



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

## INFORME TÉCNICO 2006

# PROGRAMA DE CACAO Y AGROFORESTERÍA



La Lima, Cortés, Honduras, C.A.  
Marzo de 2007

## CONTENIDO

1. RESUMEN .....	1
2. INTRODUCCION.....	3
3. ACTIVIDADES EN EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DEMOSTRATIVO DE CACAO (CEDEC) .....	4
Registros climáticos en la zona cacaotera de Honduras. CAC 86-01 .....	4
Evaluación de especies no tradicionales como sombra permanente en el cultivo de cacao en la costa atlántica de Honduras .....	7
Ensayos de nutrición en el cultivo de cacao .....	30
Ensayo 1. Respuesta del cacao a la fertilización química y orgánica .....	33
Ensayo 2. Fertilización orgánica del cacao empleando como fuente gallinaza composteada.....	35
Ensayo 3. Evaluación de la aplicación de niveles de potasio en cacao.....	37
Avances en la evaluación de la respuesta de cacaotero ( <i>Theobroma cacao</i> L.) a la inoculación con el hongo micorrízico <i>Glomus intraradix</i> aplicado a plántulas de diferente edad en Honduras. CAC 04-01 .....	40
Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad de árboles en línea. CAC02-02.....	45
Estudio de cultivares promisorios y evaluación de cruces interclonales de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) introducidos o seleccionados en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao, La Masica, Atlántida.....	49
Evaluación de materiales híbridos con resistencia potencial a moniliasis ( <i>Moniliophthora roreri</i> ) bajo condiciones de inóculo natural.....	56
Resultados preliminares de evaluación de la resistencia de germoplasma de cacao a la Moniliasis en Honduras por medio de inoculación artificial.....	62
Avances en la evaluación por inoculación artificial de la resistencia de material genético de cacao a Mazorca negra .....	67
Caracterización de cultivares de cacao con tolerancia a moniliasis causada por el hongo <i>Moniliophthora roreri</i> previo a la futura distribución comercial de este material. CAC05-01 .....	71
4. ACTIVIDADES EN EL CENTRO AGROFORESTAL DEMOSTRATIVO DEL TROPICO HUMEDO (CADETH) .....	74
Comportamiento del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) bajo cinco especies forestales maderables no tradicionales como sombra permanente en la zona atlántica de Honduras. AGF 96-01 .....	74
Comportamiento del cultivar de cacao (Cultivar CCN-51) bajo sombra permanente de tres especies forestales maderables. AGF 96-02 .....	76

Comportamiento de especies maderables del bosque latifoliado cultivadas en sistemas de linderos y caminos internos. AGF 96-03 .....	76
Comportamiento de especies maderables no tradicionales establecidas en terreno limpio sin adición de insumos. AGF 96-04.....	78
Rambután-piña y pulasán-piña como sistemas agroforestales temporales con potencial para pequeños y medianos agricultores con asiento en terrenos de ladera. AGF97-01 .....	79
Establecimiento de rodal semillero de especies nativas del bosque latifoliado. AGF 98-02 .....	79
Colección de frutales nativos y exóticos con potencial para conformar sistemas agroforestales en zonas de ladera. AGF 99-01 .....	82
Evaluación comercial de especies maderables establecidas en parcelas puras, carriles y sistemas agroforestales. AGF 01-02 .....	84
Otras actividades realizadas en el CADETH .....	86
<b>5. PROYECTOS ESPECIFICOS .....</b>	<b>88</b>
Proyecto Diversificación de la Economía Rural, USAID-RED/FINTRAC-FHIA .....	88
Proyecto Micro Hidro Turbinas (MHT) .....	101
Proyecto Apoyo a la Mancomunidad de Municipios del Centro de Atlántida (MAMUCA) para la Protección y Manejo Sostenible de la Cuenca del Río San Juan .....	108
<b>6. ACTIVIDADES DE PROMOCION, CAPACITACION/TRANSFERENCIA</b>	
<b>REALIZADAS POR EL PROGRAMA.....</b>	<b>115</b>
Actividades de capacitación/comunicación .....	115
Producción de materiales de propagación y otros.....	116

## 1. RESUMEN

Durante el año 2006 se mantuvo el precio del grano de cacao alrededor de US\$ 1500/tonelada métrica (tm), habiéndose registrado el precio más alto en Julio y el más bajo en el mes de Abril (US\$ 1,750 versus 1,360/tm, respectivamente). En el mercado local el precio promedio fue de US\$ 1,455/tm puesto en la fábrica, localizada en Choloma, Cortés, lo que indica que el productor hondureño recibe por su cacao aproximadamente el 95% del precio mundial del grano. La producción nacional se calcula en el 2006 en 1,100 tm, equivalentes al 23% de la capacidad de molienda instalada que es de 4,800 tm anuales. Durante el 2006 se usó el 49% (2,352 tm) de la capacidad instalada de la fábrica gracias a la importación de grano de República Dominicana y Nicaragua, con la consecuente fuga de divisas.

La consolidación del manejo de la moniliasis basado en prácticas de campo (sin uso de productos químicos que aun no los hay con eficiencia económica) sigue siendo una prioridad para el Programa. Con manejo oportuno donde la poda y el retiro periódico de frutos enfermos destacan por su importancia, la incidencia de la enfermedad en el Centro Experimental Demostrativo de Cacao (CEDEC) que posee un área en cacao de 45 hectáreas (ha) fue de 4.5% durante el 2006. A pesar de esta experiencia, la producción sigue deprimida debido a la falta de asistencia técnica y decisión de los productores por aplicar el manejo requerido a la plantación justificando tal actitud a la falta de recursos para iniciar la rehabilitación de sus plantaciones, lo cual resulta costoso después de un tiempo de abandono prolongado que se inició con la aparición y establecimiento de la enfermedad en las áreas cacaoteras del país.

La búsqueda de materiales genéticos con potencial de resistencia continuó con registros de incidencia en condiciones de inóculo natural y la inoculación artificial de algunos con mayor producción y muestra de resistencia al patógeno. Estos materiales híbridos han sido suministrados por el CATIE, Costa Rica, y algunos son cultivares seleccionados localmente o introducidos de Suramérica que forman parte de la colección de materiales genéticos del CEDEC. Unos pocos materiales continúan mostrando buen comportamiento productivo y tolerancia a la enfermedad bajo condiciones de inóculo artificial.

El Programa continuó evaluando especies forestales con potencial para el reemplazo de sombra permanente en cacao y los resultados muestran que especies como la Rosita, San Juan Guayapeño, Laurel Negro, Cedrillo, Granadillo Rojo, Marapolán, Flor Azul y Santa María, entre otras, presentan potencial para reemplazar la sombra tradicional en cacao.

En el campo de proyectos específicos, se continuaron actividades en el proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA que busca incrementar los ingresos y la generación de empleo de productores a través de sistemas agroforestales, protegiendo y conservando a la vez los recursos naturales. Dentro de este proyecto se seleccionaron 44 productores en la zona de La Esperanza, 49 en la zona de La Masica-Tela y 32 en la zona de La Ceiba-Tocoa, Colón. Con estos usuarios se establecieron 127 ha de diversos cultivos con un enfoque agroforestal en el cual se asocian cultivos de ciclo corto con cultivos permanentes de producción a mediano y largo plazo, mas una o varias especies forestales cuyo aprovechamiento es a largo plazo. Además del apoyo técnico para el establecimiento y manejo de las parcelas, se apoyó a los productores participantes del proyecto con material genético y otros medios de producción (cinta para riego, por ejemplo), y

transporte y búsqueda de mercado para sus productos. En este proyecto se realizaron 197 eventos de promoción y capacitación, se prestó asistencia directa mediante 2,598 visitas y se comercializaron diversos productos (hortalizas, plátano, yuca, sandía y maracuyá, entre otros), para un total de US\$ 116,694.28 y un promedio de US\$ 933.55/productor (incluyendo las tres zonas).

Se atendieron actividades del proyecto que se realiza con la Mancomunidad de Municipios del Centro de Atlántida (MAMUCA) mediante un convenio de acompañamiento en el desarrollo de la cuenca del Río San Juan, en La Masica, Atlántida. En lo que concierne al Programa, dentro de este proyecto se desarrollaron actividades de capacitación, establecimiento de 38 parcelas agroforestales (30.5 ha), 185 huertos familiares, se construyeron 254 estufas ahorradoras de leña y se instaló una microhidroturbina para alumbrado eléctrico. En este campo de aprovechamiento integral del recurso agua, se instalaron también tres microhidroturbinas (MHT) con el apoyo económico de la USAID-RED, una en La Masica, Atlántida, una en El Porvenir, Jutiapa, y otra en La Muralla (Pico Bonito) La Ceiba, Atlántida. Finalmente, con el apoyo de la GTZ se instalaron 5 estufas ahorradoras de leña tipo Eco Justas (de 20 que es el convenio inicial), se complementaron materiales para la MHT de la comunidad de El Recreo, La Masica, se apoyó esta comunidad para la instalación de la misma y se realizaron estudios preliminares para otras dos MHT en las comunidades de Satalito y Nueva Esperanza, en el municipio de Balfate, Colón.

La atención de distintas audiencias (productores, técnicos, estudiantes e inversionistas) en los centros experimentales CEDEC y CADETH en La Masica, Atlántida, junto con la producción de materiales genéticos diversos para distribución entre los productores y proyectos afines, continúa siendo una actividad que demanda recursos (técnicos y económicos) del Programa. Durante el 2006 se realizaron en estos centros 80 eventos de capacitación/comunicación registrándose 1,250 asistencias.

## 2. INTRODUCCION

Continúa relativamente estable el precio del grano en el mercado mundial, habiéndose mantenido durante el 2006 alrededor de US\$ 1,500 la tonelada métrica con un máximo diario de US\$ 1,750 a finales de Julio y un mínimo diario de US\$ 1,360 a principios de Abril. Así mismo, el precio de compra local se mantuvo durante el 2006 alrededor de Lps.27.50/kg (Lps. 27,500/tm). La industria local continúa deficitaria en materia prima, habiendo operado a un 46% de su capacidad gracias a las importaciones de República Dominicana (2160 tm de grano), ya que con la materia prima nacional sólo podría operar a un 23% de su capacidad (1,100 tm). La moniliasis que ataca el fruto del cacao sigue siendo la principal causa para que el rubro no se recupere, y esto no cambiará mientras los productores no decidan poner en práctica las recomendaciones basadas en las experiencias que el Programa ha consolidado en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC), donde después de cuatro años de trabajos de campo orientados al control cultural de la enfermedad, se ha logrado bajar la incidencia a 4.5% en promedio mensual, demostrando con esto que se puede explotar rentablemente el rubro de cacao bajo una filosofía de convivencia con el patógeno. Actualmente la enfermedad continúa expandiéndose en plantaciones de México y Belice, pues igual que en otros países donde ha llegado la enfermedad, los productores no toman conciencia de la gravedad del problema y cuando reaccionan ya la misma se ha establecido e invadido completamente sus plantaciones, haciéndose muy costoso y por ende la principal barrera para emprender un programa de recuperación de las fincas.

En el 2006 el Programa continuó desarrollando actividades relacionados con el manejo integral del cultivo como la mejor opción para controlar la Moniliasis, incluyendo la evaluación de materiales genéticos en busca de resistencia al hongo (*Moniliophthora roreri*), causante de la misma. Con este propósito continúa la evaluación de 1,350 materiales híbridos procedentes del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica, y algunas selecciones locales.

La consolidación de información sobre distintos sistemas agroforestales en proceso en el CEDEC y en el Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo (CADETH), continúan siendo prioritario para el Programa. En base a la información disponible se puede afirmar que en condiciones edafoclimáticas similares a las del CEDEC, La Masica, y con un manejo adecuado del asocio cacao-laurel negro o cacao-cedro, se pueden obtener ingresos brutos superiores a los US\$ 34,000/ha por concepto de madera de aserrío y venta de cacao con Laurel Negro, y US\$ 44,000/ha con Cedro a los 18 años de establecidos, mientras que con el sistema tradicional de cacao con sombra de leguminosas, los ingresos brutos acumulados por cacao apenas se aproximan a los US\$ 9,000/ha, en base a un precio promedio (1990 al 2006) de cacao seco de US\$ 0.88/kg y US\$ 0.80/pie tablar de laurel negro y US\$ 1.22/pie tablar de cedro.

En otras actividades, durante el 2006 el Programa desarrolló actividades diversas planificadas dentro de proyectos específicos como el Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA en la zona Atlántica y Tocoa, Colón, y en la región de la Esperanza, Intibucá (financiado por la USAID); el Proyecto de Manejo Integral de la Cuenca del Río San Juan, ejecutado por la MAMUCA y financiado por PROMESAS-Canadá, y MHT-GTZ financiado por el gobierno de Holanda a través de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

### 3. ACTIVIDADES EN EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DEMOSTRATIVO DE CACAO (CEDEC)

#### Registros climáticos en la zona cacaotera de Honduras. CAC 86-01

*Jesús Sánchez*

*Programa de Cacao y Agroforestería*

*Roberto Fromm*

*Servicios Agrícolas*

Se continuó la recopilación y procesamiento de información de tres estaciones meteorológicas ubicadas en La Masica, Atlántida (estación el CEDEC), en la comunidad de El Recreo, La Masica (estación el CADETH) y en Guaymas, Yoro (Finca Fúnez), registrándose sólo precipitación en esta última (Cuadros 1, 2, 3 y 4 y Figura 1). Para el caso del CEDEC (registros de 11 meses por problemas en el equipo), el 2006 fue un año de menos lluvia que el 2005 pues cayeron 2053 mm (Enero a Noviembre) versus 2,666 mm en el 2005 en el mismo período (Enero a Noviembre), equivalente a un 30% menos de lluvia. Con relación al promedio de los 7 años anteriores (1999-2005), la lluvia en el 2006 (11 meses) fue sólo el 77% del promedio del citado período (considerando también el período de Enero a Noviembre). En cuanto a los meses más lluviosos se observa que en el período 1999-2005 (promedio) son Enero (531 mm) y Noviembre (542 mm), mientras que para el 2006 estos fueron Febrero (344 mm) y Marzo (369 mm), sin considerar Diciembre. Igual que en el 2005 este comportamiento de la precipitación influyó positivamente en el comportamiento del cacao, así como de otros cultivos, pues fue favorable para la floración y fructificación del cacao y de otros frutales como el rambután. En el caso del cacao la distribución de las lluvias en el 2006 contribuyó a mantener la baja incidencia de mazorca negra y moniliasis en el Centro (menos del 5% de incidencia promedio mensual de ambas enfermedades en el 2006).

Cuadro 1. Resumen de datos climatológicos. Estación 27-002FH. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2006.

M e s	Lluvia (mm)	Temperatura (°C), promedio mensual			H.R (%)
		Mínima	Máxima	Media	
Enero	282	19.0	28.3	23.0	90
Febrero	344	18.2	28.5	23.0	88
Marzo	369	19.0	31.0	24.5	86
Abril	47	18.0	33.0	25.3	75
Mayo	23	22.2	33.2	27.1	85
Junio	206	22.6	32.4	26.5	89
Julio	163	22.4	32.8	27.0	89
Agosto	198	22.3	33.2	26.9	89
Septiembre	58	22.4	32.1	26.3	92
Octubre	290	22.0	31.0	25.5	87
Noviembre	73	21.1	30.6	24.6	97
Diciembre	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2,053</b>	-	-	-	-
<b>Promedio</b>	<b>187</b>	<b>20.8</b>	<b>31.4</b>	<b>25.4</b>	<b>88</b>



El comportamiento de la lluvia registrada en el CEDEC varió considerablemente en el 2006 con relación a los 7 años anteriores, tanto en cantidad (2053 mm en el 2006 vs 2980 mm de promedio del periodo) como en distribución, manteniendo siempre en ambos casos los “picos” más altos a comienzos y finales de año.

Cuadro 2. Lluvia mensual (mm), registrada en la estación del CADETH, La Masica, en los años 2000 al 2006.

M e s	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Prome- dio	2006
Enero	125	427	447	647	142	33	304	415
Febrero	353	30	213	268	714	48	271	389
Marzo	11	167	471	284	137	197	211	246
Abril	40	128	47	154	459	106	156	67
Mayo	110	195	158	66	338	90	160	55
Junio	163	161	297	141	--	244	201 <sup>1</sup>	206
Julio	204	126	157	264	686	160	266	202
Agosto	260	343	120	296	90	404	252	137
Septiembre	195	183	322	302	--	324	265 <sup>1</sup>	162
Octubre	209	1,072	319	248	--	573	484 <sup>1</sup>	358
Noviembre	356	506	180	826	96	1,138	517	247
Diciembre	720	213	257	956	488	418	509	556
<b>Total</b>	<b>2,746</b>	<b>3,551</b>	<b>2,988</b>	<b>4,452</b>	<b>3,150</b>	<b>3,735</b>	<b>3,596</b>	<b>3,040</b>
<b>Promedio</b>	<b>229</b>	<b>296</b>	<b>249</b>	<b>371</b>	<b>350</b>	<b>311</b>	<b>300</b>	<b>253</b>

<sup>1</sup> Solo 5 años

Cuadro 3. Precipitación pluvial (mm), registrada en los años 2000 al 2005 en la estación CLCAGYO2 - Finca Fúnez. Guaymas, Yoro, Honduras.

Mes	F i n c a F ú n e z						Promedio 2000/05	2006
	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
Enero	102	166	190	379	222	80	190	251
Febrero	141	45	242	263	317	69	179	269
Marzo	0	113	171	143	106	60	99	51
Abril	11	11	3	92	250	42	68	13
Mayo	148	70	72	130	251	78	125	76
Junio	85	160	118	157	201	176	149	297
Julio	247	197	143	190	140	251	194	315
Agosto	217	314	370	242	105	297	258	203
Septiembre	134	183	118	172	114	297	170	360
Octubre	507	494	206	424	250	216	349	343
Noviembre	299	169	405	669	305	813	443	214
Diciembre	688	224	611	291	305	300	400	597
<b>Total</b>	<b>2,579</b>	<b>2,246</b>	<b>2,649</b>	<b>3,152</b>	<b>2,461</b>	<b>2,679</b>	<b>2,624</b>	<b>2,989</b>
<b>Promedio</b>	<b>215</b>	<b>187</b>	<b>220</b>	<b>263</b>	<b>205</b>	<b>223</b>	<b>219</b>	<b>249</b>



Cuadro 4. Lluvia mensual de los años 1999 al 2005, promedio de estos años y lluvia del año 2006 en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2006.

Mes	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Promedio	2006
Enero	1,229	152	448	481	842	313	249	531	282
Febrero	449	383	38	248	196	196	26	219	344
Marzo	38	3	233	427	222	120	190	205	369
Abril	98	65	111	3	115	254	83	122	47
Mayo	55	83	317	118	79	267	59	160	23
Junio	119	142	102	179	76	138	123	126	206
Julio	264	172	77	161	208	110	187	168	163
Agosto	211	298	348	193	224	83	208	224	198
Septiembre	173	136	207	184	227	103	226	179	58
Octubre	319	214	1,269	178	255	103	505	406	290
Noviembre	890	177	400	332	774	409	810	542	73
Diciembre	263	651	459	305	735	365	328	444	-
<b>Total</b>	<b>4,108</b>	<b>2,476</b>	<b>4,009</b>	<b>2,809</b>	<b>3,953</b>	<b>2,461</b>	<b>2,994</b>	<b>3,426</b>	<b>2,053</b>
<b>Promedio</b>	<b>342</b>	<b>206</b>	<b>334</b>	<b>234</b>	<b>329</b>	<b>205</b>	<b>249</b>	<b>286</b>	<b>187</b>

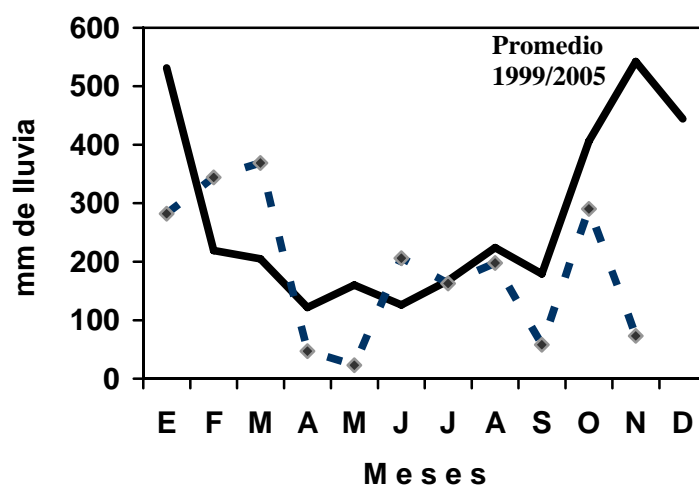


Figura 1. Promedio de precipitación mensual de los años 1999/05 y precipitación mensual del año 2006. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. 2006.

## Evaluación de especies no tradicionales como sombra permanente en el cultivo de cacao en la costa atlántica de Honduras

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería, FHIA

### Resumen

Por 19 años se ha evaluado el efecto sobre la producción de cacao del laurel negro (*Cordia megalantha*) y cedro (*Cedrela odorata*) como especies forestales y del rambután (*Nephelium lappaceum*) como frutal versus la sombra tradicional de una mezcla de leguminosas (*Inga* sp., *Erythrina* sp. y *Albizia* sp.) como testigo, iniciando la siembra simultáneamente con la siembra del cacao y de especies de rápido crecimiento como sombra temporal. El total de grano seco de 17 años de registros es de 9,311 kg/ha, 11,942 kg/ha y 11,443 kg/ha para los socios con laurel, cedro y rambután, respectivamente; mientras que el socio con las leguminosas, tiene una producción total de 11,089 kg/ha de grano seco. Para el rendimiento promedio anual hasta el año 19 no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p = 0.05$ ). Considerando un volumen comercial del 60% del volumen total en el laurel y 50% en el cedro al año 19, se tiene un rendimiento de 193.5 y 150.3 m<sup>3</sup>/ha de madera, para el laurel y el cedro, en su orden. La producción total de rambután es de 1.395 millones de frutas/ha en 15 años. A los precios brutos actuales de la madera de laurel y de cedro y en base a los precios promedios anuales del cacao (1990-2006) registrados localmente, el productor tendría un ingreso bruto (cacao más madera) de Lps. 734,783 (Lps. 622,321/ha netos sin considerar costos financieros, ni prestaciones sociales) en el socio con laurel y Lps. 949,739/ha (Lps. 836,917/ha netos) en el socio con cedro, mientras que en el socio con rambután el ingreso bruto acumulado sería de Lps. 507,654/ha (Lps. 393,277/ha netos bajo los mismos supuestos). El ingreso bruto en el sistema tradicional (cacao sombreado con leguminosas) alcanza solamente Lps. 183,745/ha (Lps. 82,652/ha netos). En base a esta experiencia se procedió a evaluar 33 especies forestales remplazando la sombra tradicional en lotes de cacao adulto (8 años). Los datos de crecimiento de los maderables y el comportamiento del cacao bajo esta sombra, incluyendo incidencia de enfermedades como la moniliasis, muestran que especies como la Rosita, San Juan Guayapeño, Laurel Negro, Cedrillo, Granadillo Rojo, Marapolán, Flor Azul y Santa María, entre otras, presentan potencial para remplazar la sombra tradicional en cacao, ya que sobrepasan el dosel de este cultivo entre los 3.0 y 3.5 años después del trasplante. Los análisis de suelo y de biomasa incorporada al suelo en los distintos sistemas, muestran que estos socios reciclan cantidades apreciables de nutrientes, principalmente Ca.

### Introducción

El cacao es una planta que requiere sombra, aunque también puede adaptarse en su estado adulto a la plena exposición solar siempre que las condiciones de clima y suelo sean óptimas. Tradicionalmente el agricultor lo asocia con especies leguminosas como la guama (*Inga* sp.), el pito o poró (*Erythrina* sp.) y el madreño (*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 asociadas, además del papel de sombra, aportan otros beneficios al cultivo como la fijación de nitrógeno atmosférico (en el caso de las leguminosas

principalmente); también incorporan materia orgánica al suelo y regulan condiciones climáticas extremas como temperatura, viento y humedad relativa. Del mismo modo, el asocio 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 tradicionales aportan beneficios complementarios al agricultor a través de frutos o como fuente de energía (leña). Sin embargo, el beneficio complementario que la sombra puede aportarle al pequeño y mediano productor de cacao se puede maximizar utilizando especies maderables y frutales (algunas de la familia de las leguminosas), que tengan potencial económico. Especies como el laurel blanco (*Cordia alliodora*), han sido utilizados exitosamente como sombra permanente del cacao (Somarriba 1994; Fassbender et al. 1988). También esta especie, junto con terminalia (*Terminalia ivorensis*), y el roble o macuelizo (*Tabebuia rosea*) han sido evaluados en Costa Rica y Panamá en la sustitución de sombra tradicional de cacaotales establecidos (Somarriba y Domínguez 1994; Somarriba y Beer 1999). El agotamiento acelerado por el aprovechamiento irracional de las especies con más demanda como son la caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), redondo (*Magnolia yoroconte*) y granadillo (*Dalbergia glomerata*), amerita el estudio de otras especies que aunque menos conocidas, tienen gran potencial de comercialización. Además hay que enfatizar que la inclusión de árboles maderables a sistemas de cultivo como el cacao, maximiza los beneficios económicos al pequeño y mediano agricultor, volviendo el sistema de producción más sostenible económica y ambientalmente. Estos sistemas agroforestales (SAF's) cacao-maderables representan una tecnología apropiada en el manejo de cuencas degradadas. En el caso del cacao 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 se 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 la costa atlántica de Honduras coincidiendo con las condiciones propias de la zona cacaotera, desarrollan muy bien especies del bosque latifoliado, algunas muy apreciadas en la industria de la madera como el cedro (*Cedrela odorata*), el laurel negro (*Cordia megalantha*), el Granadillo negro (*Dalbergia glomerata*), la Rosita (*Hyeronima alchorneoides*), el Marapolán (*Guarea grandifolia*), el Varillo (*Symphonia globulifera*), el Barba de Jolote (*Cojoba arborea*), el San Juan Areno (*Ilex tectonica*) y el Santa María (*Calophyllum brasiliense*), entre otras. Así mismo, el cacao puede asociarse con algunas especies frutales que pueden incrementar los ingresos del productor por concepto de venta de frutas. Uno de estas especies es el rambután, fruto exótico de gran potencial para el mercado local, regional e internacional. La evaluación de este frutal y dos maderables (laurel negro y cedro) como sombras no tradicionales se inició en 1987, estableciéndolas simultáneamente con el cultivo. En base a los resultados prometedores con estas dos especies maderables, se amplió el estudio a otras especies forestales pero bajo el concepto de cambiar la sombra tradicional en plantaciones de cacao ya establecidas (8 a 12 años de edad). El estudio tiene como objetivos: a) -Monitorear el crecimiento de los árboles hasta su

aprovechamiento, para efectos de cálculos de volúmenes de madera; b) -Medir el comportamiento y adaptación del componente forestal asociado con cacao, para conocer cómo y cuánto crecen los árboles, el tiempo para su aprovechamiento y cómo responden a las prácticas de manejo integrado (silvícola y agrícola); c) -Conocer los problemas que puedan presentarse durante el desarrollo de los árboles principalmente de plagas y enfermedades y d) -Conocer la influencia que puedan tener las distintas especies forestales en la producción de cacao y en la incidencia de enfermedades del cultivo como moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora* sp.), principales problemas del cacao en el país.

