. Cocoa pod husk as a breeding substrate for *Forcipomyia* midges and related species which pollinate cocoa in Ghana. *Cocoa Growers Bulletin* 40:40-42
- Bystrak, P. G. and W. W. Wirth. 1978. The North american species of *Forcipomyia*, subgenus *Euprojoannisia* (Diptera: Ceratopogonidae). United States Department of Agriculture. Technical Bulletin 1591: 1 - 51.
- Enriquez G. A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, costa Rica.
- Entwistle, P. F. 1972. Pests of cacao. London, Longman.
- Free, J. B. 1970. Insect pollination of crops. New York, Academic Press.
- Hernández, J. 1965. Insect pollination of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Costa Rica. Ph. D. Thesis. Madison, Univerisity of Wisconsin.
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 496.
- Minitab Inc. 1993. Minitab reference manual.
- Neter J., W. Wasserman y M. H. Kutner. Applied Linear Statistical Models. IRWIN, Boston M.A. 1990.

- Ott L. 1988 An introduction to statistical methods and data analysis. Pws-Kent publishing Co., Boston.
- Soria, S., W. W. Wirth y R.K. Chapman. 1980. Insect pollination of cacao in Costa Rica. 1. Preliminary list of the ceratopogonid midges collected from flowers. *Revista Theobroma* 10: 61-68.
- Soria, S. 1978. Laboratory rearing of *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae): 2. Determination of the reproductive and biotic potentials, preliminary tests. *Revista Theobroma (Brasil)* 8: 61-71.
- Soria, S., W. Wirth y H. Besemer. 1978. Breeding places and sites of collection of adults of *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) in cacao plantations in bahia, Brazil: A progress report. *Revista Theobroma (Brasil)* 8: 21-29.
- Soria, S., y Wirth, W. W. 1975. Ciclos de vida dos polinizadores do cacauero *Forcipomyia* spp. (Diptera. Ceeratopogonidae) e algumas anotações sobre o comportamento das larvas no laboratório. *Revista Theobroma (Brasil)* 5: 3-22.
- Walsh, R. 1997. The chocolate bug. *Natural History* 5: 54-57.
- Wood G. A. R. y R. A. Lass. 1985. Cocoa. Logman Scientific & Technical. New York, USA.
- Young A. M. 1994. The chocolate tree. Smithsonian Institution Press. Washington and London.