## Materiales y métodos

El estudio está localizado en la estación experimental CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar (msnm) y una precipitación media anual de 3,226 mm (promedio de los años 1999-2005), suelos planos, de fertilidad baja a media con limitaciones de drenaje en la temporada más lluviosa (Octubre a Enero). El trabajo se ha realizado en dos etapas descritas a continuación:

### **Etapas 1**

Se inició en Marzo de 1987 con la siembra de laurel negro, cedro, rambután y una mezcla de especies leguminosas como testigo. En esta etapa los maderables, el frutal y las leguminosas (testigo) se establecieron simultáneamente en parcelas separadas en donde se estableció el cacao (Agosto, 1987), bajo sombra temporal (hasta el tercer año) de una musácea no comercial (pelipita) y madreño (*Gliricidia sepium*) como “sombra puente” para proteger el cultivo (hasta el quinto o sexto año) mientras los maderables y el frutal proyectaban sombra suficiente. Cada una de las especies en estudio constituyó un tratamiento, así:

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

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

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

Tratamiento 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.

Se usó un diseño experimental de 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, por lo cual no se consideró ningún ingreso por este concepto, aunque la consumen en algunas zonas rurales como La Mosquitia hondureña y nicaragüense. Además de las prácticas agronómicas propias para el cacao, anualmente se toma el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura (esta última hasta el 10º año) de las especies maderables. Cada 15 a 25 días en época de cosecha se registra la producción de cacao y los frutos con síntomas de Mazorca negra (*Phytophthora* spp.) y de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), enfermedad que apareció en el centro a fines de 2001. También se registra la producción de frutos de rambután durante los meses de cosecha (generalmente de Septiembre a Noviembre), los cuales son vendidos en la misma finca para el mercado local y regional ya que por venir de árboles de semilla no tienen la calidad exigida por el mercado de exportación. Anualmente se aplican en Junio-Julio 225 g/árbol de la fórmula comercial 15-15-15 de NPK, respectivamente. Anualmente se hace análisis de suelos en cada tratamiento para conocer los cambios en las condiciones

físico-químicas del mismo y la posible influencia de las especies (tratamientos) en estudio. Así mismo, para tener una idea de la cantidad de nutrientes reciclados al suelo, anualmente (iniciando en 1996) se recoge la hojarasca depositada en un metro cuadrado de cada una de las 4 repeticiones en los distintos sistemas y se hace análisis químico (sobre la base de peso seco), para conocer la cantidad de nutrientes contenidos en la biomasa y que son devueltos al suelo mediante la descomposición de la misma.

## Etapa 2

Basados en los resultados alentadores que mostraba a los cinco años el asocio cacao-laurel negro y cacao-cedro (y cacao-rambután), en 1995 se inició en el CEDEC el cambio de la sombra permanente conformada en la mayoría de los lotes por guama (*Inga* sp.) y en algunos casos por madreño (*Gliricidia sepium*) o una mezcla de éste con pito (*Erythrina* sp.). Estas especies tradicionalmente utilizadas como sombra permanente se fueron remplazando en cada lote por especies latifoliadas en su mayoría nativas y con algún potencial en la industria de la madera (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies forestales en evaluación como sustitutas de sombra tradicional en cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

No	E s p e c i e	Fecha de siembra	Distancia de siembra (m)	Plantas útiles
1	Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	03/87	6 x 9	24 <sup>1</sup>
2	Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	03/87	6 x 9	24 <sup>1</sup>
3	Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	10/97	9 x 15	30
4	S. j. guayapeño ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	09/95	9 x 10	30
5	Sombra de ternero ( <i>Cordia bicolor</i> )	11/97	8 x 9	30
6	Cedrillo ( <i>Huertea cubensis</i> )	08/96	9 x 9	30
7	Caoba africana ( <i>Khaya senegalensis</i> )	10/97	9 x 15	30
8	Zorra ( <i>Jacaranda copaia</i> )	08/98	9 x 9	30
9	Cedro de la India ( <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> )	11/01	9 x 9	30
10	Barba de jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	06/96	9 x 10	30
11	Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	02/97	10 x 12	36
12	Granadillo rojo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	12/96	9 x 12	30
13	Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	02/97	10 x 12	20
14	Hormigo ( <i>Plathymiscium dimorphandrum</i> )	12/96	9 x 9	30
15	Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	08/96	9 x 9	30
16	Narra ( <i>Pterocarpus indicus</i> )	10/97	9 x 15	30
17	San Juan areno ( <i>Ilex tectonica</i> )	08/97	9 x 9	30
18	Jigua ( <i>Nectandra</i> sp.)	03/99	6 x 9	24
19	Piojo ( <i>Tapirira guianensis</i> )	01/97	9 x 9	12
20	Santa maría ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	08/97	9 x 9	30
21	Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> )	08/97	9 x 9	30
22	Aceituno ( <i>Simarouba glauca</i> )	02/97	10 x 12	10
23	Cincho ( <i>Lonchocarpus</i> sp.)	07/98	9 x 9	25
24	Ciruelillo ( <i>Astronium graveolens</i> )	09/99	6 x 9	30
25	Paleta ( <i>Dialium guianensis</i> )	10/97	6 x 6	30
26	Zapele ( <i>Entodophragma rehderii</i> )	11/00	9 x 9	20

No	E s p e c i e	Fecha de siembra	Distancia de siembra (m)	Plantas útiles
28	Sangre blanco ( <i>Pterocarpus halleis</i> )	12/98	9 x 9	30
29	Jagua ( <i>Genipa americana</i> )	03/99	9 x 9	30
30	Almendro de río ( <i>Andira inermis</i> )	08/97	9 x 9	30
31	Macuelizo ( <i>Tabebuia rosea</i> )	02/99	8 x 12	30
32	Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	07/95	8 x 12	30
33	Cañamito ( <i>Aspidosperma spruceanum</i> )	10/99	6 x 9	32
34	Tempisque ( <i>Mastichodendrom Camiri</i> )	10/99	6 x 9	30

<sup>1</sup> Parcela total, después de 8 años se toman solamente 9 plantas centrales

El proceso se inició con una poda severa y raleo de árboles de sombra, trazado, ahoyado y trasplante de la especie forestal. Dos a tres meses después del trasplante del maderable y cada vez que fuere necesario se hizo poda a los árboles de cacao que rodean el arbolito para facilitar la entrada de luz y desarrollo del mismo. En algunos casos fue necesario usar tutores o amarre con cuerda (en árboles de cacao cercanos) en las especies con crecimiento inclinados o en algunas plantas con tallo débil ocasionado por falta de luz. No se usa un Diseño Estadístico clásico, los lotes se evalúan como “Parcelas de Medición Permanente”. Estas parcelas son unidades de investigación forestal que se establecen para evaluar en forma periódica y por el turno parcial o completo, el comportamiento de una especie en un sitio determinado. A través de la evaluación periódica se busca conocer cual es la curva de crecimiento o rendimiento de la especie, así como pérdidas por mortalidad, problemas de plagas y enfermedades y forma del fuste, entre otros. Los tratamientos están conformados por cada una de las especies latifoliadas, asociadas con cacao adulto (mayor de 5 años) o en plantía (menor de 5 años) a distancia variable según estructura de la copa.

A partir de los dos años se inició la toma de datos sobre desarrollo de las especies, usando pie de rey y cinta diamétrica (para el diámetro a 1.30 m del suelo) y vara telescópica para medir la altura en metros. Las lecturas se hacen en un grupo de 10 a 30 árboles centrales, según la disponibilidad por parcela. Los datos de campo son procesados y almacenados mediante el sistema de Manejo de Información de Recursos Arbóreos (MIRA), creado por el CATIE. Este programa permite grabar los datos de las mediciones, siempre que se utilicen los formularios, la metodología y los códigos de MIRA. Además el programa incluye información descriptiva sobre el sitio, experimentos y parcelas (% de sobrevivencia por ejemplo) y analiza la información ofreciendo los promedios de crecimiento diamétrico y en altura según edad y grafica datos de volumen (en m<sup>3</sup>/ha), incremento medio anual en altura, en diámetro y en volumen, etc. La información se puede analizar estadísticamente, haciendo uso de otros programas computacionales para analizar entre sí varias especies establecidas en sitios semejantes, a una misma edad y a iguales distancias de siembra o una misma especie establecida en sitios diferentes (Ugalde 1995). Se realizan periódicamente las prácticas de manejo del cacao (control de malezas, podas, regulación de sombra, fertilización y registros de cosecha, incluyendo pérdida de frutos por las enfermedades moniliasis y mazorca negra) y de la especie forestal (podas silvícolas y raleos según desarrollo de cada especie). Para el grupo de especies que alcanzaron los 9 años de edad, en el 2006 se les determinó el diámetro (en m) y la frondosidad de copa, esta última asignándole un valor entre 0 y 1, siendo 1 el valor máximo que equivaldría a una especie que intercepta el 100% de la luz solar sin dejar pasar (infiltrar) nada de luz a la copa o follaje del cacao.

## Resultados y discusión

La producción de cacao ha sido muy variable año a año en los distintos socios producto más que todo de la variabilidad del suelo (áreas con nivel freático que aflora a la superficie en períodos de mayor precipitación) y el material geneático. También situaciones como la llegada de la moniliasis en el 2001, enfermedad que se extendió rápidamente en el centro y fincas aledañas afectando la mayor parte de la producción en el 2002. A partir de 2003 se tomaron medidas tendientes a contrarrestar la enfermedad y la principal fue hacer una poda drástica al cacao con reducción de altura de los árboles de cacao para poder realizar las demás labores culturales entre las que se destaca el corte semanal de todos los frutos con síntomas de la enfermedad. Esta situación (poda fuerte con reducción de altura) ocasionó gran estrés a los árboles y con esto la reducción drástica de producción que fue menos de 150 kg/ha en la mayoría de los socios.

### Etapas 1

#### Producción de cacao

El rendimiento de cacao seco/ha en el socio cacao-laurel negro varió entre 86 kg en el 2003 (los árboles sufrieron gran estrés por la pérdida drástica de la mayor parte de la copa como medida para controlar la moniliasis) y 843 kg/ha en 1993 que fue el año de mayor producción en este socio. Ya en el 2005 y 2006 la producción mejoró considerablemente con relación al 2004 en todos los socios. El rendimiento promedio de 17 años de registros de cosecha fue de 548 kg/ha en este socio. En 1993 ya el laurel tenía 7 años de edad y la frondosidad y tamaño de copa seguramente interceptaban la mayor cantidad de luz ocasionando sombra excesiva al cacao, lo que incide negativamente en los rendimientos. Para contrarrestar esta situación se hizo el primer raleo de árboles. El promedio de producción en el socio con cedro supera en 154 kg/ha al socio con laurel (702 y 548 kg/ha para el socio con cedro y laurel, respectivamente) y resulta ligeramente mayor a los demás socios, incluyendo el testigo (socio con mezcla de leguminosas) pero sin ser significativa esta diferencia. El socio con rambután presenta una producción acumulada de 11,443 kg/ha, para un promedio de 673 kg/ha superando en 125 kg/ (22.8%) al socio con laurel y sólo en 21 kg/ha (3.2%) al testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción anual de cacao seco (kg/ha) y promedio a los dieciocho años de edad bajo el socio con distintas especies de sombra. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2006.

Años	Cacao-rambután	Cacao laurel	Cacao-cedro	Cacao-leguminosas
1990	408	531	622	544
1991	907	813	1007	882
1992	728	605	833	633
1993	1109	843	1,264	1,041
1994	698	588	768	710
1995	961	831	825	940
1996	1,198	745	990	1,040
1997	953	527	810	951
1998	740	579	829	659
1999	600	614	783	581
2000	632	667	835	610



Años	Cacao-rambután	Cacao laurel	Cacao-cedro	Cacao-leguminosas
2001	531	444	514	484
2002	237	222	309	257
2003	74	86	69	96
2004	247	257	253	274
2005	695	539	690	716
2006	726	437	520	590
Total	11,443	9,311	11,942	11,089
Promedio	673	548	702	652

### Producción de rambután

La producción de rambután en el año (2006) se calcula en 40 mil frutas/ha, considerándose baja debido al tipo de material de siembra (plantas de semilla). La producción acumulada en los 17 años es de 1,395,000 frutas/ha (parte de la producción se descarta por baja calidad, además de las pérdidas que siempre se presentan por daño de aves silvestres, robo y otras causas). Esta fruta goza de gran demanda en el mercado local, regional y foráneo (con mayor exigencia de calidad en este último caso) y se ha vendido oportunamente en el mismo centro para el mercado local y regional, a un precio promedio de Lps. 228.00/millar (el precio mejora en más de un 50% cuando la fruta proviene de plantas injertadas que dan fruta de mejor calidad).

### Desarrollo de las especies maderables

El laurel y el cedro después de diecinueve años de establecidos estos asociados, alcanzaron un diámetro promedio de 54.4 y 49.7 cm, respectivamente. La proyección anual de producción de madera por hectárea a los diecinueve años es de 193.5 m<sup>3</sup>/ha (38,700 pies tablares) en el laurel y 150.3 m<sup>3</sup>/ha (30,060 pies tablares) en el cedro (Figura 1).

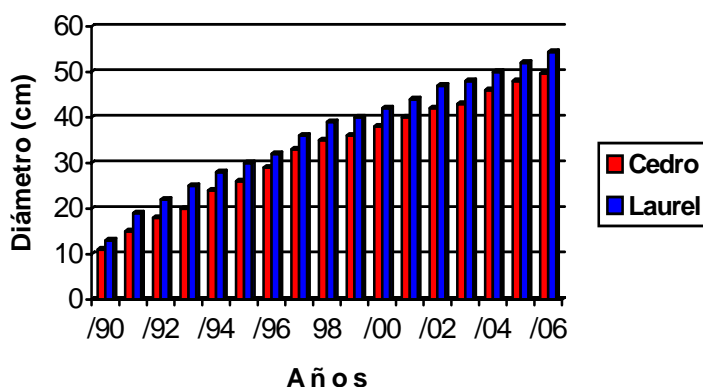


Figura 1. Crecimiento anual en diámetro (cm) de cedro (*Cedrella odorata*) y laurel negro (*Cordia megalantha*) como sombra permanente del cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

## Proyección de ingresos

En el supuesto de que a los 19 años de edad se coseche la madera y basándose en los precios promedios de la misma en Diciembre/06 vendida en rollo en el mercado local, más los ingresos acumulados por cacao (considerando precios promedio del mercado local del 90 al 2006), el productor tendría ingresos por concepto de madera de Lps. 580,500 en el asocio con laurel y Lps. 154,283 por cacao, mientras que en el asocio con cedro el ingreso sería de Lps. 751,500 por madera y 197,879 por cacao. En el asocio con rambután sería de Lps. 318,043 y Lps. 189,611 por venta de fruta y grano de cacao, respectivamente. En tanto que el testigo (siembra con sombra tradicional), el ingreso bruto por cacao solamente llega a Lps. 183,745/ha acumulado en los 19 años (Cuadro 3). La ventaja del asocio con rambután (o con otros frutales) sobre el asocio con maderables, es que el productor empieza a recibir ingresos por concepto de venta de frutas desde los 4 ó 5 años, mientras que con madera, según esta experiencia, debe esperar 17 o más años cuando se aprovecha la madera.

Cuadro 3. Producción de cacao y madera e ingresos proyectados por hectárea a los 19 años en distintos asocios con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Parámetros	Cacao-laurel	Cacao-cedro	Cacao-rambután	Cacao-leguminosas
Producción cacao (kg/ha)	9,311	11,942	11,443	11,089
Ingresos cacao (Lps./ha) <sup>1</sup>	154,283	197,879	189,611	183,745
Producción rambután (miles de frutas/ha)	-	-	1,395	-
Ingresos rambután (Lps./ha) <sup>2</sup>	-	-	318,043	-
Producción maderables (pies tablares/ha) <sup>3</sup>	38,700	30,060	-	-
Beneficio maderables (Lps./ha) <sup>4</sup>	580,500	751,500	-	-
Total ingresos (Lps./ha)	734,783	949,379	507,654	183,745
Total costos (Lps./ha)	112,462	112,462	114,377	101,093
<b>Margen bruto (Lps./ha)</b>	<b>622,321</b>	<b>836,917</b>	<b>393,277</b>	<b>82,652</b>

<sup>1</sup>.- Precio promedio 1990-2006/kilo cacao seco: Lps. 16.57 (Lps. 27.50/kg en el 2006)

<sup>2</sup>.- Precio promedio 1992-2006/millar de Rambután: Lps.228.00 (75 plantas/ha)

<sup>3</sup>.- Estimado en base a 90 árboles/ha - con la ecuación de vol.= 0.0026203+0.00002984 x DAP<sup>2</sup>x A.

<sup>4</sup>.- Precios promedios/pie tablar: Laurel negro= Lps. 15.00 y Cedro Lps. 25.00 (Diciembre, 2006)

De acuerdo a estos resultados, el asocio de cacao con un frutal o con especies maderables con potencial en el mercado, son una alternativa de mayor sostenibilidad económica para los pequeños y medianos productores en comparación con el cultivo tradicional sombreado con especies que en el mejor de los casos aportan leña. A la vez, estos sistemas contribuyen a la protección de los recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad. Una limitación para la adopción de los sistemas con maderables radica en que el aprovechamiento es a largo plazo y la falta de leyes claras que garanticen el usufructo de los árboles establecidos. Para esto es necesario tramitar el Certificado de Plantación otorgado por la AFE/COHDEFOR, que es la responsable directa de emitirlo, previa presentación de las respectivas solicitudes por parte de los interesados que hayan establecido o adquirido propiedades donde se han establecido los

maderables, ya sea en sistemas agroforestales, incluyendo árboles en línea (linderos), parcelas puras o árboles en potreros

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

El análisis químico del suelo donde se han desarrollado estos sistemas sigue mostrando que no hay diferencias entre los distintos sistemas en cuanto a efectos en las condiciones químicas del suelo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de resultados de análisis químico de suelos, diecinueve años después del establecimiento de distintos sistemas agroforestales con cacao.  
CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

P a r á m e t r o	S i s t e m a   A g r o f o r e s t a l			
	Cacao-rambután	Cacao-cedro	Cacao-laurel	Cacao-legumin.
pH	4.80   B	5.00   B/N	5.20   B/N	4.60   B
M. orgánica (%)	1.96   B	2.44   B	2.47   B	2.53   B
N total (%)	0.10   B	0.12   B	0.12   B	0.13   B
P (ppm)	5.00   B/N	7.00   B/N	4.00   B/N	2.00   B
K (ppm)	87.00   B	73.00   B	80.00   B	60.00   B
Ca (ppm)	700.00   B	918.00   B/N	782.00   B	684.00   B
Mg (ppm)	198.00   B/N	201.00   N	204.00   N	174.00   B/N
Mn (ppm)	4.30   N	3.70   N	5.70   N	6.30   N
Mg/K <sup>2</sup>	7.40   -	8.90   -	8.30   -	9.40   -

<sup>1</sup> B: Bajo, N: Normal, A: Alto.   <sup>2</sup> Relación óptima: 2.5–15.0.

Durante el 2006 se continuó con el muestreo de hojarasca (biomasa) cada tres meses (Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre), en cada repetición y por cada sistema (1 m<sup>2</sup>), y se realizó el respectivo análisis químico en base a peso seco. El aporte de distintos nutrientes reciclados al suelo en los distintos socios a través de la descomposición de la biomasa y calculados en base al análisis químico de la misma (base seca) contribuye a la sostenibilidad de estos sistemas y se torna muy importante para muchos de los productores de cacao que normalmente no aplican fertilizantes a este cultivo.

De acuerdo a los análisis foliares del período (2006), el aporte de N al suelo en los distintos sistemas y que procede de la hojarasca fue mayor en el socio con leguminosas (97 kg/ha) y el menor aporte se obtuvo con rambután (53 kg/ha), mientras que los maderables aportaron cantidades muy similares (71 y 73 kg/ha de N para el laurel y cedro, respectivamente). El aporte de fósforo (P) fue mayor en el socio con laurel (12 kg/ha), seguido del socio con sombra tradicional (8 kg/ha). En cuanto al aporte de calcio (Ca), el socio con laurel fue el mejor con 99 kg/ha en el período, seguido por el socio con rambután (87 kg/ha) y el menor aporte se obtuvo con el socio cacao-leguminosas.

Teniendo en cuenta que los contenidos de N, K y Ca en el suelo (a 20 cm de profundidad) son bajos en todos los socios según el análisis de suelos, el aporte al suelo de los mismos elementos provenientes de la hojarasca es muy importante, siendo esto indicativo de la habilidad de las

especies para retornar a la superficie del suelo estos elementos que se han lixiviado más allá de las raíces del cacao pero quedando al alcance de las raíces de las especies sombreadoras que las devuelven a la superficie (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cantidad de hojarasca y aporte de nutrientes en la misma al año 19 de establecidos distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Sistema	Hojarasca (kg/ha)	Nutrientes reciclados al suelo (kg/ha) <sup>1</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg
Cacao-laurel	5,120	71	12	24	99	45
Cacao-cedro	4,940	73	5	26	82	34
Cacao-rambután	4,500	53	5	18	87	33
Cacao-leguminosas	6,030	97	8	33	76	48

<sup>1</sup> Procedente del cacao y de la especie asociada solo en el año 19 después del trasplante.

El promedio anual de la biomasa producida en los últimos 9 años en cada uno de estos sistemas, muestra que el asocio con laurel es más eficiente para cubrir el suelo con hojarasca y con esto proteger mejor este recurso (Cuadro 6). Por no deshojarse completamente en ninguna época del año como sucede con el Laurel Blanco (*Cordia alliodora*), el Laurel Negro puede tener un efecto positivo como moderador del clima, dado el gran tamaño de copa que puede sobrepasar los 11 m de diámetro a los 12 años. Esta característica junto con la frondosidad de copa de 0.78 (siendo 1.0 el máximo para cualquier especie), debe tenerse muy en cuenta al momento de seleccionar la distancia de siembra, especialmente cuando se establece en asocio con cultivos que requieren sólo cierto grado de sombra como el cacao y el café, por ejemplo.

De acuerdo a este estudio para las condiciones de la costa Atlántica de Honduras, la distancia para el laurel como sombra de cacao debe ser de 15 a 18 metros en cuadro en árboles con 10 a 12 años de edad, pudiéndose establecer al inicio a menores distancias pero sin fallar con el raleo cuando el desarrollo de la especie lo amerite para no causar exceso de sombra al cultivo asociado. Estudios con Laurel Blanco (*Cordia alliodora*), como componente de sistemas agroforestales han sido conducidos exitosamente en otros países de Centroamérica y Panamá y en base a los resultados se han recomendado distancias más cortas (Somarriba 1994 y Somarriba y Domínguez 1994).

Cuadro 6. Cantidad de hojarasca producida por año en distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Sistema	H o j a r a s c a (peso seco en tm/ha)									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio
Cacao-laurel	9,5	10,4	7,8	9,6	8,2	4,5	7,5	5,8	5,1	7,6
Cacao-cedro	9,2	8,3	8,4	6,8	6,5	4,7	6,3	4,3	4,9	6,6
Cacao-rambután	7,6	9,7	5,4	9,4	5,4	4,7	4,5	5,5	4,5	6,3
Cacao-leguminosa	6,3	8,3	5,7	7,8	6,6	4,7	6,2	5,2	6,0	6,3

## Etapa 2

### Desarrollo de las especies

En el 2006 se registró como en años anteriores el diámetro y la altura de las especies en evaluación, y en base a estos y a la edad se determinó el Incremento Medio Anual (IMA) tanto en crecimiento diamétrico como en altura. Además, se registró el diámetro de copa y la frondosidad de aquellas especies que tienen 9 años como mínimo de establecidas en el campo. La frondosidad tendrá un valor entre 0 y 1, siendo 1 el equivalente a una copa tan densa que interceptaría el 100% de la luz solar incidente sin dejar pasar nada de luz al o a los estratos inferiores, en este caso al cacao. Su determinación debe hacerse por medio de un panel de personas debidamente entrenados para que asignen un valor a la copa en base a la cantidad de luz que deja pasar (infiltrar) y que será la que llega al follaje del cacao (1 para una copa que intercepta el 100% de la luz). La frondosidad es una característica muy importante tenerla en cuenta al momento de seleccionar especies forestales (y frutales) que van a conformar sistemas agroforestales, pues esta característica y el diámetro de copa son factores inherentes a la especie que van a determinar la distancia de siembra (densidad) a utilizar en el asocio (Cuadro 7).

Teniendo en cuenta que el propósito principal de la especie asociada es proveer sombra al cacao, la tasa de crecimiento (vertical y diametral) son importantes al momento de seleccionar una especie, ya sea para establecer simultáneamente con el cacao o para remplazo de la sombra tradicional en plantaciones ya establecidas. Aquellas especies con mejores tasas de crecimiento en altura protegerán más pronto el cultivo, contribuyendo además a reducir costos por control de malezas, principalmente gramíneas que son frecuentes cuando el cultivo se encuentra en estado de plánta (menos de 5 años). Incremento medio anual en altura arriba de 1.20 metros, se consideran buenos impulsos de crecimiento (PROECEN 2003). Somarriba y Domínguez (1994) citan que crecimientos durante los primeros 6 a 10 años mayores de 2 cm/año en diámetro al pecho (DAP) y 2.0 m/año en altura total son frecuentes en especies forestales establecidas en condiciones de trópico húmedo. La Limba muestra un excelente IMA en altura de 2.20 m/año (19.8 m en 9 años), le siguen la Rosita con 1.6 m (14.4 m a los 9 años) y el San Juan Guayapeño con 1.5 m/año (16.5 m de altura a los 11 años). Las otras especies están entre 1.2 y 1.4 m/año que son deseables, excepto el Redondo que a los 11 años de edad sólo ha crecido 0.8 m por año, en promedio (8.7 m de altura total), muy similar al desarrollo reportado en el sector de Lancetilla con un IMA de 0.6 a los dos años (PROECEN 1999). Se trata de una especie que no se adapta a las condiciones del sitio de estudio, contrario al buen crecimiento que presenta la población remanente de guayapeños que sobrevivió al anegamiento del suelo, durante la etapa juvenil (Cuadro 7).



San Juan Guayapeño (*Tabebuia donnell-smithii*), una especie con gran potencial en la industria maderera que desarrolla muy bien en la costa Atlántica de Honduras, a pesar de que presentó gran mortalidad en condiciones de extrema humedad producto de una precipitación fuera de lo común (1200 mm en un mes).

Así mismo, incrementos medios anuales en diámetro, arriba de 2.5 centímetros se consideran deseables en una especie forestal (PROECEN, 2003). De las especies en estudio la mayor tasa de crecimiento la presentan la Limba, San Juan Guayapeño y Laurel Negro con un Incremento Medio Anual (IMA) en diámetro de 5.2, 4.0 y 3.2 cm por año, respectivamente, mientras que el Marapolán y el San Juan Areño con 2.1 cm y el Redondo con solamente 0.9 cm por año, son las especies con menor crecimiento diamétrico. El San Juan Guayapeño, a pesar de la baja sobrevivencia provocada por el exceso de agua en el sitio, demuestra que en condiciones de buen drenaje tiene un excelente desarrollo, pues los árboles que sobrevivieron en las condiciones del CEDEC, presentan en promedio a los 11 años 44.2 cm de diámetro para un IMA de 4.0 cm (Figura 2 y Cuadro 7).

Cedrillo (*Huertia cubensis*) especie forestal cuya madera es bien apreciada en la industria de muebles y para otros usos, con diámetro de copa y frondosidad adecuados para su asocio con cacao y otros cultivos siempre que se use la densidad de siembra adecuada y se le de un manejo silvícola adecuado.

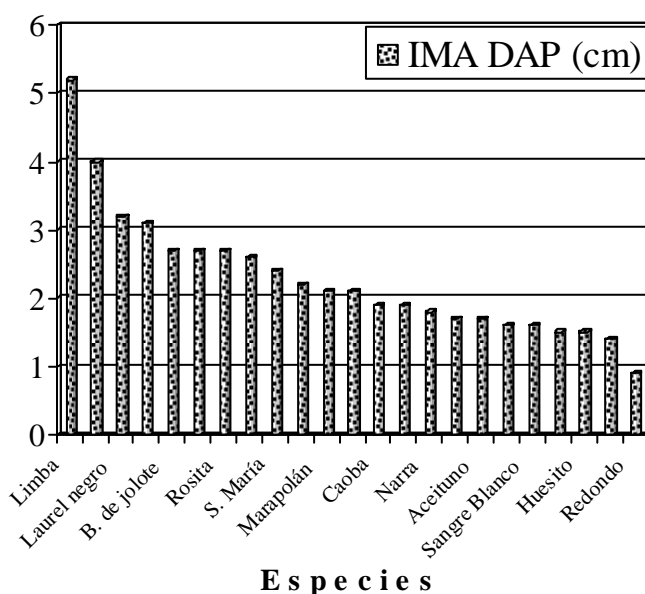


Figura 2. Incremento medio anual en diámetro al pecho (cm) de especies latifoliadas evaluadas en SAF's con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.





Rosita (*Hieronima alchorneoides*) especie de alto valor por la calidad de su madera; su frondosidad y diámetro de copa la convierten en un árbol ideal para usarlo como componente forestal en saf's con cacao.



Cuadro 7. Incremento medio anual (IMA) en diámetro y altura, amplitud de copa y frondosidad de especies maderables en evaluación como parcelas permanentes de crecimiento en SAF's. con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

No	E s p e c i e	Edad (años)	IMA (m) (altura)	IMA (cm) (diámetro)	Diámetro de copa (m)	Frondosidad
1	Caoba	13	1.1	1.9		
2	Laurel Negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	12	1.4	3.2	10.55	0.78
3	San Juan Guayapeño ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	11	1.5	4.0	8.53	0.41
4	Granadillo Rojo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	11	1.5	2.4	8.26	0.74
5	Flor Azul	11	1.3	3.0	7.96	0.76
6	Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	11	0.7	0.9	2.46	0.89
7	Barba de Jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	10	1.1	2.7	8.05	0.81
8	Cedrillo ( <i>Huetea cubensis</i> )	10	1.3	3.1	7.71	0.72
9	Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	10	1.3	2.1	7.50	0.68
10	Hormigo ( <i>Plathymiscium dimorphandrum</i> )	10	0.9	1.5	4.0	0.65
11	Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	9	1.1	2.6	10.51	0.75
12	Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	9	2.2	5.2	10.14	0.80
13	Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	9	1.6	2.7	7.44	0.68
14	Santa María ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	9	1.4	2.4	5.59	0.74
15	San Juan Areño ( <i>Ilex tectonica</i> )	9	1.2	2.1	4.93	0.69
16	Sombra de ternero ( <i>Cordia bicolor</i> )	9	1.3	3.3	5.2	0.68
17	Caoba africana ( <i>Khaya senegalensis</i> )	9	1.5	3.1	4.5	0.75
18	Narra ( <i>Pterocarpus indicus</i> )	9	1.2	1.8	5.8	0.50
19	Piojo ( <i>Tapirira guianensis</i> )	9	1.1	2.0	5.7	0.95
20	Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> )	9	7.8	1.7	4.3	0.60
21	Aceituno ( <i>Simarouba glauca</i> )	9	1.1	1.7	4.1	0.70
22	Paleta ( <i>Dialium guianensis</i> )	9	1.0	1.6	6.8	0.85
23	Huesito ( <i>Macrohasseltia macroterantha</i> )	9	1.0	1.5	3.6	0.70
24	Almendra de río ( <i>Andira inermis</i> )	9	0.9	1.4	4.9	0.65
25	Zorra ( <i>Jacaranda copaia</i> )	8	2.2	3.7	7.1	0.25
26	Cincho ( <i>Lonchocarpus</i> sp.)	8	1.3	1.9	5.6	0.70
27	Sangre blanco ( <i>Pterocarpus halleis</i> )	8	1.1	1.6	4.4	0.60
28	Jigua ( <i>Nectandra</i> sp.)	7	1.5	2.9	5.1	0.88
29	Ciruelillo ( <i>Astronium graveolens</i> )	7	1.5	2.2	4.7	0.75
30	Jagua ( <i>Genipa americana</i> )	7	1.4	1.8	3.3	0.60
31	Macuelizo ( <i>Tabebuia rosea</i> )	7	1.0	1.8	3.9	0.50
32	Cañamito ( <i>Aspidosperma spruceanum</i> )	7	1.0	1.2	3.2	0.92
33	Tempisque ( <i>Mastichodendron Camiri</i> )	7	1.0	1.2	2.4	0.90
34	Zapele ( <i>Entodophragma rehderii</i> )	6	1.6	2.6	2.6	0.88
35	Cedro de la India ( <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> )	5	3.9	5.6	4.6	0.80

## Manejo del componente forestal en Saf's con cacao: el caso del CEDEC

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos de la especie forestal (o frutal) es proveer sombra al cultivo, es necesario mantener un equilibrio luz-sombra para no afectar la fisiología del cacao, favorecer la mayor incidencia de enfermedades o plagas y así mantener la producción a niveles rentables. No es fácil encontrar la especie que llene todos los requisitos que la conviertan en el árbol ideal para sombra y que brinde buenos dividendos al final del ciclo productivo cuando se coseche la madera, sin embargo es posible mediante el manejo a la especie o especies forestales en asocio, conseguir un equilibrio que permita el suministro de sombra requerido por el cultivo y obtener al final un ingreso significativo por este concepto. Ya que la capacidad sombreadora de cada especie está determinada por la frondosidad y diámetro de copa, la densidad de siembra y la altura de copa juegan un papel preponderante, ya que a menor altura del árbol de sombra y, o más plantas por unidad de área la intensidad de sombra será mayor. Es aquí donde la poda y los raleos tienen su rol para garantizar el éxito del sistema, tanto desde el punto de vista del cultivo como del aprovechamiento final del componente sombra.

La cantidad de podas y raleos puede variar de acuerdo a la especie usada como sombra, ya que cuando ésta tiene un crecimiento vigoroso, copa amplia y frondosa, va requerir más podas y raleos siendo esto más crítico cuando la especie es de porte bajo. Para el caso del CEDEC, con especies entre 9 y 12 años las podas han variado entre 1 y 2 y los raleos entre 0 y 1 con demanda de jornales/ha entre 3 y 30 para el Redondo y el Cumbillo, respectivamente, mientras que no han sido necesarios los raleos en la mayoría de las especies, excepto en el Laurel negro, en el Granadillo y en la Limba donde se ha efectuado uno con una demanda de 12, 8 y 34 jornales/ha, respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Podas, raleos y demanda de mano de obra para estas prácticas en especies latifoliadas en evaluación como sustitutas de sombra permanente del cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2006.

Especie	Edad (años)	Podas	Raleos	(J o r n a l e s / h a)	
				Podas	Raleos
Laurel Negro	12	1	1	9	12
San Juan Guayapeño	11	1	0	6	0
Granadillo	11	2	1	18	8
Flor Azul	11	2	0	14	0
Redondo	11	1	0	3	0
Barba de Jolote	10	2	0	15	0
Cedrillo	10	2	0	8	0
Marapolán	10	2	0	14	0
Cumbillo	9	2	0	30	0
Limba	9	2	1	10	34
Rosita	9	2	0	10	0
Santa María	9	2	0	9	0
San Juan Areno	9	2	0	10	0

La Limba es una especie que se auto poda pero es aconsejable hacer unas dos podas en los primeros 4 a 5 años pues algunas ramas se resisten a morir o lo hacen cuando han alcanzado un grosor mayor de 3 cm de diámetro y por su peso al caer pueden causar algún daño al cacao, además al podrirse el muñón o tocón daña la calidad de la madera. Complementario a las podas y dado el vigor de crecimiento de esta especie, aun en suelos de baja a media fertilidad, es indispensable efectuar raleos en los primeros 8 años, labor que es dispendiosa y requiere tomar precauciones especiales para evitar accidentes a los trabajadores y daño al cultivo. Para el caso del CEDEC, donde la especie se estableció a una densidad de 74 árboles/ha (9 m entre árboles y 15 m entre hileras) fue necesario hacer un raleo del 50% de la población a los 8 años de edad. Antes de la práctica se estimó un porcentaje de sombra proyectada del 70%, lo cual resulta excesivo para el cacao. Para mejorar esta situación se decidió derribar 37 árboles (50%) en filas alternas para un espaciamiento definitivo de 18 x 15 metros que permitió reducir la sombra a un 30% para una entrada de luz del 70% aproximadamente, invirtiéndose positivamente la relación luz-sombra. El diámetro promedio (DAP) de los árboles eliminados fue de 43 cm y la altura total promedio de 18.2 m para un volumen promedio/árbol de 1.86 m<sup>3</sup> (372 pies tablares). Como se anotó antes el raleo es una labor dispendiosa y costosa, pues la presencia de un cultivo debajo de la copa de los árboles al que hay que proteger, hace más crítica la situación. La información generada con esta experiencia se resume en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Demanda de mano de obra en raleo y labores para el aprovechamiento de la madera en Limba de ocho años de edad. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Concepto	Mano de obra (jornal)		Costo (Lps) <sup>1</sup>		Aprovechamiento <sup>2</sup>	
	Por árbol	Total	Por árbol	Total 37 árboles	Por árbol	Total 37 árboles
Derrame o descombro previo a derribo	0.32	11.84	32.96	390.25	-	-
Derribo	0.41	15.17	42.23	1,562.51	-	-
Trozado (en bloque)	0.2	7.40	20.6	762.20	-	-
M <sup>3</sup> /árbol	-	-	-	-	1.86	68.82
Pt/árbol	-	-	-	-	372.00	13,764.00
Bloqueo (aserrío) madera (Lps. 0.70/pt)	-	-	-	-	260.40	9,634.80
Acarreo madera de lote a bodega	0.16	6.00	16.70	617.90	-	-

<sup>1</sup> Un jornal = Lps. 103.00/día.

<sup>2</sup> No se consideran ingresos ya que es una especie exótica poco conocida en el mercado local aunque sí bien aceptada en el mercado foráneo.



Labor de descombre (izquierda), aprovechamiento (centro) y estado de la parcela (derecha) doce meses después del raleo de Limba. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

### **Producción de cacao, incidencia de moniliasis y proyección de producción de madera**

En general no se observan diferencias marcadas en rendimiento con los diferentes socios, salvo con Marapolán que es un lote manejado orgánicamente con buenas condiciones físicas de suelo y que reporta en promedio de los últimos cinco años 1,078 kilos/ha. El conocimiento de los diferentes lotes donde se establecieron las especies forestales, sugiere que las condiciones físicas del suelo y el material genético de cacao han incidido más en la producción que las especies sombreadoras, siempre que se hagan oportunamente los raleos y las podas de éstas de acuerdo a la frondosidad y diámetro de copa que las caracterice. La incidencia de moniliasis fue alta (> del 50%) entre el 2002 y 2003 para toda la finca, pero a partir del 2004 la enfermedad se ha manejado adecuadamente en todas las áreas y no se observa una influencia directa de la especie sombreadora (promedio general de incidencia en el centro 4.5% en el 2006). La combinación cacao-Limba reporta el rendimiento más bajo con 300 kilos/ha en el 2005 pero el cacao en este socio sólo tiene 5 años versus los otros socios donde el cultivo supera 19 años de edad. Por su crecimiento excepcional, diámetro de copa y frondosidad la Limba se considera altamente competitiva (por ello fue raleada en un 50% en Febrero de 2006). El Laurel Negro, también por el tamaño de copa y frondosidad de ésta, se considera altamente competitivo por lo cual la densidad de siembra no debe sobrepasar los 45 a 50 árboles/ha.

En este estudio presenta un promedio 572 kg/ha a los 12 años de edad y 548 en promedio de 19 años (15 años de registros) versus el cedro que a los 19 años presenta un rendimiento promedio de 702 kg/ha (Cuadro 8). En Talamanca, Costa Rica, con los socios Laurel Blanco (*C. aliadora*) y Terminalia (*Terminalia ivorensis*) se reportan rendimientos promedios de 363 kilos/ha e incidencia de moniliasis del 61% (Somarriba 1994).

Cuadro 8. Producción de cacao, incidencia de moniliasis y proyección de producción de madera e ingresos por este concepto en SAF's con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

No	Especie	Edad (años)	Producción kg/ha	% de Monilia	M <sup>3</sup> /ha <sup>1</sup>	Ingresos Potenciales (US\$/ha)
1	Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	13	600	7.4		
2	Laurel Negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	12	600	7.4	118.0	18,740
3	San Juan Guayapeño ( <i>T. donnell-smithii</i> )	11	950	3.7	33.9	4,307
4	Granadillo Rojo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	11	572	10.6	25.3	5,357
5	Flor Azul ( <i>Vitex gaumeri</i> )	11	675	9.3	26.1	--
6	Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	11	950	3.7	2.2	349
7	Barba de Jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	10	662	4.5	33.5	4,256
8	Cedrillo ( <i>Huetea cubensis</i> )	10	780	4.0	29.0	3,684
9	Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	10	698	7.0	26.0	4,129
10	Hormigo ( <i>Plathymiscium dimorphandrum</i> )	10	660	6.5	8.48	--
11	Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	9	520	5.7	19.7	2,249
12	Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	9	400	4.1	56.0	--
13	Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	9	520	5.7	22.5	3,335
14	Santa María ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	9	633	3.2	25.7	3,265
15	San Juan Areño ( <i>Ilex tectonica</i> )	9	633	3.2	18.7	2,376
16	Sombra de ternero ( <i>Cordia bicolor</i> )	9	610	6.0	-- <sup>2</sup>	--
17	Caoba africana ( <i>Khaya senegalensis</i> )	9	622	4.0	--	--
18	Narra ( <i>Pterocarpus indicus</i> )	9	586	3.0	--	--
19	Piojo ( <i>Tapirira guianensis</i> )	9	631	2.0	10.0	--
20	Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> )	9	875	3.6	--	--
21	Aceituno ( <i>Simarouba glauca</i> )	9	520	5.7	--	--
22	Paleta ( <i>Dialium guianensis</i> )	9	761	5.2	19.0	--
23	Huesito ( <i>Macrohasseltia macroterantha</i> )	9	740	1.7	5.4	--
24	Almendro de río ( <i>Andira inermis</i> )	9	875	3.6	7.2	--
25	Zorra ( <i>Jacaranda copaia</i> )	8	780	1.3	65.0	--
26	Cincho ( <i>Lonchocarpus</i> sp.)	8	616	3.0	--	--
27	Sangre blanco ( <i>Pterocarpus halleis</i> )	8	820	4.0	--	--
28	Jigua ( <i>Nectandra</i> sp.)	7	735	3.5	--	--
29	Ciruelillo ( <i>Astronium graveolens</i> )	7	740	1.7	14.3	--
30	Jagua ( <i>Genipa americana</i> )	7	610	3.5	7.4	--
31	Macuelizo ( <i>Tabebuia rosea</i> )	7	950	3.7	4.4	--
32	Cañamito ( <i>Aspidosperma spruceanum</i> )	7	740	1.7	3.7	--
33	Tempisque ( <i>Mastichodendron Camiri</i> )	7	740	1.7	--	--
34	Zapele ( <i>Entodophragma rehderii</i> )	6	740	1.7	--	--
35	Cedro de la India ( <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> )	5	210	5.0	70.0	--

<sup>1</sup> Datos arrojados por el Programa MIRA. <sup>2</sup> Datos no determinados.

### Nivel de nutrientes en el suelo versus nivel de nutrientes en el follaje como indicativo del reciclaje de elementos en algunas especies

Para tener idea de la correspondencia que puede haber entre el contenido de nutrientes en el suelo y el contenido de los mismos elementos en el follaje de la especie sombreadora, en el 2006 se hicieron análisis químicos para el suelo y para el follaje de las respectivas especies que están creciendo en estas áreas (Cuadro 9). Si observamos por ejemplo los niveles de Ca que es un elemento muy móvil en el suelo, vemos que en general los niveles se incrementan en el follaje en distintas especies, pasando de bajo (B) a muy alto (MA) en laurel (19 y de 12 años de edad) y de bajo a normal (B/N) a muy alto (MA) en el cedro. En la caoba pasa de bajo (B) en el suelo a alto (A) en el follaje, y de un nivel normal (N) en el suelo a alto (A) en el follaje de especies como el San Juan Guayapeño, Flor Azul, Barba de Jolote y Cumbillo. La explicación para esto puede ser que elementos como el Ca, el N y en algunos casos el K que se pierde por lixiviación en el suelo escapando a la absorción por las raíces del cacao, son capturados en capas inferiores del suelo por las raíces de estas especies sombreadoras que los absorben y los devuelven a las capas superiores del suelo a través de la renovación constante del follaje, contribuyendo así a la sostenibilidad de estos sistemas agroforestales. Respecto a los niveles de K en el suelo versus los niveles en el follaje, se observa que en todos los asociados considerados aquí está bajo (B) en el suelo y pasa a muy bajo (MB) o se mantiene bajo (B) en el follaje en la mayoría de los casos. En muy pocos casos los niveles pasan de bajos a normales (San Juan Guayapeño y Cumbillo) o de bajos a altos como ocurre en Marapolán.

Cuadro 9. Nivel del contenido de nutrientes en el suelo de parcelas y en el follaje de especies forestales creciendo en estas áreas. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Especie	Edad años	Nivel de contenido de nutriente									
		En el suelo					En el follaje				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Laurel Negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	19	B	B/N	B	B	N	MB	N	MB	MA	A
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	19	B	B/N	B	B/N	N	MB	B	MB	MA	N
Mezcla de leguminosas	19	B	B	B	B	B/N	MB	B	MB	N	A
Caoba	13	B	B	B	B	N	B	B	B	A	B
Laurel Negro (Ensayo replicado)	12	B	B	B	B	N	MB	N	MB	MA	A
San Juan Guayapeño ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	11	B	B	B	N	N/A	A	B	N	A	B
Granadillo Rojo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	11	B	B	B	B/N	N	MB	B	MB	B	N
Flor Azul	11	B	B	B	N	N	B	B	B	A	N
Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	11	B	B	B	N	N/A	MB	B	MB	MA	A
Barba de Jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	10	B	B	B	N	N/A	A	B	B	A	B
Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	10	B	B	B	N	N	A	N	A	B	B
Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	9	B	B	B	N	N	B	B	N	A	B
Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	9	B	B	B	N	N	B	B	B	N	B
Aceituno ( <i>Simarouba glauca</i> )	9	B	B	B	N	N	B	B	B	B	B
Zorra ( <i>Jacaranda copaia</i> )	8	B	B	B	N	N/A	A	N	B	N	B



El Hormigo con un diámetro de copa de 4 m a los 9 años y una frondosidad de 0.65 y por la calidad de su madera, es una especie con potencial para conformar Saf's con cacao.

### Conclusiones generales

Los avances del presente estudio permiten las siguientes conclusiones generales:

- Los socios del cacao con rambután o con maderables como laurel negro y cedro, conforman sistemas agroforestales con potencial para pequeños y medianos productores, incluyendo aquellos establecidos en terrenos de ladera de baja a media fertilidad y de alta precipitación.
- Además de ser una alternativa económica (de mayores ventajas que la agricultura migratoria), los socios del cacao con rambután y especies latifoliadas con potencial en la industria de la madera, contribuyen a la protección de recursos naturales, como el suelo, el agua y la biodiversidad (hábitat para aves, por ejemplo).
- El Laurel negro (*Cordia megalantha*) que es una especie forestal que crece en las mismas condiciones agro ecológicas requeridas por el cacao, permite su corte entre los 15 y 20 años con rendimientos de 193 m<sup>3</sup>/ha de madera con la calidad requerida por la industria maderera.
- Para las condiciones de la costa atlántica de Honduras el Cedro (*Cedrella odorata*) es una especie forestal con alta demanda en el mercado local que desarrolla satisfactoriamente en asocio con cacao, permitiendo obtener rendimientos de grano seco iguales o aun superiores a los obtenidos con sombra tradicional de leguminosas.
- Los sistemas cacao-laurel y cacao-cedro son sistemas agroforestales que contribuyen a la conservación del suelo, gracias al aporte de materia orgánica a través de la hojarasca (del cacao y de la especie sombreadora), contribuyendo así mismo al aporte de nutrientes y con esto a la fertilidad natural del recurso.



- La mayoría (77%) de las especies en evaluación hasta los 9 y 13 años de establecidas, muestran adaptación a condiciones de poca altura (20 msnm), alta precipitación y suelos de fertilidad media como los del CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras.
- El San Juan Guayapeño no tolera condiciones extremas de humedad en el suelo (mal drenaje) y sobre todo precipitaciones inusuales que sobrepasen los 500 mm mensuales.
- Especies como la Rosita, San Juan Guayapeño, Laurel Negro, Cedrillo, Granadillo Rojo, Marapolán, Flor Azul y Santa María, presentan potencial para reemplazar la sombra tradicional en cacao, ya que por su tasa de crecimiento (en altura y diámetro) sobrepasan el dosel del cacao entre los 3.0 y 3.5 años después del trasplante.
- El Redondo es una especie que no se adapta a alturas por debajo de 600 msnm pues en estas condiciones aunque sobreviven la mayor parte de las plantas, la tasa de desarrollo es muy lenta, lo cual es una característica indeseable cuando se trata de proveer sombra al cultivo.
- La Limba, aunque rebasa la altura del cacao antes de los dos años y medio, es una especie muy competitiva por su acelerado crecimiento, tamaño y frondosidad de copa, además de no ser utilizada actualmente en la industria local de la madera y por lo tanto tener limitaciones de comercialización.
- En general las especies forestales en SAF's con cacao se benefician del manejo dispensado al componente agrícola, a juzgar por los buenos impulsos de crecimiento registrados durante el período de evaluación.
- San Juan Guayapeño aunque posee un diámetro de copa mayor de 8 metros, tiene una frondosidad de 0.4, características que la convierten en una especie con gran potencial para el sombreamiento equilibrado del cacao.
- El Granadillo Rojo, por ser una especie leguminosa en peligro de extinción, por su condición de madera preciosa y su comportamiento fenológico que favorece la fisiología del cacao, se constituye en una de las especies ideales para usarlas como alternativa en programas de sustitución de sombra tradicional del cultivo.
- Por el comportamiento general de la moniliasis en los distintos socios, se puede inferir que el grado de incidencia de la misma está más influenciado por el manejo del sistema que por la especie forestal que provee la sombra al cultivo.
- La sustitución de la sombra originalmente establecida por una sombra manejada racionalmente, provista por especies maderables de mayor valor económico y con buenas tasas de crecimiento, representa una práctica agroforestal atractiva que le puede proveer jugosos dividendos a los productores de cacao, especialmente de frontera agrícola en zonas de amortiguamiento de áreas protegidas.

**Literatura consultada y sugerida**

- Alvarado, C. 2002. Instrumentos analíticos para el manejo de plantaciones de especies latifoliadas. Revista Tatascán–edición especial. ESNACIFOR, Siguetepeque, Honduras. 157 p.
- CUPROFOR. 2004. Características y usos de 30 especies del bosque latifoliado de Honduras. San Pedro Sula, Honduras. 157 p.
- Dubón, A. 1997. Propuesta de investigación y guía sobre medición de parcelas con maderables en saf's con cacao. CEDEC, La Masica, Honduras. 7 p.
- Espinoza, H. 1997. Informe de Diagnóstico en Plaga de Laurel Negro. Departamento de Protección Vegetal. FHIA, La Lima, Cortés, Honduras. 1p.
- Espinoza, H. 2000. Informe de Diagnóstico en Plaga de Limba. Departamento de Protección Vegetal. FHIA, La Lima, Cortés, Honduras. 1 p.
- Fassbender, H.W., L. Alpizar, J. Heuvel, H. Folster y 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: 10ª Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. Resúmenes. p. 120.
- Martínez, A. y G.A. Enríquez. 1981. La sombra para el cacao. CATIE. Serie.
- Notas de Clase en Curso: “Desarrollo de Sistemas Agroforestales” CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1995.
- PROECEN. 2003. Guías silviculturales de 23 especies forestales del bosque húmedo de Honduras. Proyecto PD022/99 Rev. 2. ESNACIFOR-OIMT. Siguetepeque, Honduras. 261 p.
- PROECEN. 1999. Fichas técnicas. Colección maderas tropicales de Honduras. Proyecto PD 8/92 Rev. 2 (F). Lancetilla, Tela, Honduras. 25 guías. 8 p c/u.
- Santana, M. y Cabala. 1987. Reciclaje de nutrientes en agroecosistemas de cacao. 10ª. Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. 17-23 Mayo de 1987. 80 p.
- Somarriba, E. 1994. Sistema cacao-plátano-laurel. El concepto. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie Técnica no. 226. 33 p.
- Somarriba, E. y Domínguez, L. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra de cacaotales establecidos. Manejo y crecimiento. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Informe técnico no. 240. 96 p.

- Somarriba, E. y Beer, J. 1999. Sistemas agroforestales con cacao en Costa Rica y Panamá. Agroforestería en las Américas. CATIE, Costa Rica. Vol. 6 N° 22, 1999. p 7.
- Thirakul, S. 1998. Manual de dendrología del bosque latifoliado. 2da. edición. Programa Forestal-PDBL II. Honduras Canadá, AFE/COHDEFOR. La Ceiba, Honduras. 502 p.
- Ugalde, L. A. 1995. Guía para el establecimiento y medición de parcelas de crecimiento en Investigación y programas de reforestación con la metodología del sistema MIRA. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 42 p.

## Ensayos de nutrición en el cultivo de cacao

*Jesús Sánchez y Aroldo Dubón*  
*Programa de Cacao y Agroforestería*  
*Julio Herrera*  
*Laboratorio Químico Agrícola*

### Resumen

En los ensayos de nutrición se evalúan las respuestas del cacao adulto a la aplicación de diferentes niveles de NPK versus la aplicación de Bocashi, a la aplicación de gallinaza composteada versus un testigo absoluto y diferentes niveles de potasio. Los niveles de NPK (g/árbol/año) fueron 0-30-60, 60-30-0, 60-30-30, 60-30-60, 60-30-90 y bocashi (abono orgánico fermentado) a una dosis de 5.0 kg/árbol/año. Los resultados de 7 años de registro no presentan diferencias significativas, pero muestran una tendencia de mejor producción en el tratamiento 60-30-60 que ha sido el tratamiento que en ensayos anteriores en suelos del CEDEC, han mostrado los mejores rendimientos. En el ensayo de fertilización orgánica empleando como fuente la gallinaza, se evaluaron los tratamientos con y sin gallinaza, empleando un diseño BCA con 4 repeticiones y 60 plantas útiles. Los rendimientos promedios al 2006 (excluyendo los años 2003-2004 por efectos de la incidencia de la moniliasis y su control) con y sin aplicación fueron de 1059 y 888 kg/ha respectivamente. El análisis químico de suelos nueve años después de iniciado el estudio indica cambios a mayores valores en la parcela aplicada, como en el caso del pH, MO, P, K, Ca, Mg, y Zn. El análisis de presupuesto parcial para el promedio: 2000, 2001, 2002, 2005 y 2006, aun considerando la comercialización del grano como cacao convencional (porque el mercado local no reconoce diferencial de precios para cacao orgánico) resulta rentable con una tasa de retorno del 40%. Un tercer ensayo para determinar el mejor nivel de aplicación de potasio entre los niveles 30, 60, 90 replicado en dos parcelas, una propagada por semilla con un testigo absoluto y otra por injerto con un tratamiento de gallinaza, en ambos no se aprecia diferencias entre los tratamientos con  $K_2O$  ni con el tratamiento con gallinaza; aunque los rendimientos más altos se obtienen con los niveles 90 y 30 con 1,025 y 1,007 kilos/ha en la parcela/injerto. Contrariamente en la parcela por semilla resulta similar el rendimiento del nivel 0 con el nivel 30 (910 y 907 kg/ha, pero por encima del tratamiento 90 y 60 (741 y 788 kg/ha). Los análisis de suelos muestran valores muy por debajo de los niveles críticos de interpretación, lo que supone que los niveles evaluados no fueron lo suficiente para cubrir las necesidades nutricionales del cacao.

### Introducción

El cacao es un cultivo propio del bosque húmedo tropical exigente en lo que se refiere a la fertilidad del suelo. Los requerimientos nutricionales del cacao varían de acuerdo a la edad de la planta, al material genético y a las condiciones a las que está sometido el cultivo, especialmente a la intensidad de la sombra dentro de la plantación. En cacao es importante considerar la estrecha relación que existe entre el estado nutricional o nivel de fertilidad natural del suelo y el grado de sombreadamiento.

En términos generales se estima que la máxima producción del cacao es el resultado de la combinación de un sombrero moderado con un suelo de fertilidad alta o adecuadamente fertilizado. En este caso una decisión de aplicar fertilizantes y correctivos va a depender fundamentalmente del estado en que se encuentre el cultivo, especialmente de las prácticas de manejo, grado de sombra, potencial genético y a condiciones edafo-climáticas propias del sitio de cultivo (Enríquez 1985). No existe suficiente información sobre trabajos de investigación en nutrición del cacao en Centroamérica, algunos estudios y experiencias a nivel de fincas comerciales, se realizan en América del Sur; por ejemplo en la zona cafetera colombiana son exitosas las aplicaciones de fertilizante en formulaciones como 15-15-15, aplicando cantidades de acuerdo a la edad del cultivo, bajo sombreado regulado, en dosificaciones que van de 100 g/árbol al segundo año, hasta 500 g/árbol al quinto año y años subsiguientes. Con este nivel la producción es de 1200 a 1500 kg/ha/año; sin embargo otros resultados de experimentos de fertilización resultan a veces contradictorios entre si, lo que demuestra que no puede haber una recomendación general en materia de fertilización (Pinzón 2004).

La fertilización en el cultivo de cacao es una práctica cuidadosa en términos generales. Dado el costo que implica el uso de los insumos, si no se produce un aumento significativo en la producción no se puede fertilizar sin un estudio que garantice su eficacia. Otro aspecto importante en la nutrición es conocer la cantidad de elementos que extrae la planta, tanto para la formación de frutos como para realizar otros procesos fisiológicos indispensables para la planta, así como la cantidad de nutrientes reciclados por la biomasa que aporta el sistema, para tener en cuenta, al estimar las cantidades que deberán devolverse al suelo. Una cosecha de 1000 kg/ha/año, extrae de 31-40 kg de nitrógeno, 9.6 de ácido fosfórico y de 54-86 kg de K<sub>2</sub>O. Considerando además la poca eficiencia de estos elementos, sumado al consumo de nutrientes de las especies que proveen sombra, es de esperar que las aplicaciones en un programa de nutrición de cacao deben situarse por encima de estas cantidades (Mejía, L.A. 2000).

El Programa de Cacao y Agroforestería de la FHIA ha realizado trabajos de investigación en nutrición, desde la iniciación o estado de plantía, hasta la etapa productiva, con el propósito de determinar el mejor programa de fertilización química u orgánica a recomendar a los productores de cacao de la zona. En el primer experimento iniciado por el Programa en 1987, se evaluaron 12 diferentes niveles de N-P-K en etapa de plantía, los cuales se fueron ajustando según la edad de la plantación. Los datos acumulados durante los primeros siete años de conducción del experimento, mostraron consistentemente que la combinación de los tres elementos (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) en dosis de 60-30-30 y 60-30-60 g/árbol arrojaban los mayores rendimientos con 1,086 y 1,080 kilos de cacao seco/ha por año, respectivamente (FHIA, 1994).

En una segunda etapa se reanudó el ensayo tres años después de concluido el primero, trabajando con cinco de los tratamientos originales y agregando un tratamiento con bocashi y un testigo absoluto pero no se logró apreciar diferencias marcadas a favor de ningún tratamiento químico, excepto en Bocashi con 1,216 kilos (FHIA, 2001). Concientes de la gran variabilidad que presentan la mezcla de materiales híbridos provenientes de semilla empleados en el ensayo, que no permite detectar diferencias significativas entre tratamientos, se decidió replicar a partir del 2001 los mismos tratamientos en plantas clonales con mayor uniformidad genética; donde tampoco se observó significación estadística entre tratamientos, sólo una ligera tendencia a un mayor rendimiento con el tratamiento 60-30-60 con 830 kg/ha y el más bajo rendimiento se obtuvo con el testigo absoluto con 584 kg/ha.

En otro ensayo conducido en el CEDEC, La Masica, para encontrar el mejor nivel de potasio, considerando que el nitrógeno y el potasio son los elementos extraídos en mayor proporción por el cacao (Mejía, 2000), se determinó evaluar los niveles de 30, 60, 90 kg/ha de  $K_2O$ . En promedio de seis años no se presentan diferencias significativas entre tratamientos, sino una ligera tendencia a mayor rendimiento con el nivel 30 de  $K_2O$  (806 vs 702 kg/ha año del nivel 60 y 724 kg/ha en el tratamiento con gallinaza).

Debido al alto costo de los fertilizantes sintéticos, el uso de abonos orgánicos como el bocashi y la gallinaza composteada representan otra opción económica para el productor, especialmente si se orienta la producción hacia el mercado de cacao orgánico certificado. Para generar información inicial sobre fertilización orgánica del cacao en Honduras, se realizó un estudio para conocer la respuesta del cacao adulto a la aplicación de la gallinaza composteada. El promedio de cinco años de evaluación con aplicaciones anuales de 5.0 kg/árbol, permitieron rendimientos superiores al testigo en 170 kg/ha. Todos los estudios de nutrición conducidos y concluidos por el Programa hasta el 2006, han tenido como objetivo determinar la mejor respuesta del cacao a la fertilización química y orgánica, que en ausencia de resultados concluyentes en algunos de ellos, deberá prevalecer el criterio económico para tomar la decisión de aplicar o no estos insumos y esperar una respuesta rentable para el productor.

## **Materiales y métodos**

Los estudios se realizaron en el CEDEC, La Masica, Atlántida, a 20 msnm, con una precipitación media de 3,426 mm anuales (promedio 1999 al 2005), topografía plana, suelos aluviales de textura media y fertilidad natural de media a baja.

Un primer experimento de nutrición en cacao se inició en 1987, empleando la técnica de microparcels con plantas de maíz como especie indicadora y en función de los resultados, se determinaron los tratamientos a ser sometidos a evaluación. Con un diseño Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones, tamaño de parcela de 25 árboles y 9 útiles (FHIA 1987). Se seleccionaron 12 diferentes niveles de N-P-K evaluados durante siete años. Después de tres años de concluida esta evaluación y desaparecer el efecto residual, se reinició a partir de 1998 a los 11 años de edad del cultivo, con 5 niveles (descartándose 7 niveles) e incorporando un tratamiento con bocashi (5.0 kg/árbol) como fuente de abono orgánico y un testigo absoluto, fraccionando cada dosis en dos aplicaciones/año (Enero y Julio), excepto el bocashi que se aplicó una sola vez. Los niveles a evaluar fueron:

Tratamiento 1: 00-30-60

Tratamiento 2: 60-30-00

Tratamiento 3: 60-30-30

Tratamiento 4: 60-30-60

Tratamiento 5: 60-00-60

Tratamiento 6: Bocashi (5.0 kg/árbol)

Tratamiento 7: Testigo sin fertilizar

Además del registro de frutos sanos y enfermos por tratamiento, anualmente se hizo análisis químico de suelos para conocer la dinámica nutricional en el mismo.

Un segundo trabajo de nutrición se efectuó bajo las mismas condiciones del CEDEC, con el propósito de evaluar la producción de cacao bajo el sistema de agricultura orgánica certificable, usando como principal fuente de abono, la gallinaza composteada. Se condujo a partir de 1998 hasta el año 2000 en dos lotes, uno con sombra de *Erythrina berteroana* y otro a plena exposición solar. Se utilizó un Diseño Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones y parcelas de 60 plantas útiles a 3.0 x 3.0 metros, que recibieron 0 y 5 kg/árbol año de gallinaza, respectivamente.

El área no sombreada había recibido fertilización anual (220 g/árbol de 15-15-15), hasta un año antes de la aplicación del tratamiento orgánico.

A partir del año 2000 se continuó el estudio con solo la parcela al sol, la cual actualmente está sombreada con una especie forestal. Previo al inicio del ensayo se hizo un análisis químico de suelo por tratamiento y se analizó la gallinaza composteada, cuyos contenidos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O fueron del 1.65%, 0.69% y 1.48% respectivamente; esa gallinaza se mantuvo fuera de los sacos a la intemperie por más de un mes, para que sufriera un proceso parcial de descomposición y para reducir el efecto amoniacal que causa toxicidad en las plantas.

El método de aplicación fue al contorno de la planta; las otras prácticas culturales como control de malezas con machete, regulación de sombra, podas, remoción de frutos enfermos y dañados fueron los mismos para todos los tratamientos en todos los ensayos.

Por último se diseñó un ensayo para evaluar las dosis mas adecuada de potasio en el cultivo de cacao en un lote donde se reemplazó la sombra de madreño (*Gliricidia sepium*) por la especie forestal Granadillo (*Dalbergia glomerata*), repitiéndose los mismos tratamientos tanto en un área sembrada con plantas procedentes de semilla como en otro establecido con plantas injertadas, en ambos casos se usaron 22 plantas/parcela útil. Los tratamientos aplicados fueron los niveles 30, 60 y 90 kg/ha año de K<sub>2</sub>O, sin variar los niveles de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (60 -30, respectivamente) y los testigos fueron 0 kg/ha de K<sub>2</sub>O en el área por semilla y 5.0 kg/planta/año de gallinaza en el área con plantas injertadas.

## **Resultados y discusión**

### **Ensayo 1. Respuesta del cacao a la fertilización química y orgánica**

Los registros de producción con los tratamientos replicados en material propagado vegetativamente (clones) iniciados a partir del 2000 hasta el 2006, que se concluye el experimento, se muestran en el Cuadro 1.



Cuadro 1. Producción de cacao seco en kilogramos/hectárea/año, en distintos tratamientos con fertilizantes químicos versus una fuente de abono orgánico. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Tratamientos (g/árbol de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Prome- dio (kg/ha)	% monilia	% m. negra
0-30-60	852	1005	368	676	499	1038	905	763	9	7
60-30-0	1148	610	389	616	494	943	872	725	7	4
60-30-30	988	942	438	580	415	819	773	708	12	6
60-30-60	1093	1008	480	881	533	915	899	830	8	4
60-0-60	1091	987	296	592	471	954	1101	785	4	3
Bocashi (5.0 kg/árbol)	1216	981	308	652	337	791	703	713	6	5
Testigo	-	981	226	634	258	746	661	584	5	3

Considerando el promedio de 7 años se observa una tendencia de mejor producción en el tratamiento 60-30-60, similar tendencia se presentó en el ensayo anterior por semilla. El tratamiento con bocashi presenta un rendimiento promedio de 713 kg/ha, muy similar a los demás tratamientos, excepto con el testigo sin fertilización, que llegó a un promedio de 584 kg/ha, que representa una diferencia de 129 kg/ha equivalente a un 22%. La ventaja de este tratamiento orgánico es que puede ser preparado con insumos obtenidos en la misma finca y aportar a su vez significativamente cantidades de elementos mayores y menores liberados en una forma gradual, mejorando a la vez las condiciones físicas del suelo. Se asume que la fuerte intervención de los árboles a través de fuertes podas tendientes a bajar la altura de plantas y aclarar el dosel para el control de la moniliasis, no permitió apreciar las posibles diferencias entre tratamientos.

El análisis de presupuesto parcial para los años del 2000 al 2006 del tratamiento (60-30-30) versus el testigo absoluto (cero aplicaciones) muestra que la práctica es económicamente rentable, al presentar una tasa de retorno del 53%, lo que indica que por cada lempira invertido en esta práctica, se recuperan Lps.1.53 lo cual resulta atractivo bajo las condiciones del mercado actual de grano convencional (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de presupuesto parcial para el tratamiento 60-30-60 y el testigo absoluto (promedios años: 2000-2006). CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Parámetros	Sin fertilización (0-0-0 de NPK)	Con fertilización (60-30-60 de NPK)
Rendimiento medio (kg/ha)	584.00	830.00
Rendimiento ajustado (-10%)	523.00	747.00
Beneficio bruto (Lps/ha)	10,297.87	14,708.43
Costo del fertilizante (Lps/ha X 7años)	0.00	2,266.00
Costo aplicación fertilizante (Lps/ha)	0.00	618.00
Total costos variables (Lps/ha)	0.00	2,848.00
Beneficios netos (Lps/ha en esta práctica)	10,297.87	11,824.43
<b>Tasa de retorno marginal: 53%</b>		

## Ensayo 2. Fertilización orgánica del cacao empleando como fuente gallinaza composteada

Durante los años 2003 y 2004 los rendimientos de este experimento se vieron reducidos por la fuerte intervención a que fueron sometidas las plantas, especialmente por las podas severas, incluyendo la reducción de altura, para facilitar la remoción de frutos enfermos, práctica fundamental para reducir la alta incidencia de moniliasis; esta práctica obviamente afectó la fisiología del árbol al limitar la capacidad productiva del mismo.

Los rendimientos promedios de los años 2000, 2001, 2002, 2005 y 2006 (se excluyen los años 2003 y 2004 por las razones ya expuestas), con y sin aplicación fueron de 1,059 y 888 kg/ha año de grano seco, respectivamente, con una diferencia de 171 kg/ha a favor del tratamiento con gallinaza (Cuadro 3.) Resultados similares se reportaron a nivel comercial en la finca Baranoa, ubicada en el municipio de Lebrija (Santander) Colombia, aplicando una vez por año una dosis de 5.0 kilos de gallinaza por planta, con rendimientos de 1,500 kg/ha (Franco 1987).

El análisis químico de suelo nueve años después de iniciado el estudio, muestra tendencia a mayores valores en las parcelas con aplicación, como en el caso del pH, materia orgánica, el P, K, Ca, Mg y Zn. En especial los niveles de P se han incrementado considerablemente al pasar de 1.0 a 42 ppm en la parcela testigo y tratada respectivamente. La relación Mg/K actualmente de 12.0 en el testigo y de 8.40 en el tratamiento con gallinaza se mantiene dentro del rango óptimo que es de 2.5 a 15.0 (Cuadro 4).

Cuadro 3. Producción de cacao seco (kg/ha) en tratamientos con y sin fertilización orgánica. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

<b>Años</b>	<b>5.0 kg/gallinaza/árbol</b>	<b>0.0 kg/árbol</b>	<b>Diferencia (kg/ha)</b>
2000	1,381	1,130	251
2001	1,072	937	135
2002	1,054	917	137
2003	-	-	-
2004	-	-	-
2005	1,140	998	142
2006	647	458	189
<b>Promedio</b>	<b>1,059</b>	<b>888</b>	<b>171</b>

Cuadro 4. Análisis químicos de suelos en tratamientos con y sin gallinaza por nueve años consecutivos. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Parámetro	Tratamiento 0 kg		Tratamiento 5.0 kg gallinaza	
pH	5.20	B/N	6.00	N
Materia orgánica (%)	2.66	B	2.89	B
N total (%)	0.13	B	0.15	B
P (ppm)	1.00	B	42.00	A
K (ppm)	54.00	B	89.00	B
Ca (ppm)	1130.00	N	1940.00	N
Mg (ppm)	199.00	N	230.00	N
Fe (ppm)	71.00	A	2.00	A
Mn (ppm)	3.00	N	1.20	B/N
Cobre (ppm)	37.60	A	30.20	A
Zinc (ppm)	0.72	B/N	1.44	N
Mg/K (óptimo 2.5 – 15.0)	12.00		8.40	

Cuadro 5. Costos de mano de obra y abono orgánico en ensayo de fertilización en cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Años	Jornales/ aplicación	Valor jornales (Lps/ha)	Costo gallinaza (Lps/ha) 152 sacos	Total (Lps/ha)
2000	6	324	1,216	1,540
2001	6	420	1,368	1,788
2002	6	456	1,368	1,824
2005	6	492	2,280	2,772
2006	6	606	2,280	2,886
<b>Promedio</b>	<b>6</b>	<b>459.96</b>	<b>1,702.4</b>	<b>2,162</b>

Cuadro 6. Resumen del análisis de presupuesto parcial para la práctica de fertilización con gallinaza. Período 2000-2002, 2005-2006. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Parámetros	Sin gallinaza (0 kg/árbol año)	Con gallinaza (5.0 kg/árbol año)
Rendimiento medio (kg/ha)	800	1,059
Rendimiento ajustado (-10%)	799	953
Beneficio bruto (Lps/ha)	15,732.31	18,764.57
Costo abono/año (Lps/ha)	-	1,702.00
Costo mano de obra (Lps/ha)	-	460.00
Total costos variables (Lps/ha)	-	2,162.00
Beneficio neto (sólo esta práctica)	15,732.31	16,602.60
<b>Tasa de retorno marginal: 40%</b>		

### Ensayo 3. Evaluación de la aplicación de niveles de potasio en cacao

A pesar de que el potasio es uno de los elementos junto al nitrógeno, extraídos en mayor proporción por las raíces del cacao (54-86 kg de K<sub>2</sub>O según fuente: Cocoa Growers Bulletin, citado por Mejía, L.A. 2000), los resultados en las parcelas replicadas con los mismos tratamientos (área de injertos y área de plantas/semilla) no muestran datos consistentes. Durante el período evaluado de 2001 al 2006 en que se da por finalizado el experimento (sin incluir datos del 2003 y 2004 por las drásticas prácticas de control aplicadas para controlar la moniliasis del cacao que disminuyeron los rendimientos), no se apreciaba un claro efecto de los tres niveles de K<sub>2</sub>O aplicados. En la parcela con injertos donde se agregó un tratamiento con gallinaza, los niveles 90 y 30 presentan los rendimientos más altos con 1,025 y 1,007 kg/ha respectivamente; siendo el nivel 60 el más bajo con 896 kg/ha, seguido de gallinaza con 844 kg (Cuadro 7). Contrariamente en la parcela por semilla, el nivel 0 resultó similar al nivel 30 (910 y 907 kg/ha); los más bajos rendimientos se dieron con los tratamientos 90 kg/ha de K<sub>2</sub>O con 741 kg y 60 kg/ha de potasio (K<sub>2</sub>O) con 788 kg/ha-año (Cuadro 8).

Cuadro 7. Efecto de la aplicación de potasio en cacao versus una fuente de materia orgánica en plantas propagadas vegetativamente. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Lote injerto Tratamiento	P r o d u c c i ó n (k g/h a/a ñ o)				Promedio (kg/ha)
	2001	2002	2005	2006	
1. Gallinaza	916	649	1,243	776	896
2. Nivel 30	1,055	824	1,297	850	1,007
3. Nivel 60	765	607	1,258	746	844
4. Nivel 90	1,222	733	1,258	888	1,025

Cuadro 8. Evaluación de la aplicación de niveles de potasio en plantas de cacao procedentes de semilla. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Lote/semilla Tratamiento	P r o d u c c i ó n (k g/h a/a ñ o)				Promedio (kg/ha)
	2001	2002	2005	2006	
1. Nivel 0	946	567	1,153	975	910
2. Nivel 30	1,005	570	1,157	895	907
3. Nivel 60	920	453	985	795	788
4. Nivel 90	897	420	942	705	741

En un ensayo buscando respuestas del cacao a la aplicación de N-P-K en suelos de la región cacaotera de Bahía, Brasil (con niveles de N del 0.15%, P del 4.18 ppm y K de 0.14 meq/100g todos por debajo de los niveles críticos) se determinó que el fósforo y el nitrógeno fueron los principales elementos que limitaron los rendimientos en condiciones de sombra parcial. Al producirse la interacción N: P los incrementos medios en la producción fueron en el orden del 52% para dosis de 60-120 kg/ha de nitrógeno y 90-180 kg/ha de fósforo, para dos regiones de Bahía. En ningún caso se observó respuesta del cacao a la aplicación de potasio, produciéndose una interacción negativa entre este elemento y el fósforo. La falta de respuesta de este nutriente en el ensayo (de Brasil) los autores (Morais, *et al.* 1978) lo atribuye a una fuerte lixiviación del potasio en el suelo; para el caso de los suelos del CEDEC, La Masica, también se observan niveles muy por debajo de los niveles críticos de elementos mayores (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de suelo por tratamiento en ensayo sobre evaluación de niveles de potasio. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Elementos	Nitrógeno %	Fósforo ppm	Potasio ppm	Calcio ppm	Magnesio ppm
<b>Nivel mínimo según tabla de interpretación<sup>1</sup></b>	<b>0.20</b>	<b>4.0</b>	<b>150</b>	<b>800</b>	<b>150</b>
<i><b>Plantas injertadas</b></i>					
Nivel 30	0.143	1.0	29	768	171
Nivel 60	0.125	3.0	80	756	160
Nivel 90	0.111	1.0	52	862	208
Gallinaza	0.111	13.0	39	1760	263
<i><b>Plantas de semilla</b></i>					
Nivel 0	0.143	2.0	32	930	206
Nivel 30	0.135	2.0	33	660	170
Nivel 60	0.157	5.0	100	536	150
Nivel 90	0.145	2.0	66	848	174

<sup>1</sup> Niveles mínimos requeridos por el cacao para producir adecuadamente.

### Conclusiones generales

- De acuerdo a los resultados generados en un período de siete años de aplicación de NPK, la recomendación final es adoptar el nivel 2:1:2 que corresponde a aplicar 60-30-60 g/árbol de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para condiciones de suelo y manejo similar al área de estudio.
- Para las condiciones de La Masica, Atlántida, la aplicación de gallinaza composteada en cantidad de 5.0 kg/ha/año como fuente de abono orgánico en plantaciones de cacao en producción, incrementa los rendimientos cerca de un 20% que en las condiciones actuales del mercado de grano convencional resulta económico para el productor de cacao.
- El uso de esta práctica de abonamiento con gallinaza resulta más atractiva para el productor, cuando el grano se comercializa bajo el sello de “Cacao Orgánico” a un precio por kilo superior al cacao convencional (en las condiciones de mercado nacional actualmente no hay reconocimiento en precio por el producto orgánico).
- En cuanto a la aplicación de K por cuatro años consecutivos, los resultados fueron inconsistentes tanto con plantas de semilla como injertadas; sin embargo, con nivel de 30 g/árbol de K<sub>2</sub>O hubo la tendencia a un mejor rendimiento con ambos tipos de plantas (de semilla e injertadas).

### Recomendación

- Rediseñar un nuevo experimento siempre con el apoyo del especialista en suelos, para buscar respuestas a la aplicación de potasio, con niveles mayores de N-P-K, Ca, porque los niveles de estos elementos en el suelo, tal como lo muestran los análisis químicos recientes, están muy por debajo de los niveles mínimos que indica la tabla de interpretación que emplea el Laboratorio de Suelos de la FHIA, mientras que en el caso del Mg está arriba del nivel crítico.

**Literatura consultada**

1. Enríquez, G.A. 1985. Curso sobre el Cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
2. FHIA, Programa de Cacao. Informe Técnico 1987.
3. FHIA, Programa de Cacao. Informe Técnico 2000.
4. FHIA, Programa de Cacao. Informe Técnico 2005.
5. Morais, F.I. *et al.* 1978. Respuesta del Cacao al Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Suelos de la Región Cacaotera de Bahía, Brasil. Revista Theobroma. Enero-Marzo. 1978.
6. Mejía, L.A. 2000. Nutrición del Cacao Relación Suelo-Planta-Agua. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. CORPOICA. Bucaramanga, Colombia. 2000.
7. Pinzón, J.O. 2004. La Fertilización en el cultivo del Cacao. Guía Técnica para el cultivo del Cacao. FEDECACAO, Colombia. 2004.
8. Sanmiguel, A. Cubillos, G. 1985. ¿Sabe Ud como se producen 1800 kilos de cacao por hectárea? El Cacaotero Colombiano. No. 3. Agosto 1985. Compañía Nacional de Chocolates. S.A. Medellín, Colombia. 1985.

## **Avances en la evaluación de la respuesta de cacaotero (*Theobroma cacao* L.) a la inoculación con el hongo micorrízico *Glomus intraradix* aplicado a plántulas de diferente edad en Honduras. CAC 04-01**

*José C. Melgar, Jorge Dueñas y J. Mauricio Rivera C.*

*Departamento de Protección Vegetal*

*Jesús A. Sánchez y Aroldo Dubón*

*Programa de Cacao y Agroforestería*

### **Resumen**

Se estableció un estudio para determinar la respuesta del cacaotero a la inoculación con el hongo micorrízico *Glomus intraradix*. El estudio se realiza en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC) de FHIA, La Masica, Atlántida, habiéndose conducido una primera fase en vivero entre Julio y Diciembre/2004; a partir de Diciembre/2004 se inició la fase de campo con duración de tres años como mínimo. Se presentan resultados parciales y análisis preliminares correspondientes a la fase inicial de vivero y al comportamiento del material en el campo en lo que a desarrollo fenológico se refiere. Semilla pregerminada de cacao proveniente de mazorcas recién cosechadas fue sembrada en bolsas conteniendo una mezcla de suelo: casulla:gallinaza que había sido parcialmente esterilizada con agua hirviendo. Los tratamientos experimentales consistieron en aplicaciones localizadas de una suspensión inoculante de *G. intraradix* en cada bolsa, depositada sobre el punto donde se había colocado la semilla a 0, 4, 8, 12 y 16 días después de la siembra. En cada caso se aplicaron 5 cc por bolsa de solución inoculante preparada mezclando 2.4 gramos de BuRize® DC por litro de activador líquido BuRize®. Observaciones microscópicas en laboratorio realizadas sistemáticamente 30 días después de la inoculación (30 ddi) y 150 días después de la siembra de la semilla (150 dds) mostraron ocurrencia de micorrización en plantas inoculadas artificialmente y también en plantas Testigo que no habían sido inoculadas, indicativo de ocurrencia natural de micorriza nativa en el suelo utilizado. No obstante, fue mayor la frecuencia y densidad de colonización por micorriza en las raíces de plantas inoculadas artificialmente, más marcado en lecturas a 30 ddi que a 150 dds. En esta primera no se observó un efecto de la micorriza inoculada en las variables de biomasa (longitud de raíces, peso de raíces y parte aérea, y altura de planta y diámetro del tallo), lo cual coincide con alguna literatura publicada. Se proseguirá la fase de campo para determinar conclusivamente el efecto real de la inoculación artificial con micorriza en el desarrollo y producción del cacaotero adulto.

### **Introducción**

La producción del cultivo de cacao en Honduras ha declinado progresivamente por efecto combinado del pobre manejo brindado al cultivo y, más recientemente por el efecto negativo de la enfermedad parasitaria llamada Moniliasis. Se ha demostrado que el cacao responde positivamente a la fertilización; ello, conjuntamente con la utilización de prácticas culturales para manejo de moniliasis, contribuye al mejoramiento de la producción. Desafortunadamente, la inversión en fertilizantes está usualmente fuera del alcance de los productores. Los hongos micorrízicos constituyen una alternativa ecológica y económicamente viable para mejorar localmente la productividad de los cultivos sin incurrir en el costo de la fertilización. Micorriza es



un término que describe la relación simbiótica entre un hongo y la raíz de una planta, en la cual las hifas fungosas que crecen en el interior de la raíz se extienden hacia afuera en el suelo circundante como una extensión de ésta, con igual capacidad para absorber sustancias minerales y/o agua e incorporarlas a la planta. Adicionalmente, las plantas micorrizadas son menos susceptibles al estrés provocado por los agentes biológicos y físico-químicos presentes en el suelo. A cambio, la planta sule al hongo una variedad de sustancias elaboradas.

En cacao ocurre naturalmente la simbiosis micorrízica (Laycock 1945; Pike 1934); no obstante, el beneficio de dicha asociación no está claramente demostrado (Laycock 1945). Para que la simbiosis micorrízica se establezca se requiere optimizar en el huésped, el hongo y el medio ambiente aquellos parámetros que afectan la asociación. Por ejemplo, es crucial determinar la edad de la plántula en la cual se obtiene óptima colonización por el hongo micorrízico. El propósito de este estudio es determinar si el cacao responde a la micorrización artificial y, de responder positivamente, cuál es la edad de plántulas de cacao en vivero en la cual la inoculación con el hongo micorrízico *Glomus intraradix* resulta en colonización más eficiente.

### Materiales y métodos

El estudio se desarrolla en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC) de la FHIA, localizado en La Masica, Departamento de Atlántida, a 15° 38' 40" Latitud Norte, 87° 06' 00" Longitud Oeste, a Altitud de 20 msnm, con precipitación promedio anual de 3,426 mm anuales (promedio de los años 1999 al 2005) y humedad relativa media de 88% (en el 2006). Semillas provenientes de mazorcas recién cosechadas fueron pregerminadas por tres días y al mostrar el primordio de la pequeña radícula se sembraron en bolsas de vivero de dos litros conteniendo una mezcla de suelo local: casulla de arroz:gallinaza en proporción 3:1:1 que había sido parcialmente esterilizada con agua hirviendo. En la parte superior de las bolsas se colocó una capa de aserrín de 3-5 centímetros en la cual se enterró la semilla pregerminada para que completara la germinación. El análisis químico del suelo utilizado para la mezcla con la cual se llenaron las bolsas mostró una baja fertilidad natural (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultado de análisis químico de suelos utilizado para la mezcla con casulla de arroz y gallinaza utilizada para el llenado de bolsas en vivero. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Parámetro	Contenido
pH	6.00 N
Materia orgánica (%)	1.45 B
N total (%)	0.12 B
P (ppm)	2.00 B
K (ppm)	11.00 B
Ca (ppm)	1,340.00 N
Mg (ppm)	273.00 N/A
Fe (ppm)	8.00 N
Mn (ppm)	5.00 N
Cobre (ppm)	1.60 N/A
Zn (ppm)	0.56 B/N
Mg/K (óptimo 2.5–15.0)	80.7 -

Las inoculaciones se iniciaron el mismo día que se sembraron las semillas. La fuente de inóculo fue el producto BuRize<sup>®</sup> DC (Buckman Laboratorios, S.A. de C.V., México) a base del hongo *Glomus intraradix*. Puesto que la penetración de los hongos micorrízicos ocurre en raíces juveniles (terciarias y pelos absorbentes), es crítico aplicar el inoculante en edades en las cuales ocurre abundancia de dichas raíces. Para identificar cuando ello ocurre en el cacaotero, se evaluaron cinco tratamientos representando la germinación y desarrollo inicial de las plántulas, como se describe a continuación:

Tratamiento	Descripción
1	Inoculación a 0 días <sup>1</sup>
2	Inoculación a 4 días post-siembra
3	Inoculación a 8 días post-siembra
4	Inoculación a 12 días post-siembra
5	Inoculación a 16 días post-siembra
6	Testigo sin inoculación

<sup>1</sup> 0 días. Día en que se sembró toda la semilla en las bolsas.

Dos días antes de cada inoculación se preparó una suspensión de esporas mezclando 2.4 gramos de BuRize<sup>®</sup> DC por litro de activador líquido BuRize<sup>®</sup>. La inoculación se llevó a cabo dentro de un vivero cubierto con sarán 50% luz, mismo dentro del cual eventualmente se completó la totalidad de la primera fase del estudio. Con pipeta volumétrica se aplicaron 5 cc de solución inoculante por planta seguidos por 4 cc de agua, todo aplicado localizado sobre el sitio donde se había colocado la semilla en la bolsa. Se sometieron 80 plantas a cada tratamiento y se distribuyeron en el vivero conforme a un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones, constando cada parcela de 20 plantas. Adicionalmente, plantas representativas de cada edad a la inoculación fueron examinadas en la fecha respectiva de inoculación para caracterizar el estado de desarrollo de su sistema radicular.

Transcurridos treinta días después de aplicar cada tratamiento (30 ddi) y de nuevo 150 días después de la siembra de la semilla (150 dds, coincidente con el transplante al campo) se registraron en el vivero las variables pertinentes como se describe a continuación: de cada tratamiento se tomaron cinco plantas por repetición, se extrajeron de las bolsas sin dañar las raíces, se lavaron con agua limpia a presión, y entonces se procedió a hacer las observaciones. A 30 ddi los datos registrados fueron altura de planta, peso fresco de la parte aérea con cotiledones adheridos, y el peso fresco y longitud de la raíz. En cada fecha simultáneamente se cosecharon y procesaron de igual manera plantas de la misma edad que el tratamiento correspondía pero que no habían recibido tratamiento inoculativo; estas plantas servían de referencia para efecto de detectar ocurrencia de micorriza nativa o posibles correcciones en los datos, y constituyeron el tratamiento Testigo sin inoculación. En la evaluación a los seis meses se determinó en el campo la altura de planta (del nivel del suelo al ápice de la yema apical) y diámetro de tallo (del nivel del suelo a la cicatriz de los cotiledones), tanto en plantas tratadas como en el Testigo.

Después de la toma de datos en vivero correspondientes al primer mes, las plantas obtenidas de los tratamientos y del Testigo se llevaron al Laboratorio de Fitopatología de la FHIA en La Lima, Cortés, donde una parte del material se secó (23 horas a 75 °C) para determinar el peso seco de la parte aérea y de las raíces. De la otra parte de las plantas se obtuvieron raíces jóvenes que

fueron clarificadas y teñidas conforme a procedimiento químico descrito en la literatura. Luego, de cada repetición de un tratamiento se tomaron secciones de raicilla teñidas de 1 cm de largo, fueron montadas en un portaobjetos, se les agregó una gota de glicerina, se cubrieron con un cubreobjeto y fueron observadas al microscopio para determinar eficiencia de colonización por micorriza. De esta manera, se observaron 10-15 raicillas por repetición en material obtenido a los 30 ddi. Este proceso también fue aplicado a raicillas de material obtenido a los 150 dds, evaluando 18-20 raicillas por repetición.

Se derivó la frecuencia de micorrización observando diez campos microscópicos por raicilla y registrando cuantos de ellos mostraban estructuras del hongo. La densidad de colonización se determinó subjetivamente aplicando a cada campo observado microscópicamente una escala arbitraria en la cual 0 = ausencia de estructuras del hongo, 1 = trazas, 2 = moderada cantidad, y 3 = abundante cantidad. A los seis meses también se procesaron raíces para determinación de micorrización en el laboratorio conforme al procedimiento establecido, tanto en los tratamientos como en el Testigo.

Se condujo un análisis de varianza preliminar de los datos generados aplicando el modelo de BCA, con cuatro repeticiones. En el análisis de los datos generados a 30 ddi se consideraron únicamente los cinco tratamientos de inoculación; los datos de las plantas Testigo no se introdujeron en el análisis y se consideraron solamente como una referencia. En el análisis de los datos generados a 150 dds si se introdujo el Testigo como un tratamiento más, considerando que el tiempo transcurrido era suficiente para atenuar o desaparecer cualquier diferencia que no fuera atribuible a la micorriza. Para su análisis los datos de porcentaje de micorrización se transformaron a la función Arcoseno y los datos de densidad de colonización se transformaron inicialmente a porcentaje y finalmente a Arcoseno. Se utilizó el paquete estadístico SAS para los análisis. La separación de media se hizo con la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

## **Resultados y discusión**

El estudio se planeó para desarrollarse en una fase inicial de vivero con duración de seis meses, seguida por una fase final en campo definitivo con duración de 3-4 años. A continuación se presentan resultados parciales y análisis preliminares correspondientes a la fase de campo después de dos años de realizado el trasplante al sitio definitivo (10/Diciembre/2004).

Dando seguimiento a la fase de campo en el 2006 se midió el diámetro de plantas que fueron trasplantadas y se observa que se mantiene la tendencia de mayor diámetro promedio en los tratamientos 12 dds y 16 dds aunque sin alcanzar significancia; así mismo el promedio general de las plantas tratadas es mayor que el testigo (no tratadas), siendo esta diferencia después de dos años de 12.4% (0.53 cm) a favor de las plantas que fueron micorrizadas, diferencia que se amplía al 20% (0.76 cm) cuando consideramos solo el promedio de los tratamientos 12 y 16 dds, esto es plantas inoculadas 12 y 16 días después de la siembra en bolsa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de diámetro en plantas micorrizadas y un testigo a los 150 días, un año y dos años después del trasplante. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Tratamiento (días post-siembra para inoculación)	Diámetro de plantas (cm)		
	150 días	1 año después del trasplante	2 años después del trasplante
0	0.96	2.03	3.82 a
4	0.91	2.11	4.46 a
8	0.95	1.83	4.10 a
12	0.99	1.99	4.52 a
16	0.99	2.08	4.48 a
<b>Promedio plantas tratadas</b>	<b>0.96</b>	<b>2.00</b>	<b>4.27</b>
Testigo	1.02	1.72	3.74 a

## Conclusiones

1. Ocurrió micorrización natural que enmascaró parcialmente el efecto de la inoculación artificial.
2. A pesar de la micorrización natural, hubo una respuesta clara a la inoculación artificial en términos de colonización de raíces. Dicha respuesta fue más obvia a los 30 días después de la inoculación (ddi) que a los 150 días después de la inoculación (dds).
3. En esta fase no se detectó respuesta a la micorrización en términos de variables que miden biomasa (longitud de raíces, peso de raíces y peso de parte aérea). Las diferencias detectadas en estas variables fueron efecto de diferencias en edad entre plantas y no de la micorrización.
4. Se mantiene el seguimiento a la fase de campo hasta producción para determinar si efectivamente el cacaotero deriva beneficio de la asociación micorrízica.
5. Aunque no hay diferencias en diámetro de plantas dos años después del trasplante, se mantiene la tendencia ligeramente mayor en el promedio de las plantas tratadas versus el testigo, como ocurrió también al año después del trasplante.

## Referencias consultadas

1. Laycock, D. H. 1945. Preliminary investigations into the function of endotrophic mycorrhiza of *Theobroma cacao* L. Tropical Agriculture (Trinidad) 22: 77-80.
2. Pike, E. E. 1934. Mycorrhiza in cacao. Report Cocoa Research. Trinidad 11:41-48.

**Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad de árboles en línea. CAC02-02**

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

**Resumen**

Esta actividad se inició en el CEDEC hace diecinueve años, simultáneamente con otras actividades de carácter técnico y tiene como objetivos: a)- Monitorear el crecimiento de especies latifoliadas hasta su aprovechamiento, para efectos de cálculos de volúmenes de madera; b)- Medir el comportamiento en desarrollo (diámetro y altura) y adaptación del componente forestal bajo la modalidad de linderos, para conocer el desarrollo en el tiempo y cómo responden a las prácticas de manejo integrado (silvícola y agrícola); y c)- Conocer sobre posibles problemas de plagas y enfermedades que pueden presentarse con especies latifoliadas cuando se cultivan en terreno abierto (fuera del bosque). Esta modalidad de cultivo de árboles además de ofrecer productos maderables como madera de aserrío, madera en rollo y postes, son fuente de subproductos como la leña y semillas, además de mejorar el paisaje y contrarrestar condiciones climáticas extremas (temperatura y vientos, principalmente). Se establecieron alrededor de 1200 árboles de especies latifoliadas tradicionales y no tradicionales con potencial en la industria de la madera. Anualmente se evalúa el desarrollo de cada especie en base al diámetro al pecho (DAP) y a la altura. En base a estos parámetros se observan diferencias entre especies de la misma edad, lo que se traduce en un menor o mayor Incremento Medio Anual (IMA) y en volumen de madera por especie y por km. Para las condiciones edafoclimáticas de La Masica, el Laurel Negro (*Cordia megalantha*) es la especie de mayor rendimiento de madera (64,200 pies tablares/km lineal) gracias a un mayor crecimiento radial, mientras que el Laurel Blanco (*Cordia alliodora*) es el de menor rendimiento en volumen a esta misma edad (17,200 pies tablares/km lineal a los 19 años después de la siembra).

**Introducción**

La siembra de árboles en línea (linderos y bordes de caminos internos, drenajes, o simplemente para demarcar áreas de la finca), es una alternativa para productores porque le permite un mejor uso del recurso suelo y aprovechar áreas incultas que no tienen condiciones para cultivos. Esta modalidad de cultivar árboles además de ofrecer productos maderables como madera de aserrío, madera en rollo y postes, son fuente de subproductos como la leña y semillas.

El Programa de Cacao y Agroforestería actualmente está promoviendo el uso de especies de árboles con potencial en la industria de la madera, tanto en sistemas agroforestales como en linderos, para un mejor aprovechamiento del recurso suelo y para maximizar los ingresos de los productores, además de otros beneficios colaterales, como protección del ambiente y mejora del paisaje, entre otros. Desde 1987 el Programa de Cacao y Agroforestería viene recopilando información sobre el comportamiento de especies del bosque latifoliado establecidas en sistemas de linderos (FHIA, Informes Técnicos 2001 al 2005). La información sobre el desarrollo (diámetro, altura y forma de fuste, principalmente) de las distintas especies se mantiene en una base de dato que se actualiza anualmente cuando las especies en evaluación completan años de trasplantadas al campo. En la región Centroamericana también se han realizado trabajos sobre

adaptación y desarrollo de algunas especies latifoliadas establecidas en linderos como la Teca (*Teutona grandis*), Laurel negro (*Cordia alliodora*), Roble marfil (*Terminalia ivorensis*), denominado comúnmente terminalia en Costa Rica y framire en Honduras, deglupta (*Eucalyptus deglupta*), y mangium (*Acacia mangium*), entre otros, los cuales han aportado importante información respecto al potencial de las mismas (Luján y Camacho 1994; Luján *et al.* 1996 y Luján *et al.* 1997).

### Materiales y métodos

El estudio se lleva a cabo en el CEDEC, La Masica, Atlántida, que está a 20 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una precipitación media de 3,426 mm anuales (promedio de los años 1999 al 2005) y una temperatura media anual de 25.5 °C. Los suelos son planos, de fertilidad baja a media con limitaciones de drenaje en la temporada más lluviosa (octubre a enero). Sin usar un Diseño Estadístico clásico, estos linderos se evalúan como “*Parcelas de Medición Permanente*”. Esta parcela es una unidad de investigación forestal que se establece para evaluar en forma periódica y por el turno parcial o completo, el comportamiento de una especie en un sitio determinado. A través de la evaluación periódica (anual en este caso), se busca conocer cuál es la curva de crecimiento o rendimiento de la especie, así como pérdidas por mortalidad, problemas de plagas y enfermedades y forma del fuste, entre otros. Los tratamientos están conformados por cada una de las especies, sembradas a distancias de 5 ó 6 metros en hilera simple. A partir de los dos años se inició la toma de datos sobre desarrollo de las especies, usando pie de rey y cinta diamétrica para el diámetro a 1.30 m del suelo (en cm) y vara telescópica para medir la altura (en m). Las lecturas se hacen en un grupo de entre 5 y 25 árboles (descartando los extremos) y según la disponibilidad por especie (o por parcela).

### Resultados y discusión

Durante el 2006 se hizo medición de cada una de las especies y se realizó poda silvícola en aquellas que lo requieren y se introdujo la información a la base de datos. De acuerdo a la información disponible las especies con mejor desarrollo, lo que se traduce en un mayor volumen de madera/km a los 19 años, son el laurel negro (64,200 pies tablares/km), el framire (35,000 pt/km), el cedro (47,600 pt/km), la caoba (30,000 pt/km) y la teca (27,200 pt/km) con 18 años de edad (Cuadro 1). Otras especies con sólo 11 años de edad presentan volúmenes que sobrepasan los 25,000 pt/km como el Pochote (38,800 pt/km), el San Juan de Pozo (35,400 pt/km), el Hormigo (32,600 pt/km) y la Caoba Africana (28,000 pt/km).

El Framire (*Terminalia ivorensis*) -izquierda- y la Caoba (*Swietenia macrophylla*) -derecha- desarrollan muy bien en linderos bajo las condiciones de la costa Atlántida de Honduras. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.



Cuadro 1. Diámetro, altura y volumen de madera acumulado en especies forestales establecidas en hileras simples (linderos y bordos de caminos internos) en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2006.

E s p e c i e	Edad años	Arboles /km <sup>1</sup>	DAP <sup>2</sup> (cm)	IMA (cm)	Altura (m)	IMA (m)	Pies <sup>3</sup> tablares/km
Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	19	124	63.4	3.3	21.6	1.1	64,200
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	19	124	55.5	2.9	20.9	1.1	47,600
Framire ( <i>Terminalia ivorensis</i> )	19	124	48.4	2.5	20.2	1.0	35,000
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	19	124	49.8	2.6	20.6	1.0	30,000
Laurel blanco ( <i>Cordia alliodora</i> )	19	83	38.0	2.0	24.2	1.2	17,200
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	18	150	40.4	2.1	18.5	0.9	27,000
San juan de pozo ( <i>Vochysia guatemalensis</i> )	11	121	51.0	4.6	19.5	1.7	35,400
Hormigo ( <i>Plathymiscium dimorphandrum</i> )	11	130	37.9	3.4	17.4	1.5	32,600
Caoba de lagos (kaya) ( <i>Khaya ivorensis</i> )	11	167	36.6	3.3	21.0	1.8	28,000
Sangre rojo ( <i>Virola koschnyi</i> )	11	167	33.4	3.0	14.6	1.3	18,400
Cedrillo ( <i>Mosquitoxylum jamaicense</i> )	11	167	24.7	2.2	16.0	1.4	8,600
Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> )	10	167	48.5	4.8	16.5	1.6	38,800
Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	10	167	28.6	2.8	12.5	1.2	11,600
Cortés ( <i>Tabebuia guayacan</i> )	10	153	30.0	3.0	16.9	1.6	10,000
Matasano ( <i>Escenbeckia pentaphylla</i> )	8	89	21.6	3.0	11.6	1.6	2,800
Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	6	96	30.1	5.0	15.8	2.6	10,400

<sup>1</sup> Árboles/km lineal, después de un raleo del 25% de plantas.

<sup>2</sup> Diámetro a la Altura del Pecho.

<sup>3</sup> Con un promedio de 200 pies tablares/m<sup>3</sup>.

## Conclusiones

En las condiciones agroecológicas de la zona Atlántida del país, el establecimiento de árboles en línea con especies forestales del bosque latifoliado, con potencial en la industria de la madera, constituye una alternativa para que los pequeños y medianos productores con limitada disponibilidad de suelo, incrementen a largo plazo los ingresos económicos de la finca, sin incurrir en costos significativos.

Para las condiciones de la costa atlántica de Honduras el Laurel Negro, el Cedro, el San Juan de Pozo, el Framire, el Pochote, la Teca, el Marapolán, el Hormigo, la Khaya, el Pochote y la Caoba, entre otras, son especies que presentan gran potencial para cultivo en linderos, bordes de caminos o hileras alrededor de otros cultivos, presentando incrementos medios anuales superiores a 5 m<sup>3</sup>/km.



**Literatura citada**

1. FHIA, Programa de Cacao y Agroforestería. Informes Técnicos 1998-2001. Desarrollo de especies maderables establecidas en linderos y caminos internos en el CEDEC, La Masica, Atlántida. Varias pág.
2. LUJÁN, R. y ARMANDO CAMACHO BROWN, 1994. Manejo y crecimiento de linderos. Resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, en tres especies maderables en la zona de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, C. R.: CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, 1994. 95 p.
3. LUJÁN, R. *et al.* 1997. Manejo y crecimiento de linderos de tres especies maderables en el distrito de Changuinola, Panamá. Turrialba, C. R.: CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, 1997. 55 p.
4. LUJÁN, R. *et al.* 1996. Manejo y crecimiento de linderos de tres especies maderables en el valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica. Turrialba, C. R.: CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, 1996. 55 p.

## **Estudio de cultivares promisorios y evaluación de cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao*) introducidos o seleccionados en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao, La Masica, Atlántida**

### **Resumen**

Se presentan resultados de varios años de registros de producción y de incidencia de enfermedades (Moniliasis y Mazorca negra) de varios materiales seleccionados localmente y de otros cultivares introducidos de Colombia, como las series Caucasia y del Ecuador como el caso del CCN-51 introducido por su alta producción. También se dan registros de cruces entre cultivares autocompatibles por uno incompatible u otros que fueron seleccionados por su potencial productivo. Sobresalen por su producción y baja incidencia de moniliasis los cultivares seleccionados localmente FCS-A2 y TS-C4-P20 con 2.7 y 2.0 kg/árbol de cacao seco, respectivamente y menos del 8% de incidencia de moniliasis. El CCN-51 del Ecuador tuvo un rendimiento de 1.7 kg/árbol seguido por los Caucasia con 1.5 kg/árbol y siempre menos del 8% de moniliasis en condiciones del CEDEC, donde gracias al manejo y a que no hay fuentes de inóculo alrededor del Centro, la incidencia de estas dos enfermedades es menos del 5% anual. Los mejores materiales serán evaluados para estas dos enfermedades mediante inoculación artificial y los que pasen las pruebas serán puestos en una colección de germoplasma para usarlos como fuente de yemas para la producción de árboles injertados para distribuir entre los productores interesados en establecer nuevas áreas.

### **Introducción**

La propagación por semillas es la forma más generalizada y fácil para reproducir el cacao. Las fuentes de semilla pueden provenir de dos fuentes, una que procede de tipos de cacao común no mejorados y otra que es el producto de cruces dirigidas entre dos progenies con características complementarias llamados híbridos inducidos o más correctamente nombrados cruces interclonales (Enríquez 1985). La diferencia entre ambas fuentes genéticas es que la primera origina rendimientos muy bajos entre 300-400 kilos/ha., donde además del bajo potencial genético, influyen la densidad de plantación, la edad, el manejo agronómico y el sitio donde se establece (Moreno 1983).

A través de los cruces interclonales se obtienen ventajas interesantes como mayor vigor y precocidad y producciones muy cercanas a 1000-1200 kilos/ha y cierta tolerancia a algunas enfermedades. Con todo lo positivo que se haya logrado en términos de avance productivo de los híbridos, sin entrar a desechar del todo su uso, porque siguen siendo una alternativa en condiciones muy específicas; por ahora y hasta tanto la investigación no indique lo contrario, la recomendación sobre el uso de material de propagación se dirige hacia materiales propagados vegetativamente.

Indistintamente de la fuente, la producción de una plantación por semillas está dependiendo de unos pocos árboles, mientras que muchos individuos aportan tan pocos frutos, que generan una baja producción. Este comportamiento impredecible se puede revertir a través de los cultivares o clones, que conservan íntegramente las características de la planta madre,

consecuentemente se presenta poca variabilidad en el campo, que hacen posible la obtención de rendimientos cercanos a los 2000 kilos/ha (FEDECACAO 2000). Un clon se define como un material genético uniforme, derivado de un individuo y propagado solo por medios vegetativos.

Es un hecho que en plantaciones heterogéneas, la presencia de árboles con baja o ninguna producción, reduce el potencial de producción/ha, en comparación con poblaciones uniformes con mayor rendimiento, lo cual puede ser intentado por selección. El mejoramiento a través de la selección genética de cacao es una de las aproximaciones más promisorias para mejorar la producción y los ingresos del productor por hectárea (Rondón 2000). La plataforma de inicio en la selección genética es indudablemente a través de la reproducción vegetativa, la cual reviste especial importancia en la cacaocultura porque la composición genética (genotipo) de la mayoría de los clones, es altamente heterocigoto y las características que distinguen estos materiales se recombinan y algunas no se expresan al propagarlos por semilla (Palencia 2003).

### **Materiales y métodos**

Por referencia de la existencia de materiales con excelente comportamiento en otros países por un lado y en base a selecciones locales por otro, se culmina una etapa de introducción y evaluación de materiales que muestran mayor potencial productivo y una mayor tolerancia a enfermedades a nivel de campo (están en proceso de evaluación a través de inoculaciones artificiales). La metodología de evaluación de cultivares o clones y cruza entre clones no difiere entre ambos germoplasmas. Básicamente consiste en el registro continuo (3-7 años) de frutos sanos, frutos enfermos y la determinación posterior de índice de mazorca y de semillas en algunos de ellos. Las prácticas de manejo en todos los ensayos fueron las normales para el cultivo como ser limpias, podas, regulaciones de sombras, fertilizaciones, etc. Los materiales evaluados en ejemplares por semilla y que calificaron al superar los límites de rendimiento y reportar bajos índices de incidencia de las dos principales enfermedades, como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora* sp.) fueron multiplicados vegetativamente por medio de injertos para ser evaluados como clones.

### **Resultados y discusión**

Se analizan primero los resultados de los materiales evaluados en una primera etapa que fueron preseleccionados en algunos ensayos y lotes comerciales en el CEDEC y finca de productores con material propagado sexualmente, y en la segunda etapa se reprodujeron como clones a través de propagación vegetativa o asexual, considerando 5 plantas por cada uno par efectos de registros. Además se incluyen algunos cultivares introducidos de Colombia, como las series Caucasia y del Ecuador como el caso del CCN-51. En el período 1999 al 2000 se evaluaron 12 cultivares tomando en cuenta producción de frutos sanos y frutos enfermos (moniliasis y m. negra), además se les determinó el Índice de fruto (frutos necesarios para un kg de cacao seco) e Índice de semilla (peso promedio de un grano en base a una muestra de 100 granos), y en base a estos parámetros se determinó el potencial de producción por árbol y por hectárea considerando una densidad poblacional de 816 plantas/ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cultivares de cacao con mejor comportamiento productivo y sanitario durante el período 2003-2006 en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras.

Cultivar	Frutos sanos	% monilia	% mazorca negra	I M <sup>1</sup>	I S <sup>2</sup>	Cacao (kg/árbol)	Cacao (kg./ha)
FCS-A2	46	5.8	4.5	17	1.7	2.7	2203
Caucasia-47	35	2.6	5.3	24	1.0	1.5	1224
Caucasia-43	35	5.0	5.0	24	1.0	1.5	1224
TS-C4-P20	35	6.2	6.8	17	1.2	2.0	1632
Caucasia-37	33	7.9	5.3	22	1.0	1.5	1224
Caucasia-39	33	10.3	5.1	22	1.0	1.5	1224
CCN-51	30	9.1	8.3	18	1.9	1.7	1387
CEDEC-07	29	6.7	8.7	22	1.9	1.3	1061
TS-4A-A12	25	7.1	4.6	20	1.6	1.2	979
TSH-565	24	8.6	8.6	21	1.3	1.1	898
CEDEC-13	22	7.6	8.7	16	1.7	1.4	1142
ICS-39	22	13.3	7.2	14	1.9	1.6	1305
Promedio (5 Plantas)	31	7.5	6.4	20.0	1.43	1.58	1292

<sup>1</sup>IM: Índice de Mazorca (frutos requeridos para un kg de cacao seco).

<sup>2</sup>IS: Índices de Semilla (peso promedio de un grano en base a una muestra de 100 gramos).

Cultivar FCS-A2, una selección del CEDEC sobresaliente por su producción y calidad. CEDEC, La Masica, Atlántida. Diciembre, 2006.



El mejor comportamiento productivo lo presenta el clon FCS-A2 una selección local (CEDEC) con buen índice de mazorca y un alto índice de semilla lo que significa que con 17 frutos en promedio, se obtiene un kilo de cacao seco y el peso promedio por semilla es de 1.7 gramos (el límite es de un gramo) con un rendimiento promedio por árbol de 2.7 kilos. Entre otras selecciones efectuadas en el CEDEC destacan el TS-C4-P20, CEDEC-07, CEDEC-13 y TS-4A-A12; en cambio el cultivar CCN-51 fue introducido de Ecuador donde reportan rendimientos arriba de los 3.0 kilos/ha, es autocompatible, moderadamente tolerante a moniliasis pero muy susceptible a mazorca negra. El TSH-565 originario de Trinidad presenta un rendimientos de 2.5 kg/ha/año, pero es susceptible a las principales enfermedades del cacao. Finalmente el ICS-39 de origen nicaragüense y seleccionado por el Colegio Imperial de Trinidad presenta localmente el más bajo número de mazorcas por kilo de cacao seco (Índice de mazorca) con 14 frutos, en tanto que en Trinidad es reportado con un IM de 17 y rendimiento de 3.0

kilos/árbol; es tolerante a moniliasis pero susceptible a mazorca negra (Orlando 2000). Los cultivares Caucasia merecen especial atención, ya que inicialmente fueron seleccionados en Colombia en base a registros de 5 años en un lote comercial destacado por su producción y baja incidencia de moniliasis en un área fuertemente afectada por moniliasis.

En otro ensayo conducido también en el CEDEC, sobre la evaluación de cultivares promisorios de cacao propagados vegetativamente, destaca nuevamente el FCS-A2 con un potencial de rendimiento de 1,200 kilos/ha como promedio de ocho años, seguido del cultivar Marcial 2, una selección tipo amelonado, realizada en la finca del Sr. Marcial en Santiago Arriba municipio de San Francisco, Atlántida y los cultivares CCN-51, TS-C4-P20 con rendimientos potenciales arriba de los 800 kilos/ha.

Cuadro 2. Producción promedia de cultivares de cacao a los diez años de edad propagados por injerto. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Cultivar	No. de plantas	Promedio 1999-2006			% Enfermedades, 2006	
		Frutos/ árbol	kg cacao/ árbol	kg cacao/ha	Monilia	Mazorca negra
FCS-A2	18	23.4	1.08	1,187	26.3	4.5
Marcial-2	20	19.1	0.87	959	12.0	5.7
CCN-51	19	17.0	0.77	846	23.7	5.7
TS-C4-P20	18	16.5	0.75	829	14.3	4.6
FCS-P30	17	14.5	0.66	724	17.7	3.5
H9-A6	15	12.6	0.57	630	18.6	4.0
Marcial-1	20	10.1	0.46	505	24.3	5.7

Con respecto a los cruzamientos entre dos progenies comercialmente conocidos como híbridos, es un hecho que las poblaciones que originan presentan alta variabilidad en la producción, y problemas inherentes a la alta incompatibilidad, factor causante de los mayores fracasos y de baja productividad en poblaciones con un manejo tradicional (Rondón 2000). El siguiente estudio trata sobre el comportamiento productivo de cultivares promisorios por cultivares autocompatibles para determinar el efecto en el rendimiento, con cruces donde uno de los padres presenta compatibilidad sexual. La incompatibilidad es una característica genética que se hereda de padres a hijos y la mayoría de los híbridos son autoincompatibles porque los padres lo son (Enríquez 1998). La productividad en el cacao está asociada al potencial genético y al carácter de compatibilidad (capacidad de autofecundarse) del material de siembra, ya sea que se trate de clones o plantas por semilla (Cadavid 2006).

Dentro de los cultivares empleados como progenitores en las cruas o híbridos existen unos pocos que presentan el carácter de compatibilidad, los que fueron utilizados como donantes o padres que fueron cruzados con selecciones locales promisorias provenientes de poblaciones híbridas comerciales. En los resultados obtenidos en el CEDEC no reflejó que la inclusión de un padre compatible condujera a mayores rendimientos, pues los mismos no superaron la media de otros cultivares y cruas evaluadas en el mismo Centro. En general estas cruas tuvieron rendimientos iguales al promedio de los 1,100 kilos/ha, que se obtienen en el mejor de los casos cuando ambas progenies son autoincompatibles (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cruces con mejor comportamiento productivo provenientes de selecciones locales por clones autocompatibles (promedio 2004-2006). CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Cruce	kg cacao/ árbol <sup>1</sup>	kg cacao/ ha	% Mazorca negra	% Moniliasis
H8A2 x UF-613	1.14	1,214	7.7	8.6
H1A1 x Catongo	1.06	1,166	4.0	5.4
H63A1 x EET-96	1.06	1,166	4.5	6.0
TS-4D-A3 x Catongo	0.80	880	4.0	2.3
FCS-A2 x UF-29	0.80	880	4.0	9.0
<b>Promedio</b>	<b>0.97</b>	<b>1,061</b>	<b>4.8</b>	<b>6.3</b>

<sup>1</sup>Promedio de 4 plantas.

Los resultados finales para determinar el potencial productivo de cruces interclonales que han presentado un buen comportamiento en países como Colombia y Ecuador, usando la misma base genética generada en el CATIE, se ofrecen en el Cuadro 4, evaluados en los últimos tres años después de una preselección estudiada hasta el año 2003, donde se descartaron algunos al comprobarse su bajo rendimiento.

Cuadro 4. Materiales promisorios de 14 cruces interclonales de cacao destacados en algunos países de Sur América. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Cruce	kg frutos/ árbol <sup>1</sup>	kg/cacao/ árbol	kg/cacao/ ha	Frutos M. negra	Frutos Moniliasis
IMC-67 x ICS-6	24.2	1.10	1210	4.6	21.4
FCS-A2 x TS-4B-A8	24.5	1.10	1210	1.0	20.5
EET-96 x IMC-67	20.5	0.93	1023	3.6	23.5
IMC-67 x EET-62	19.3	0.88	968	9.5	25.1
Pound-7 x IMC-67	19.0	0.86	946	6.5	16.3
EET-400 x IMC-67	18.7	0.85	935	3.6	20.3
Mezcla	39.5	1.79	1461	3.1	13.7

<sup>1</sup>En base a un promedio de 5 plantas por tratamiento.

Curiosamente la mezcla de híbridos recomendados y empleados en Centroamérica por el CATIE y FHIA, más el cruce entre dos selecciones sobresalientes en el CEDEC como el FCS-A2 x TS-4B-A8 están entre los dos cruces con mayor rendimiento. Se puede inferir que en este caso comparativo entre dos regiones, la influencia ambiental puede ser mayor que la influencia genética por las diferencias en latitud, altitud, clima, tipo de suelos, etc. Con respecto a la tolerancia a mazorca negra y moniliasis no hay diferencias, en ambas procedencias los niveles de mazorca negra están abajo del 10% y entre 13.7 y 25.1% en el caso de moniliasis.

Un último trabajo donde se evaluó el comportamiento en rendimiento y tolerancia a enfermedades de cruces recíprocas (AxBy y BxA), empleando padres seleccionados localmente, incluyendo cultivares promisorios seleccionados en el sector cacaotero de Guaymas, Departamento de Yoro, se presentan en el Cuadro 5. En estos materiales se observa que el cruce CCN-51 x FCS-A2 y su recíproco FCS-A2 x CCN-51, el primero (CCN-51) uno de los

materiales más productivos en Ecuador y el segundo la mejor selección local, no alcanzaron niveles aceptables de producción, quizá porque el promedio es obtenido por un número mucho mayor que el resto de materiales (143 versus 12 árboles en promedio). Así mismo el resto de materiales no alcanza el kilo de cacao seco/ha/año.

Cuadro 5. Comportamiento de cruza recíprocas y materiales sobresalientes colectados en Guaymas. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006 (promedio 2005-2006).

Tratamiento	Frutos /árbol	Arboles evaluados	Frutos con monilia	kilos/árbol	kilos/ha
SS-PB <sup>1</sup>	19	12	3.0	0.86	946
COR-13 <sup>1</sup>	16	5	3.7	0.73	803
P6-2 <sup>1</sup>	15	13	2.6	0.68	748
SS-PC <sup>1</sup>	14	14	2.4	0.64	704
LB-9 <sup>1</sup>	14	15	0.7	0.64	704
FCS-A2 x CCN-51	13	146	1.5	0.59	649
CCN-51 x FCS-A2	12	140	1.1	0.55	605

<sup>1</sup> Clones seleccionados en Guaymas, Yoro, Honduras.

## Conclusiones y recomendaciones

- El potencial productivo de los cultivares y cruces interclonales evaluados está alrededor de los 1000-1200 kilos anuales de cacao seco por hectárea.
- Los cultivares y cruces más destacados en estos trabajos se están multiplicando y reproduciendo como clones cuando se trata de cruces, y en su mayoría se han establecido en el nuevo banco de germoplasma en el CEDEC como materiales sobresalientes.
- Se recomienda continuar evaluando estos materiales para determinar el grado de tolerancia a moniliasis y mazorca negra a través de inoculaciones artificiales con el apoyo del Departamento de Protección Vegetal.

## Literatura citada

1. Batista, L. 1987. Evaluación fenotípica de árboles locales para clones de alto rendimiento. En: 10<sup>a</sup> Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. 17–23 de mayo de 1987. Santo Domingo, República Dominicana. Actas. pp. 607–610.
2. Cadavid, S. 2006. Características de compatibilidad sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales. Compañía Nacional de Chocolates. Medellín, Colombia. pp. 5-6.
3. Engels, 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.



4. Enríquez, G.A. 1985. Curso sobre el Cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 87-99.
5. FEDECACAO–PRONATTA. 2000. Guía técnica para el cultivo del cacao. Bogotá DC. Colombia. Pp. 35-43.
6. FHIA, Programa de Cacao. 1998. Informe Técnico 1998. pp. 31–37.
7. Moreno, L.J. 1983. Manual para el cultivo de cacao. Compañía Nacional de Chocolates S.A. Medellín, Colombia. pp. 6-12.
8. Orlando, A.C. 2000. Características morfoagronómicas de clones de cacao. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Bucaramanga, Colombia. pp.55-64.
9. Palencia, G.E. Mejía, L.A. 2003. Producción masiva de materiales clonales de cacao. Manual Técnico. Corpoica. Bucaramanga, Colombia. pp. 23.
10. Rondón, C.J. 2000. Mejoramiento genético del cacao 8*Theobroma cacao* L). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Bucaramanga, Colombia. 2000. pp.37-48.
11. 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 materiales híbridos con resistencia potencial a moniliasis (*Moniliophthora roreri*) bajo condiciones de inóculo natural**

*J. Sánchez y A. Dubón*

*Programa de Cacao y Agroforestería*

### **Resumen**

A fines de 1998 se recibieron del CATIE materiales híbridos provenientes del cruce entre un material que había mostrado resistencia al hongo *Moniliophthora roreri*, agente causal de la Moniliasis y otros materiales promisorios por su producción. Un total de 766 árboles procedentes de 29 cruces fueron establecidos en el CEDEC, La Masica, en Marzo de 1999, un segundo grupo de 285 árboles fue establecido en Guaymas, Yoro, en Mayo de 1999 y un tercer grupo de 385 árboles fue establecido también en el CEDEC en Agosto de 2001. Los registros periódicos (semanales en época de lluvia y picos de cosecha y quincenales en época de poca cosecha y menos lluvia) de frutos sanos y enfermos por moniliasis y mazorca negra se iniciaron en los tres grupos a los tres años después del trasplante. Después de tres años de registros se empezaron a seleccionar los más promisorios para evaluarlos con inóculo artificial crecido en laboratorio, tanto para moniliasis como para mazorca negra y también se inició la caracterización de los mismos en aspectos relacionados con el rendimiento como índices de fruto y de semilla, y se prevee también evaluarlos en cuanto a calidad. Para no correr riesgos de perder alguno de estos materiales en el 2005 se inició la multiplicación de cada uno usando como patrones cultivares recomendados como el UF-29, Pound-7, IMC-67, EET-400, EET-399, Pound-12, SPA-9 y UF-613. Los resultados de cuatro años de registros permiten identificar unos 11 materiales promisorios tanto por tolerancia a la enfermedad como por su producción de frutos sanos y para éstos se ha iniciado la evaluación con inóculo artificial y la caracterización en cuanto a productividad y calidad, además de su multiplicación vegetativa para evitar pérdidas accidentales.

### **Introducción**

Un factor limitante en la producción de cacao en Honduras es la moniliasis originalmente del Ecuador donde apareció hace más de un siglo. Después de 86 años de su aparición se ha extendido por casi todos los países cacaoteros de Sur y Centro América. En 1997 se encontró monilia en plantaciones de la mosquitia hondureña y a comienzos del 2000 apareció en plantaciones de Guaymas, Yoro, una de las áreas de concentración del cultivo. De aquí en pocos meses se extendió a los demás núcleos cacaoteros que son La Masica, Atlántida y Cuyamel, Cortés. Las condiciones climáticas de la costa norte donde se concentra el cacao favoreció la rápida diseminación de la enfermedad, que atacó alrededor del 80% de las plantaciones con una pérdida estimada del 80% de la producción. Para el caso de los productores hondureños, igual que ha sucedido en otros países cuando apareció la enfermedad, la situación se ha tornado crítica debido a la falta de asistencia técnica directa suficiente, al desconocimiento de la gravedad del problema, al desestímulo por los bajos rendimientos y sobre todo, por la carencia de recursos para manejar adecuadamente las plantaciones como alternativa para contrarrestar los daños ocasionados por el patógeno. No obstante la agresividad que muestra este patógeno, se puede

convivir con la enfermedad mediante un control basado en prácticas culturales de manejo, donde la poda y regulación de sombra realizadas oportunamente, son actividades claves. El uso de productos químicos hasta el presente no ha sido una alternativa económica. En otras formas de control, resultados preliminares de investigación en Costa Rica, muestran que el uso de materiales genéticos con tolerancia al hongo, puede ser una medida de control complementaria, pero hacen falta estudios continuados en este campo.

Para aprovechar la logística y facilidades del CEDEC y el recurso humano con experiencia en el manejo de la enfermedad, en 1998 se recibieron del CATIE, Costa Rica, 1436 materiales híbridos provenientes de cruces entre materiales con resistencia a la enfermedad y otros con características de buena producción para su evaluación en las condiciones de la Costa Norte de Honduras que son favorables para la reproducción y establecimiento del hongo causante de la moniliasis. Se estableció un lote de 1,151 plantas (cruces) en el CEDEC (dos envíos) y un grupo de 285 plantas en Guaymas, Yoro, para un total de 1,436 árboles.

### **Materiales y métodos**

La semilla de los cruces realizados en el CATIE se sembró en bolsas y se mantuvo en vivero hasta edad del trasplante (4 a 5 meses) y luego se trasplantó al campo en parcelas acondicionadas para tal fin (Cuadros 1, 2 y 3). Cuando estuvieron listos para el trasplante cada árbol debidamente identificado se sembró a una distancia de 3 x 3 m en cuadro y se continuó el manejo recomendado de las parcelas, incluyendo una fertilización anual con NPK, iniciando con 60 g el primer año, cantidad que va en aumento hasta llegar a 250 g en árboles adultos. Una vez iniciada la producción (a los 3 años aproximadamente) se inició el registro semanal (en épocas de cosecha y lluvias abundantes) de frutos sanos y enfermos por Moniliasis o Mazorca negra y quincenalmente cuando la frecuencia de frutos sanos baja y las lluvias son menos intensas (Febrero a Julio normalmente).

Después de tres años de registros se están seleccionando los materiales más promisorios en cuanto a incidencia de frutos enfermos bajo condiciones de inóculo natural y cosecha de frutos sanos, para someterlos a una evaluación más rigurosa usando inóculo artificial crecido en el Laboratorio del Departamento de Protección Vegetal de la FHIA. Además se ha iniciado la caracterización de estos materiales en aspectos relacionados con producción como Índice de fruto (frutos requeridos para un kg de grano seco) e Índice de semilla (cantidad de granos en una muestra de 100 granos) para conocer el peso promedio de almendras de cada material. También se han multiplicado vegetativamente los mejores materiales para evitar pérdidas accidentales de un material que puede tener un gran potencial en lo que a resistencia, productividad y calidad se refiere. Los materiales más promisorios se evaluarán también artificialmente en su reacción a mazorca negra (*Phytophthora* sp.).

Cuadro 1. Cruzamientos entre cultivares de cacao suministrados por el CATIE para su evaluación en el CEDEC, La Masica, Atlántida. (Grupo 1-Lote 14).

Trat. No.	Cruzamiento			Trat. No.	Cruzamiento			Trat. No.	Cruzamiento		
1	UF-273	x	ICS-95	11	P-23	x	UF-273	21	CC-137	x	ARF-6
2	UF-273	x	P-23	12	P-23	x	ARF-22	22	CC-137	x	P-23
3	UF-273	x	PA-169	13	UF-712	x	PA-169	23	ARF-22	x	UF-273
4	PA-169	x	CC-137	14	ARF-37	x	ARF-6	24	P-23	x	ARF-6
5	PA-169	x	ARF-6	15	CCN-51	x	CC-252	25	ARF-22	x	ICS-43
6	PA-169	x	ICS-95	16	CC-137	x	ARF-37	26	FCS-A2	x	CCN-51
7	PA-169	x	P-23	17	CC-137	x	ARF-22	27	UF-712	x	P-23
8	PA-169	x	CC-252	18	CC-252	x	P-23	28	UF-712	x	ARF-4
9	P-23	x	ICS-95	19	ICS-95	x	ARF-22	29	P-23	x	UF-12
10	P-23	x	CCN-51	20	UF-712	x	CC-137				

Cuadro 2. Cruzamientos entre cultivares de cacao suministrados por el CATIE para su evaluación en el CEDEC, La Masica, Atlántida. (Grupo 2-Lote 11-A).

Trat	Cruzamiento			Trat	Cruzamiento			Trat.	Cruzamiento		
A	UF-273	x	Pound-7	E	ICS-95	x	Árbol 81	I	ARF-22	x	ARF-6
B	Árbol 81	x	ICS-95	F	ICS-95	x	UF-712	J	UF-273	x	ICS-6
C	ARF-22	x	CCN-51	G	ICS-95	x	UF-273	K	EET-75	x	CC-137
D	UF-273	x	ICS-43	H	UF-273	x	Árbol 81	L	UF-712	x	SCA-6

Cuadro 3. Cruzamientos entre cultivares de cacao suministrados por el CATIE para su evaluación en la zona de Guaymas, Yoro. (Grupo 3-Finca Daniel Reyes).

Trat.	Cruzamiento			Trat.	Cruzamiento			Trat.	Cruzamiento		
1	EET-75	x	CC-137	5	ICS-95	x	Árbol-81	9	ARF-22	x	PA-169
2	CCN-51	x	EET-75	6	ICS-95	x	UF-273	10	Semilla del Perú		
3	UF-273	x	ICS-6	7	ICS-95	x	UF-712				
4	UF-273	x	Árbol-81	8	UF-712	x	SCA-6				

## Resultados y discusión

Después de cinco años de registros (en el Grupo 1-Lote 14) bajo condiciones de inóculo natural, se tiene 10 árboles que muestran tolerancia al hongo y además presentan un promedio de frutos por árbol que sobrepasa los 30 frutos por árbol por año en las condiciones del CEDEC, La Masica, Atlántida. Por ejemplo el árbol 708 con cerca de 3.0 kg/árbol (considerando un promedio de 25 frutos/árbol) y 11.4% de incidencia de moniliasis, es buen candidato para zonas con baja presión de inóculo complementando con prácticas oportunas de manejo del cultivo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comportamiento productivo e incidencia de moniliasis en árboles de cacao con resistencia potencial a la enfermedad. CEDEC La Masica. Grupo 1- Lote 14. Período: Enero/02- Diciembre/06.

Cruce			Árbol No.	No. Frutos		% Moniliasis
				Cosechados sanos	Con moniliasis	
PA - 169	x	CC-137	708	398	51	11.4
UF - 273	x	PA-169	707	345	12	3.4
UF - 273	x	P-23	330	319	7	2.1
UF - 273	x	PA-169	269	257	5	1.9
UF-712	x	PA-169	738	255	1	0.4
PA-169	x	P-23	168	251	5	2.0
ARF-22	x	UF-273	353	234	19	7.5
ARF-22	x	ICS-43	741	226	12	5.0
ARF-22	x	UF-273	485	225	5	1.9
UF-712	x	ARF-4	550	207	1	0.5
UF-712	x	CC-137	719	205	12	5.5
UF-273	x	PA-169	442	202	2	1.0
PA-169	x	CC-137	671	201	16	7.4
CCN-51	x	CC-252	130	197	18	8.4
PA-169	x	CC-252	587	196	5	2.5

Árbol de cacao promisorio por su potencial productivo (3.0 kg/año) y baja incidencia de moniliasis (3.4%) en las condiciones de inóculo natural. CEDEC, Masica, Atlántida, Honduras, 2006.



En el grupo 2 encontramos con solo dos años de registros encontramos también 13 materiales que en dos años de registros presentan en promedio una producción alrededor de 1.3 kg/árbol por año y muy baja incidencia de Moniliasis (2.0% en promedio de los 13 materiales), presentándose incluso 5 árboles de 13 (38%) con 0 frutos enfermos en dos años de cosecha. En esta situación seguramente ha influido la baja presión de inóculo del lugar donde se están evaluando, ya que el centro tuvo una incidencia promedio en el 2006 de solo 4.5% y además no hay inóculo externo ya que los vecinos cortaron el cacao a consecuencia de las pérdidas tan altas que tenían, producto a su vez del mal manejo que daban a sus cultivos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Árboles sobresalientes por su producción de frutos sanos y baja incidencia de Moniliasis en ensayo de evaluación de materiales de cacao en el CEDEC, La Masica, Atlántida. Grupo 2-Lote 11-A. Período Octubre/04 a Diciembre/06.

Trat.	Cruce			No. árbol	Frutos cosechados		% de Moniliasis
					Sanos	Con monilia	
B	Árbol 81	x	ICS-95	63	106	0	0.0
F	ICS-95	x	UF-712	191	81	0	0.0
G	ICS-95	x	UF-273	249	73	1	1.3
F	ICS-95	x	UF-712	204	70	1	1.4
F	ICS-95	x	UF-712	211	65	0	0.0
I	ARF-22	x	ARF-6	315	63	2	3.1
E	ICS-95	x	Arbol-81	185	61	0	0.0
H	UF-273	x	Arbol-81	256	57	3	5.2
B	Árbol 81	x	ICS-95	83	57	3	5.0
A	UF-273	x	Pound-7	39	55	0	0.0
I	ARF-22	x	ARF-6	286	51	5	9.8
A	UF-273	x	Pound-7	42	47	2	4.1
J	UF-273	x	ICS-6	338	38	0	0.0

En el grupo de Guaymas (Grupo 3) se tiene 11 materiales con un potencial de producción que varía entre 0.9 y 2.0 kg/árbol para un promedio de 1.3 kg/árbol, pero con una incidencia que varía entre 4.2% y 23.9% sin presentarse materiales con 0 frutos enfermos (Cuadro 6). Esto se debe a la mayor presión de inóculo no solamente alrededor de la parcela procedente de los demás lotes de la finca, sino también de otras fincas contiguas que están en completo abandono donde la incidencia puede superar el 90% de los frutos formados. Esto además de que esta parcela está bajo la responsabilidad del productor y el manejo no es muy acucioso como el que se da a la plantación en el CEDEC, La Masica. En este grupo los árboles No. 50 y 43 con 228 y 219 frutos en 4.5 años de registros de cosecha y con incidencia de 12.0 y 6.8% respectivamente, de frutos enfermos, son materiales que pueden considerarse muy promisorios dadas las condiciones de alta presión de inóculo a las que están sometidos, amén de no recibir un manejo óptimo.

Cuadro 6. Comportamiento productivo e incidencia de moniliasis en árboles de cacao en evaluación. Guaymas, Yoro. Finca Daniel Reyes-Grupo 3. Período Mayo/02-Diciembre/06.

Cruces <sup>1</sup>			No. Árbol	No. Frutos cosechados		% Moniliasis
				Sanos	Con Moniliasis	
UF-273	x	ICS-6	50	228	31	12.0
UF-273	x	ICS-6	43	219	16	6.8
CCN-51	x	EET-75	195	164	36	18.0
EET-75	x	CC-137	173	151	11	6.8
UF-712	x	SCA-6	153	149	15	9.1
UF-273	x	Arbol-81	72	136	6	4.2
ARF-22	x	PA-169	79	130	10	7.1
UF-273	x	Arbol-81	239	124	39	23.9
UF-273	x	ICS-6	52	122	19	13.5
EET-75	x	CC-137	7	107	10	8.5
UF-712	x	SCA-6	160	106	14	11.7

De los datos de los cuadros 4, 5 y 6 se puede observar que la proporción de materiales que muestran tolerancia y producción aceptable (más de 1,0 kg/árbol año) es muy baja, pues de una población de 1,436 árboles solamente 39 (2.7%) presentan algún grado de resistencia y aceptable producción.



Algunos materiales evaluados presentan buenas características de producción y calidad pero por la incidencia media de frutos enfermos no son considerados; sin embargo, estos materiales pueden ser una opción para zonas de baja presión de inóculo y sometidos a buenas prácticas de manejo por parte del productor. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

## **Resultados preliminares de evaluación de la resistencia de germoplasma de cacao a la Moniliasis en Honduras por medio de inoculación artificial**

*J. C. Melgar y J. A. Dueñas*

*Departamento de Protección Vegetal*

*J. Sánchez y A. Dubón*

*Programa de Cacao y Agroforestería*

### **Resumen**

La Moniliasis del cacao, causada por *Moniliophthora roreri*, es una enfermedad de reciente introducción en Honduras que ha causado pérdidas considerables en la producción cacaotera local. La literatura muestra que para su control se han evaluado medidas culturales, químicas, biológicas y genéticas, siendo las culturales las que más se han estudiado y las que mejores resultados han producido. Con el objetivo de determinar si materiales genéticos existentes en bancos de germoplasma de Honduras pudieran ser alternativas para el manejo de la Moniliasis usando inoculaciones artificiales en frutos, se evaluó el comportamiento de plantas que bajo condiciones de inóculo natural históricamente han mostrado menor incidencia de frutos afectados por la enfermedad. El estudio se condujo en el CEDEC, La Masica, Atlántida. Inóculo del patógeno se produjo en platos Petri conteniendo medio de cultivo artificial agar V-8 preparado con extractos obtenidos de la cocción de frutos jóvenes de cacao. Después de 27 días de crecimiento se cosechó el hongo de los platos y se aforó en suspensiones de esporas hasta obtener una concentración de  $1 \times 10^6$  esporas/ml. Usando un atomizador se aplicaron de 3-5 ml de la suspensión de esporas por fruto de 45 días de edad. Ocho semanas después de la inoculación se procedió a evaluar la incidencia y severidad externa e interna. Los clones Caucasia 43 y Caucasia 47 mostraron alta resistencia al someterlos a inoculación artificial, consistente con los registros históricos de incidencia de la enfermedad bajo inóculo natural; los clones IMC-67 y Caucasia 39 L 21 mostraron resistencia moderada.

### **Introducción**

La Moniliasis del cacao, causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, es considerada una enfermedad de relativa poca importancia a nivel mundial. Sin embargo, en Centro América y la parte Norte de América del Sur ha causado severos daños y se encuentra en una fase invasiva, poniendo en peligro áreas productoras de la región. Para el control de esta enfermedad se han evaluado medidas culturales, químicas, biológicas y genéticas, siendo las culturales las que más se han estudiado y las que mejores resultados han producido. Los productos químicos no han sido satisfactorios, además de que económicamente no son viables. El control biológico está emergiendo como una actividad investigativa de manera que la información generada es muy limitada y de carácter preliminar. El control por medios genéticos también ha sido estudiado muy poco y en la mayoría de los casos los resultados reportados son producto de observaciones de campo en las cuales se dependió de inóculo natural. Sin embargo, es considerada la forma ideal de combate de la enfermedad, si efectivamente existieran genotipos resistentes y además de productividad satisfactoria.



La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) dispone en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC), La Masica, Atlántida de una colección de germoplasma de cacao inclusiva de más de 700 materiales, entre los cuales varios han mostrado aparente resistencia bajo condiciones de inóculo natural en el campo. Con el objetivo de determinar si la resistencia observada en dicho material pudiera ser una alternativa para el manejo de la Moniliasis, se evaluó su reacción en respuesta a inoculación artificial en condiciones de campo utilizando inóculo producido en laboratorio.

## **Materiales y métodos**

### **-Obtención y producción de inóculo**

La fuente de inóculo fueron frutos colectados en el campo que mostraban síntomas evidentes de Moniliasis del cacao, los cuales fueron llevados al Laboratorio de Fitopatología de la FHIA y procesados utilizando técnicas asépticas. Primeramente, pequeñas secciones de tejido sintomático del interior de dichas mazorcas fueron implantadas en platos Petri conteniendo medio de cultivo Agar V-8 preparado con extractos acuosos obtenidos de la cocción de frutos jóvenes de cacao. El crecimiento de las colonias del hongo tuvo lugar a temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ) y períodos alternados de 12 horas de luz y oscuridad. Transcurridos 27 días de incubación se cosechó el inóculo, pasando repetidamente un pincel sobre el cultivo y liberando las conidias capturadas en el pincel por agitación en agua destilada estéril contenida dentro de un tubo de ensayo; posteriormente, la suspensión de conidias en el tubo de ensayo fue aforada hasta obtener una concentración de  $1 \times 10^6$  esporas/ml de acuerdo a lecturas microscópicas del hematocímetro, y se llevó de inmediato al campo para su aplicación a los frutos seleccionados.

### **-Material experimental**

El material experimental fueron frutos de clones que se mantienen debidamente identificados en el CEDEC. De dichos árboles se posee un registro detallado de producción e incidencia de Moniliasis durante los últimos cinco años. En base a dichos registros, se seleccionaron árboles que mostraban un rango amplio de incidencia de Moniliasis (Cuadro 1), presumiblemente indicativo de una variación correspondiente en reacción a la enfermedad. En los árboles de interés se escogieron frutos adheridos cuando tenían  $\pm 45$  días de edad ( $\pm 10$  cm longitud) para ser sometidos a inoculación e incubación sin desprenderlos de la planta.

### **-Inoculación en el campo**

Los frutos se inocularon sin desprenderlos de los árboles utilizando un atomizador. Se asperjó sobre la totalidad de la superficie de cada fruto escogido un promedio de 4 ml de la suspensión de esporas producida en el laboratorio. Inmediatamente después de la aplicación, cada fruto se introdujo en una pequeña jaula metálica cilíndrica de 12.5 cm de diámetro y 24 cm de longitud envuelta en una bolsa plástica transparente en cuyo fondo se había depositado una pelota de papel toalla humedecido a servir como fuente de humedad ambiental, se cerró la bolsa y se dejó incubar por 48 horas; transcurrido ese tiempo se perforó el fondo de cada bolsa para remover el papel toalla y, sin remover la bolsa, se dejaron las mazorcas adheridas a la planta. Transcurridas ocho semanas después de la inoculación se procedió a cosechar las mazorcas y se evaluó la incidencia y severidad del ataque de Moniliasis.

### **-Evaluación de infección**

Se evaluó la incidencia y severidad mediante la inspección externa e interna de cada mazorca; internamente se evaluó partiendo los frutos en forma longitudinal. Las escalas usadas para la evaluación de severidad fueron las siguientes:

- Sintomatología externa (superficie de la mazorca):
  - 0 Fruto sano
  - 1 Presencia de manchas hidróticas
  - 2 Presencia de tumefacción o amarillamiento
  - 3 Presencia de mancha parda o café evidente
  - 4 Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha
  - 5 Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha
- Sintomatología interna:
  - 0 Fruto sano (ausencia de síntomas)
  - 1 1-20% del tejido interno con necrosis
  - 2 21-40% del tejido interno con necrosis
  - 3 41-60% del tejido interno con necrosis
  - 4 61-80% del tejido interno con necrosis
  - 5 Más del 80% del tejido interno con necrosis

La inoculación de frutos y su posterior seguimiento hasta evaluación de infección se llevó a cabo en CEDEC entre el 16/Noviembre/2006 y 16/Enero/2007.

### **Resultados y discusión**

Se sometieron a inoculación artificial un total de 56 frutos distribuidos en cuatro materiales clonales. Al final del período de prueba, en los frutos inoculados se cuantificó incidencia general de Moniliasis de 94.64%.

Hubo estrecha correspondencia entre los datos de incidencia y severidad obtenidos con inoculación artificial y los registros de incidencia producto de infección natural obtenidos en años previos (Cuadro 1). Al ser sometidos a inoculación artificial controlada los clones Caucasia 43 y Caucasia 47 mostraron alta resistencia y severidad externa de 1.00 y 1.67, respectivamente. La severidad interna fue de 1.17 en Caucasia 43 y 1.87 en Caucasia 47. Los clones IMC-67 y Caucasia 39 L 21 mostraron resistencia moderada con severidad externa de 2.00 y 2.08, respectivamente. La severidad interna fue de 2.24 en IMC-67 y 1.75 en Caucasia 39 L 21 (Cuadro 1). En el caso de los materiales con resistencia intermedia su selección depende del rendimiento de los mismos, ya que si su rendimiento es alto, aún con incidencia de Moniliasis, la cantidad de fruta sana producida puede ser suficiente para considerarlos materiales promisorios. Debido a la baja incidencia general de Moniliasis en el CEDEC, cada vez se vuelve más relevante la inoculación artificial para garantizar que los materiales seleccionados son en realidad resistentes a Moniliasis y no producto de escapes por baja presión de inóculo.

Cuadro 1. Incidencia de Moniliasis registrada en mazorcas de cacao como producto de infección natural en 2002-2006, e incidencia y severidad obtenidas producto de inoculación artificial. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Clon	Infección por inóculo natural		Infección por inóculo artificial			
	Frutos cosechados	Incidencia (%)	Frutos inoculados	Incidencia (%)	Severidad	
					Externa	Interna
Caucasia 43	165	2.42	12	100	1.00	1.17
Caucasia 47	175	0.57	15	80	1.67	1.87
IMC-67	Sin datos		17	100	2.00	2.24
Caucasia 39 L 21	175	0.57	12	100	2.08	1.75



Distinto grado de respuesta de los cultivares Caucasia-43 (izquierda) y Caucasia-47 (derecha) a la inoculación artificial con *Moniliophthora roreri*. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

## Conclusiones

1. Se ha determinado que los materiales de cacao existentes localmente muestran diferencias en reacción a la inoculación con el hongo causante de la enfermedad, diferencias que aparentan ser consistentes y de utilización práctica como estrategia de control de Moniliasis.
2. Los clones Caucasia 43 y Caucasia 47 mostraron alta resistencia al someterlos a inoculación artificial.
3. Los clones IMC-67 y Caucasia 39 L 21 mostraron resistencia moderada, por lo que se debe considerar la productividad y la calidad del producto para decidir si se continúa trabajando con estos materiales evaluando resistencia a Mazorca negra.

### **Recomendación**

1. Se deberá continuar las evaluaciones en el 2007. Los materiales con mejor resistencia a Moniliasis deben ser sometidos a evaluaciones de resistencia a Mazorca negra.

### **Literatura consultada**

1. Brenes, O. E. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia rorei* y su relación con algunas características del fruto de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis M.Sc. Universidad de Costa Rica.
2. Phillips, W. 1986. Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) a *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans et al. Tesis M.Sc. Universidad de Costa Rica.
3. Sanchez, J. Brenes, O. E., Phillips, W., y Enriquez, G. SF. Metodología para la inoculación de mazorcas con el hongo *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri*.
4. Evans, H. C. Holmes, K. A. y Reid, A. P. 2003. Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa. *Plant Pathology*. 52:476-485.

## Avances en la evaluación por inoculación artificial de la resistencia de material genético de cacao a Mazorca negra

J. C. Melgar y J. A. Dueñas

Departamento de Protección Vegetal

J. Sánchez y A. Dubón

Programa de Cacao y Agroforestería.

### Resumen

La Mazorca negra del cacao causada por especies de *Phytophthora* (Montes-Belmont y de Los Santos 1989), es una de las enfermedades más serias que afecta el cultivo en Honduras. El uso de materiales genéticos con resistencia a Mazorca negra se considera una estrategia válida para reducir el impacto de la enfermedad. El objetivo de este estudio es determinar bajo condiciones de campo la reacción a Mazorca negra usando inoculaciones artificiales de materiales genéticos seleccionados considerando rendimiento, calidad y resistencia a Moniliasis. Inóculo para las pruebas fue obtenido de mazorcas con síntomas de la enfermedad e incrementada en el Laboratorio de Fitopatología de la FHIA. Usando discos de papel filtro impregnados en una solución conteniendo  $1.5 \times 10^5$  zoosporas se inocularon mazorcas en dos puntos opuestos del ecuador del fruto. La evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad se realizó siete días después de la inoculación. Se inocularon 144 mazorcas de cacao distribuidas en trece materiales genéticos. Los cruces PA-169 X P-23 (árbol 168), PA-169 X CC-137 (árbol 708) y ARF-22 X ICS-43 (árbol 741) mostraron alto grado de resistencia al no presentar desarrollo alguno de manchas. Otro grupo de cruces que incluye PA-169 X CC-137 (árbol 87), UF-273 X PA-169 (árbol 269), ARF-22 X UF-273 (árbol 353) y PA-169 X P-23 (árbol 79) mostraron nivel intermedio de resistencia con incidencia entre 20 y 80% y severidad entre 1.40 y 2.50 cm de diámetro promedio de manchas. Finalmente, se identificó los materiales CCN-51, UF-12 X PA-169 (árbol 738), UF-273 X P-23 (árbol 330), ARF-22 X UF-273 (árbol 81) y UF-273 X PA-169 (árbol 707) con susceptibilidad a Mazorca negra mostrando incidencia entre 45.4 y 100% y severidad entre 4.33 y 7.34 cm de diámetro promedio de las manchas. Existe entre los materiales potenciales para identificación de germoplasma resistente a Mazorca negra.

### Introducción

La Mazorca negra del cacao, causada por especies de *Phytophthora* (Montes-Belmont y de Los Santos 1989), es una de las enfermedades más serias que afecta el cultivo en Honduras. De acuerdo con descripciones reportadas en la literatura y observaciones microscópicas de la morfología de esporangios, oogonios y oosporas, el agente causal de la enfermedad en nuestro medio probablemente sea *Phytophthora palmivora* (Erwin, D. C., Bartnicki-García, S. y Tsao, P. H.; 1983). El daño de más relevancia de la enfermedad ocurre cuando el patógeno ataca las frutas. Con la aparición de la Moniliasis como la enfermedad más destructiva, en los últimos años la Mazorca negra ha pasado a un segundo plano, ya que cuando se realizan prácticas para el control de Moniliasis, como regulación de sombra, podas y eliminación de frutos enfermos, también se controla Mazorca negra. Al igual que con la Moniliasis, el control químico es caro y en algunos casos inefectivo (Krauz, J., Rivera, M. y Guillén, J. 1987). A pesar de no ser la enfermedad del

cacao más importante en Honduras en la actualidad, siempre tiene el potencial de causar mucho daño, por lo que el uso de materiales genéticos con resistencia a Mazorca negra también debe considerarse como una estrategia para reducir su impacto. El objetivo de este estudio fue determinar bajo condiciones de campo la reacción a Mazorca negra a través de inoculaciones artificiales de materiales genéticos seleccionados tomando en consideración rendimiento, calidad y resistencia a Moniliasis.

### **Materiales y métodos**

La fuente de inóculo fueron frutos colectados en el campo que mostraban síntomas evidentes de Mazorca negra del cacao, los cuales fueron llevados al Laboratorio de Fitopatología y procesados utilizando técnicas asépticas. Siguiendo la metodología de Galindo y Phillips (1989), primeramente, pequeñas secciones de tejido sintomático del interior de dichas mazorcas fueron implantadas en platos Petri conteniendo medio de cultivo Agar V-8 con enmienda de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). El crecimiento de las colonias del hongo tuvo lugar a temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ\text{C}$ ) y períodos alternados de 12 horas de luz y oscuridad. Transcurridos diez días de incubación se cosechó el inóculo, inundando los platos petri conteniendo las colonias del patógeno con 20 ml de agua destilada estéril a  $10^\circ\text{C}$ . Los platos inundados se incuban en la oscuridad a  $5^\circ\text{C}$  por 30 minutos y finalmente a temperatura ambiente y con luz por otros 30 minutos. Posteriormente, se preparó una suspensión conteniendo  $1.5 \times 10^5$  zoosporas/ml y de inmediato se inocularon mazorcas de aproximadamente 4-5 meses de edad colocando dos discos de papel filtro impregnado de la suspensión de zoosporas en lados opuestos del ecuador del fruto. Cada mazorca inoculada se confinó en una jaula metálica de 12.5 cm de diámetro y 24 cm de longitud que se cubre con una bolsa plástica conteniendo una sección de papel toalla humedecido. Dos días después de la inoculación se corta el extremo inferior de la bolsa para remover el papel toalla y evacuar el exceso de agua dejando la fruta siempre protegida por la jaula y la bolsa, todo ello sin desprenderla del árbol. Siete días después de la inoculación las mazorcas se desprenden de los árboles y se determina la incidencia y severidad de Mazorca negra. La severidad se determina obteniendo el promedio de los diámetros longitudinal y transversal de la mancha más grande en cada fruta.

### **Resultados y discusión**

Con este estudio se ha reiniciado en la FHIA el proceso de evaluación de resistencia a Mazorca negra del cacao que se inició en los años 90. La metodología usada en aquella época ha sido validada y sigue siendo efectiva. Al igual que en aquella época, en el 2006 se encontraron diferencias en reacción a la Mazorca negra de los materiales genéticos inoculados artificialmente.

Se inocularon 144 mazorcas de cacao pertenecientes a trece clones. Al final del período de incubación, en los frutos inoculados se cuantificó una incidencia general de Mazorca negra de 57.64%. El grado de severidad varió desde materiales que no desarrollaron manchas hasta materiales con manchas que en promedio alcanzaron diámetro de 7.34 cm.

Los cruces PA-169 X P-23 (árbol 168), PA-169 X CC-137 (árbol 708) y ARF-22 X ICS-43 (árbol 741) mostraron alto grado de resistencia al no presentar desarrollo alguno de manchas. El cruce ARF-22 X ICS-43 (árbol 70) también mostró buena resistencia ya que el diámetro

promedio de la mancha apenas alcanzó 0.04 cm (Cuadro 1). Del cruce PA-169 X CC-137 (árbol 708) solo se inocularon cuatro mazorcas, por lo que es necesario inocular más mazorcas para definir con más certeza sobre su grado de resistencia. En estudios realizados por Phillips Mora y Galindo (1989) obtuvieron resultados confiables inoculando diez y quince mazorcas por material evaluado.

Otro grupo de cruces que incluye PA-169 X CC-137 (árbol 87), UF-273 X PA-169 (árbol 269), ARF-22 X UF-273 (árbol 353) y PA-169 X P-23 (árbol 79) mostraron nivel intermedio de resistencia mostrando incidencia entre 20 y 80%, y severidad entre 1.40 y 2.50 cm de diámetro promedio de manchas (Cuadro 1). La continuidad en el proceso de selección de estos materiales dependerá de la calidad de cacao que produzcan, ya que todos ellos tienen una producción superior a 30 frutos por año.

Cuadro 1. Incidencia de Mazorca negra registrada en mazorcas de cacao como producto de infección natural en 2002-2006, e incidencia y severidad obtenidas producto de inoculación artificial. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2006.

Material genético (# de árbol)	Infección por inóculo natural		Infección por inóculo artificial		
	Frutos cosechados	Incidencia (%)	Frutos inoculados	Incidencia (%)	Severidad (cm)
PA-169 X P-23 (168)	251	0.00	10	0	0.00
PA-169 X CC-137 (708)	398	0.25	4	0	0.00
ARF-22 X ICS-43 (741)	226	0.00	18	0	0.00
ARF-22 X ICS-43 (70)	171	0.58	12	8.3	0.04
PA-169 X CC-137 (87)	169	0.00	10	80.0	1.40
UF-273 X PA-169 (269)	257	0.00	10	20	1.73
ARF-22 X UF-273 (353)	234	0.43	11	36.3	1.74
PA-169 X P-23 (79)	178	0.56	11	54.5	2.50
CCN-51	150	10.0	12	50	4.33
UF-12 X PA-169 (738)	255	0.00	11	45.4	4.79
UF-273 X P-23 (330)	319	0.63	14	71.4	5.28
ARF-22 X UF-273 (81)	143	0.70	11	100.0	5.60
UF-273 X PA-169 (707)	238	0.42	10	80.0	7.34



Reacción de frutos del árbol 81 (Cruce ARF-22xUF-273) (izquierda) y del árbol ARF-22xICS-43 (derecha) a la inoculación artificial con *Phytophthora* sp. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2006.

Finalmente, se identificaron los materiales CCN-51, UF-12 X PA-169 (árbol 738), UF-273 X P-23 (árbol 330), ARF-22 X UF-273 (árbol 81) y UF-273 X PA-169 (árbol 707) con susceptibilidad a Mazorca negra mostrando incidencia entre 45.4 y 100% y severidad entre 4.33 y 7.34 cm de diámetro promedio de las manchas (Cuadro 1). El material CCN-51 ha sido evaluado anteriormente mostrando alta susceptibilidad (Ortiz y Rivera, 1997), por lo que se incluyó como referencia. Algunos padres de estos cruces susceptibles, como el UF-12 y el UF 273, en evaluaciones previas han sido clasificados como susceptibles o moderadamente resistentes (Phillips Mora y Galindo, 1989). Los resultados de este estudio coinciden con esos reportes en el sentido de que cruces donde aparecen estos materiales como padres muestran reacciones de susceptibilidad o bien su resistencia califica como moderada.

### Conclusiones

1. Los materiales genéticos evaluados mostraron claras diferencias en resistencia a Mazorca negra. Los cruces PA-169 X P-23 (árbol 168), PA-169 X CC-137 (árbol 708) y ARF-22 X ICS-43 (árbol 741) fueron los más resistentes, al no presentar desarrollo alguno de manchas.
2. La reacción a Mazorca negra de algunos materiales inoculados artificialmente en este estudio es consistente con resultados obtenidos en estudios anteriores indicando que la metodología aplicada es válida.

### Recomendaciones

1. Continuar evaluaciones en el 2007 de materiales adicionales con características promisorias en la que respecta a rendimiento y calidad de la fruta.
2. Los materiales con resistencia intermedia deben ser evaluados nuevamente y finalmente decidir si se seleccionan tomando en cuenta rendimiento y calidad de fruta.

### Literatura citada

1. Erwin, D. C., Bartnicki-García, S. y Tsao, P. H.; 1983. *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. APS Press. St. Paul, MN. USA.
2. Krauz, J., Rivera, M. y Guillén, J. 1987. Evaluación de programas de control químico de mazorca negra. Programa de Cacao. Informe Técnico Anual. La Lima, Cortés.
3. Montes-Belmont, R. y de los Santos, L. 1989. Especies de *Phytophthora* aisladas de cacao en México y su distribución geográfica. Turrialba(4): 473-476.
4. Ortiz, V. J. Y Rivera, M. 1997. Evaluación de la reacción de materiales promisorios de cacao a mazorca negra en condiciones de campo. Programa de Cacao. Informe Técnico Anual. La Lima, Cortés.
5. Phillips M., W. y Galindo, J. J. 1989. Método de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*). Turrialba 39 (4):488-496.



## **Caracterización de cultivares de cacao con tolerancia a moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* previo a la futura distribución comercial de este material. CAC05-01**

*Jesús A. Sánchez y Aroldo Dubón*  
*Programa de Cacao y Agroforestería*  
*José Melgar y Jorge A. Dueñas*  
*Departamento de Protección Vegetal*

### **Resumen**

De una población de 707 materiales híbridos procedentes del CATIE, se han detectado algunos cruces que han presentado resistencia (aunque no inmunidad) al hongo *Moniliophthora roreri* causante de la moniliasis del cacao. Algunos materiales que han mostrado buena producción de frutos y baja incidencia de moniliasis en condiciones de inóculo natural, se están evaluando bajo inoculación artificial usando estructuras reproductivas del hongo (conidios) cultivadas en el laboratorio. Para asegurar la disponibilidad de estos materiales y no correr el riesgo de pérdida accidental de los mismos y para caracterizarlos en otros aspectos relacionados con calidad y comportamiento ante otras enfermedades, principalmente M. negra causada por el hongo *Phytophthora* sp., se procedió en el 2005 a la multiplicación vegetativa de los mejores materiales usando como patrones plantas de semilla procedente de cultivares que están referenciados como tolerantes a enfermedades del suelo como cáncer del tronco causada por fitoptora y mal del machete causada por *Ceratocystes fimbriata*. En el 2005 las plantas seleccionadas en campo fueron reproducidas vegetativamente en el vivero y en el 2006 fueron trasplantadas al campo.

### **Introducción**

La moniliasis del cacao, causada por el hongo *Moniliophthora roreri* ocasiona serios problemas a la producción cacaotera en América, causando pérdidas hasta del 80% de la cosecha en áreas con condiciones climáticas favorables al desarrollo del patógeno y con manejo deficiente de plantaciones, condiciones que se cumplen en la zona cacaotera de Honduras. La Moniliasis que apareció en país a comienzos de 2000, ha invadido todas las fincas de los sectores donde se concentra este cultivo (Guaymas, Yoro; Cuyamel, Cortés; La Masica y Jutiapa, Atlántida así como en La Mosquitia hondureña). Debido a la severidad con que se ha presentado la enfermedad, muchos productores han optado por abandonar sus plantaciones o las han cortado para sembrar otro cultivo, principalmente granos básicos o pasto. Sin embargo, hay quienes han adoptado las recomendaciones impartidas por el personal del Programa de Cacao y Agroforestería y se han mantenido en el cultivo obteniendo producciones rentables.

Al igual que ha sucedido en otros países que tienen esta enfermedad, las prácticas culturales aplicadas oportunamente han resultado eficientes para el control de la Moniliasis, bajo un enfoque de convivencia con el patógeno. Considerando que la resistencia genética es una opción que puede ayudar a los productores como complemento a las prácticas culturales, desde el 2002 la FHIA viene llevando registros de producción e incidencia de campo (bajo inóculo natural) de 707 materiales híbridos provenientes de árboles a los que se les ha detectado algún grado de resistencia cruzándolos con otros que aunque no son tolerantes presentan buenas características

de producción (Programa de Cacao y Agroforestería, FHIA, Informes Técnicos 2004). Estos materiales híbridos han sido suministrados por el CATIE que realizó los cruces entre los cultivares que posee en las poblaciones originales de sus bancos de germoplasma establecidos en Turrialba, Costa Rica.

Después de cuatro años de registros bajo condiciones de inóculo natural, se han detectado 11 plantas dentro de una población de 707 árboles, que muestran marcadas diferencias en cuanto a incidencia y producción de frutos sanos. Para evitar la pérdida accidental o por otras causas (plagas o enfermedades) de alguno de estos materiales ya valiosos por su tolerancia a la moniliasis, se ha empezado la multiplicación de los mismos por medio de injertos. Además, previo a la distribución de estos materiales a los productores, es necesario hacer una caracterización más exhaustiva de los mismos, para determinar aspectos relacionados con la capacidad de producción y la calidad como índice de fruto (frutos requeridos para un kg de cacao seco); índice de almendra (peso promedio de un grano en base a una muestra de 100 granos), acidez, contenido de grasa, porcentaje de cascarilla y tolerancia a otras enfermedades, principalmente mazorca negra (*Phytophthora* sp.). Por lo anterior, se ha procedido a la multiplicación y caracterización de estos materiales que bajo condiciones de campo han mostrado buena a aceptable producción y baja a muy baja incidencia de moniliasis.

### **Materiales y métodos**

Aprovechando la cosecha de frutos sanos en la época de producción, se partirán los frutos una vez cosechados y se pesarán las almendras húmedas en total, antes de someterlas a fermentación (por 5 días) y secado al sol (5 a 6 días según intensidad de brillo solar). Una vez secas (al 8%), se pesarán los granos de cada cultivar y con estos valores se determinará la cantidad de frutos requerida para un kg de cacao seco (Índice de fruto). Luego en base a una muestra de 100 granos por cada material, se determinará el peso promedio de un grano (Índice de semilla) y el porcentaje de cascarilla (peso por separado de las almendras y de la cascarilla en base a la muestra de 100 granos). De ser posible se determinará también el porcentaje de grasa para cada uno. Para determinar su comportamiento a mazorca negra se harán inoculaciones de 10 a 15 frutos por cada cultivar, utilizando una suspensión de esporas en agua (150,000/ml), sumergiendo dos discos de papel de filtro que serán colocados en partes opuestas del ecuador del fruto. La respuesta se determinará a los 6 días en base al diámetro de la mancha desarrollada a partir del punto donde se colocaron los discos de papel impregnados en la suspensión de esporas (Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1989). Para asegurar la permanencia de estos materiales, ya sea para futuras investigaciones o para su distribución a mediano plazo a los productores, además de la caracterización anterior, cada cultivar se multiplicará por medio de injerto, usando como patrones una mezcla de clones recomendados para este propósito por su tolerancia a otras enfermedades, principalmente mal de machete causada por el hongo *Ceratocystes fimbriata* (IMC-67, EET-400, Pound-12, SPA-9, UF-613 y EET-399).

### **Avance de resultados**

En el 2005 se hicieron los injertos en vivero utilizando como patrones plantas procedentes de semillas de los clones UF-29, Pound-7, IMC-67, EET-400, EET-399, Pound-12, SPA-9 y UF-613 (Cuadro 1) y en el 2006 se hizo el trasplante al campo definitivo.

Cuadro 1. Materiales promisorios por su producción y comportamiento a moniliasis bajo condiciones de inóculo natural que fueron propagados por injerto en el CEDEC, La Masica, Atlántida en el 2006.

Cruce			Arbol No.	No. Injertos/patrón			Injertos por cruce
				UF-29	Pound-7	Mezcla <sup>1</sup>	
ARF-22	x	UF-273	485	2	3	10	15
UF-712	x	PA-169	377	6	5	8	19
FCS-A2	x	CCN-51	228	4	4	11	19
UF-273	x	PA-169	707	4	3	4	11
UF-273	x	PA-169	275	2	3	7	12
PA-169	x	P-23	79	4	1	5	10
PA-169	x	ARF-6	95	3	4	9	16
UF-712	x	PA-169	30	3	4	11	18
ARF-22	x	UF-273	204	3	5	10	18
UF-273	x	P-23	210	3	5	2	10
CC-137	x	ARF-37	288	3	9	8	20
Total injertos/patrón			-	37	46	85	-

<sup>1</sup> IMC-67, EET-400, EET-399, Pound-12, SPA-9 y UF-613

## Conclusión

- Es un estudio de caracterización de materiales promisorios que apenas inicia.

## Literatura consultada

1. Jonson, E. S.; Bekele, F. L.; Schnell, R. J. 2004. Field guide to the ICS clones of Trinidad. CATIE, Turrialba, C.R. Serie Técnica. Manual técnico No. 54. 32 p.
2. Phillips M., W.; Galindo, J.J. 1989. Método de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Turrialba 39(4):488-496.
3. Programa de Cacao y Agroforestería. FHIA, Informe Técnico 2004.
4. Soria V., J.; Enríquez, G. A. ed. 1981. Internacional cacao cultivar catalogue. Technical Bulletin No. 6. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 156 p.

#### 4. ACTIVIDADES EN EL CENTRO AGROFORESTAL DEMOSTRATIVO DEL TROPICO HUMEDO (CADETH)



El Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo (CADETH) constituye un escenario único para la labor de promoción y de transferencia tecnológica que realiza el Programa con énfasis en la protección de los recursos naturales.

El desarrollo de este Centro continuó con el mantenimiento y complementación de parcelas demostrativas y lotes de colección y evaluación (incluyendo árboles en línea), establecidos en años anteriores, así como la toma de registros de aquellos parámetros relacionados con el desarrollo de las distintas especies latifoliadas que allí se han establecido tanto bajo la modalidad de sistemas agroforestales como en linderos y parcelas puras.

El centro continúa siendo visitado por grupos y personas individuales que acuden al mismo en busca de información sobre los diversos tópicos que allí se evalúan, relacionados en su mayoría con el conocimiento de especies del bosque latifoliado, colecciones, protección y uso racional de recursos, especialmente el agua. A continuación se presenta información resumida sobre los principales actividades desarrolladas durante el año 2006, incluyendo mediciones del componente forestal.

##### **Comportamiento del cacao (*Theobroma cacao*) bajo cinco especies forestales maderables no tradicionales como sombra permanente en la zona atlántica de Honduras. AGF 96-01**

Mantenimiento de cada uno de los sistemas, incluyendo recolección periódica de frutos sanos y afectados con monilia, como medida para mantener niveles bajos de la enfermedad y registros de tasa de crecimiento de los maderables asociados (diámetro y altura). La limba (*Terminalia superba*) es la especie que presenta mayor desarrollo a los 10 años de edad, con un Incremento Medio Anual (IMA) en diámetro de 3.6 cm para un grosor total de 32.7 cm, mientras que en altura el IMA es de 2.2 m para una altura total de 19.9 m (Cuadro 1).

Cuadro 1. Crecimiento a los cinco años de edad de especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente. CADETH, La Masica, 2006.

Sistema	Producción (kg/ha)	DAP <sup>1</sup> (cm)			Altura (m)		
		2005	2006	IMA (cm)	2005	2006	IMA (m)
Cacao-Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	330	29.8	32.7	3.6	16.9	19.9	2.2
Cacao-Granadillo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	412	17.7	20.1	2.2	14.1	14.9	1.7
Cacao-Ibo ( <i>Dipterix panamensis</i> )	444	17.2	20.4	2.3	13.3	14.8	1.7
Cacao-Marapolán ( <i>Guarea - grandifolia</i> )	339	16.0	18.4	2.0	12.8	13.3	1.5
Cacao-Barba de jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	365	12.9	16.8	1.9	12.2	13.4	1.5

<sup>1</sup> Diámetro a la Altura del Pecho.

Para conocer el efecto que pueden tener sobre las condiciones fisicoquímicas del suelo en zonas de ladera, las especies maderables leguminosas y no leguminosas como sombra del cacao, hasta los seis años (2003) se hicieron análisis químicos del suelo en cada uno de los sistemas, repitiéndose estos análisis en el 2007 (10 años después del trasplante).

Durante el 2006 también se hizo análisis de la biomasa de cada sistema de asocio para confrontar los resultados del análisis del suelo con los contenidos de nutrientes en la hojarasca (del cacao + la especie forestal) y tener una idea de las cantidades que se reciclan gracias a que las raíces más profundas del maderable capturan estos elementos que se han perdido por lixiviación, devolviéndolos a la superficie donde podrán ser nuevamente utilizados por el o los cultivos asociados (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Resultados de análisis químico de suelos a doce cm de profundidad, diez años después del establecimiento de distintos sistemas agroforestales con cacao. CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

P a r á m e t r o	S i s t e m a   A g r o f o r e s t a l									
	Cacao-Limba		Cacao-Granadillo		Cacao-Ibo		Cacao-Marapolán		Cacao-Barba de Jolote	
pH	4.00	B	4.40	B	4.20	B	4.40	B	4.40	B
M. orgánica (%)	3.13	B/N	3.02	B/N	2.59	B	2.18	B	2.08	B
N total (%)	0.16	B	0.15	B	0.13	B	0.11	B	0.10	B
P (ppm)	4.00	B/N	8.00	B/N	6.00	B/N	5.00	B/N	4.00	B/N
K (ppm)	75.00	B	59.00	B	62.00	B	44.00	B	49.00	B
Ca (ppm)	107.00	B	254.00	B	160.00	B	168.00	B	192.00	B
Mg (ppm)	57.00	B	119.00	B	53.00	B	41.00	B	58.00	B
Hierro (ppm)	41.00	A	36.50	A	36.30	A	24.60	N/A	33.40	A
Manganeso (ppm)	6.20	N	9.30	N	2.70	B/N	6.50	N	2.40	B/N
Cobre (ppm)	3.34	N/A	1.76	N/A	7.66	N/A	7.64	N/A	1.24	N/A
Zinc (ppm)	1.94	N	1.42	N	1.38	B/N	0.92	B/N	0.78	N
Mg/K <sup>2</sup>	2.5		6.6		2.8		3.0		3.8	

<sup>1</sup> B: Bajo, N: Normal, A: Alto.   <sup>2</sup> Relación óptima: 2.5–15.0.

Es importante resaltar la fertilidad natural baja según análisis de suelos (Cuadro 3), de estos suelos; sin embargo, en los contenidos de nutrientes de la hojarasca en los 5 socios los contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) son muy altos (Cuadro 3). Esta condición demuestra la posibilidad de que estos nutrientes están siendo absorbidos por las raíces de las plantas a partir de las profundidades del suelo y que tanto el calcio y el magnesio posiblemente se hayan lixiviado a través del suelo debido a las altas precipitaciones de la zona (3,596 mm promedio del 2000 al 2005) y a la movilidad de estos nutrientes en el suelo, situación que demuestra lo benéfico de estos socios en el reciclaje de nutrientes en un sistema agroforestal.

Cuadro 3. Contenido de nutrientes en la hojarasca de distintos sistemas de asocio de especies forestales con cacao. CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

Sistema o asocio	% de Materia Orgánica					Partes por Millón			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Cacao-Limba	1.74	0.09	0.42	1.52	0.51	690	584	24	125
Cacao-Granadillo	2.00	0.10	0.41	1.78	0.62	585	819	20	118
Cacao-Ibo	1.56	0.05	0.28	1.43	0.35	1,180	347	68	107
Cacao-Marapolán	1.42	0.06	0.36	1.82	0.53	660	784	14	145
Cacao-Barba de Jolote	1.90	0.12	0.26	1.72	0.60	600	614	16	160
<b>Promedio</b>	<b>1.72</b>	<b>0.08</b>	<b>0.35</b>	<b>1.65</b>	<b>0.52</b>	<b>743</b>	<b>630</b>	<b>28</b>	<b>111</b>

### Comportamiento del cultivar de cacao (Cultivar CCN-51) bajo sombra permanente de tres especies forestales maderables. AGF 96-02

Durante el 2006 se tomaron registros de diámetro y altura de las especies sombradoras y se inició el registro de cosecha de cacao (Cuadro 4). La moniliasis aun no ha hecho su aparición en este lote, seguramente por estar en un sitio aislado.

Cuadro 4. Desarrollo de especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente a los ocho años de edad. CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

Especie forestal asociada	Edad (años)	Diámetro (DAP) <sup>1</sup> cm			Altura (m)		
		2005	2006	IMA	2005	2006	IM
Hormigo ( <i>Plathymiscium</i> )	9	19.0	21.4	2.4	17.1	17.8	2.0
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	9	17.9	20.1	2.2	19.2	21.7	2.4
Granadillo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	9	21.0	21.5	2.4	17.1	17.9	2.0

### Comportamiento de especies maderables del bosque latifoliado cultivadas en sistemas de linderos y caminos internos. AGF 96-03

El seguimiento al comportamiento de especies del bosque latifoliado bajo condiciones de suelo de muy baja fertilidad natural y alta precipitación del CADETH sigue siendo una actividad de mucho interés para el Programa. Durante el 2006 se registró el diámetro y altura de las especies (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro y altura de especies forestales del bosque latifoliado establecidas en linderos y caminos internos. CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

Especie Forestal	Edad (años)	DAP <sup>1</sup> (cm)			Altura (m)		
		2005	2006	IMA <sup>2</sup>	2005	2006	IMA
Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	9	34.3	36.8	4.0	18.1	20.7	2.3
Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	10	25.3	27.9	2.7	19.3	21.6	2.1
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	10	24.4	27.1	2.7	18.1	20.1	2.0
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	10	24.3	26.8	2.6	19.6	21.9	2.1
Belericia ( <i>Terminalia belerica</i> )	8	22.6	25.1	3.1	10.9	12.0	1.5
Framiré ( <i>Terminalia ivorensis</i> )	10	22.3	24.6	2.4	16.9	19.3	1.9
San Juan de pozo ( <i>Voshycia guatemalensis</i> )	10	19.2	21.4	2.1	15.2	16.9	1.7
Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	8	18.6	21.4	2.6	18.1	21.7	2.7
Ibo ( <i>Dipterix panamensis</i> )	10	16.5	18.3	1.8	14.9	17.0	1.7
Cedrillo ( <i>Mosquitoxylum jamaicense</i> )	10	16.9	18.1	1.8	14.1	16.3	1.6
Varillo ( <i>Symphonia globulifera</i> )	10	16.3	18.0	1.8	11.7	13.9	1.4
Granadillo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	10	15.6	17.0	1.7	14.9	17.3	1.7
Guayabillo ( <i>Terminalia oblonga</i> )	7	15.3	17.9	2.5	14.6	17.7	2.5
Sangre rojo ( <i>Viola koschnyi</i> )	10	15.3	17.1	1.7	8.9	10.7	1.1
Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	10	15.0	17.2	1.7	13.9	15.0	1.5
Cortés ( <i>Tabebuia guayacan</i> )	10	14.6	17.1	1.7	11.3	13.1	1.3
San J. Guayapeño ( <i>Rosodendrum donell smithii</i> )	10	14.4	17.2	1.7	11.5	13.1	1.3
Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	10	9.7	11.0	1.1	12.3	14.1	1.4
Sangre blanco ( <i>Pterocarpus halleis</i> )	10	8.9	9.3	0.9	8.1	9.7	1.0
Piojo ( <i>Tapirira guianensis</i> )	10	7.7	7.9	0.7	9.8	10.5	1.0
Matasano ( <i>Esembekia pentaphylla</i> )	10	7.4	8.2	0.8	7.2	8.3	0.8
Caulote ( <i>Guasuma ulmifolia</i> )	10	7.1	8.6	0.8	8.0	9.1	0.9
San Juan Areño ( <i>Ilex tectónica</i> )	10	6.5	8.1	0.8	6.9	7.2	0.7
Jagua ( <i>Genipa americana</i> )	10	4.8	6.6	6.6	5.6	6.8	0.7

<sup>1</sup> Diámetro a la Altura del Pecho <sup>2</sup>Incremento Medio Anual



La Caoba (izquierda) y el Framire (derecha), con IMA en diámetro de 2.7 y 2.4 cm en su orden, muestran su potencial para su desarrollo en linderos en las condiciones del CADETH, La Masica, Atlántida.

#### Comportamiento de especies maderables no tradicionales establecidas en terreno limpio sin adición de insumos. AGF 96-04

Se continuó con este estudio iniciado por ESNACIFOR a través del Proyecto PROECEN que culminó en el 2004. Durante el 2006 se dio mantenimiento a las parcelas, incluyendo podas y raleos y los registros sobre el desarrollo de las especies forestales que están en evaluación tanto en carriles (fajas) como en parcelas puras (Cuadros 6 y 7). Se observa que el Cumbillo (*Terminalia amazonia*) continúa mostrándose como una especie nativa muy adaptada a las condiciones de la zona con una fertilidad media a baja (2.3 cm de IMA a los 8 años). Así mismo en parcelas puras (sin ningún insumo aplicado) el Laurel Negro sigue siendo la especie de mejor desarrollo en diámetro seguido del San Juan Peludo (*Vochysia guatemalensis*).

Cuadro 6. Comportamiento de especies forestales del bosque latifoliado establecidas en carriles en terrenos de ladera de muy baja fertilidad. CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

Especie	Edad años	DAP (cm)		IMA (cm)	Altura (m)		IMA (m)
		2005	2006		2005	2006	
Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	8	17.0	18.1	2.3	13.2	14.4	1.8
Santa María ( <i>Calophyllum</i> )	8	11.6	13.8	1.7	10.0	13.0	1.6
Piojo ( <i>Pterocarpus officinalis</i> )	8	10.2	12.9	1.6	9.3	10.6	1.3
Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	8	10.1	12.0	1.5	9.5	12.1	1.5
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	8	9.4	9.9	1.2	8.9	9.5	1.2
Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	8	7.4	7.9	1.0	7.7	8.2	1.0
Huesito ( <i>Homalium racemosum</i> )	8	6.7	6.9	0.9	8.4	9.0	1.1



Cuadro 7. Crecimiento de especies maderables latifoliadas a los 10 años de edad establecidas en terreno limpio de baja fertilidad natural y sin adición de insumos. CADETH, La Masica, Atlántida. 2006.

Especie	DAP (cm)		IMA (cm)	Altura (m)		IMA (m)
	2005	2006		2005	2006	
Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	24.4	25.4	2.5	15.2	16.8	1.7
San Juan peludo ( <i>Vochysia guatemalensis</i> )	21.4	22.6	2.3	16.5	17.3	1.7
Ceiba ( <i>Ceiba petandra</i> )	16.8	19.0	1.9	14.1	16.4	1.6
Santa maría ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	15.7	18.2	1.8	11.0	12.5	1.2
Sangre ( <i>Virola koschnyi</i> )	15.0	16.0	1.6	12.3	13.1	1.3
Barba de jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	14.7	16.2	1.6	11.4	12.8	1.3
Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	12.5	14.6	1.5	13.2	15.0	1.5
Ciruelillo ( <i>Huertea cubensis</i> )	11.8	13.1	1.3	9.4	9.8	1.0
Cortés ( <i>Tabebuia guayacan</i> )	11.7	13.1	1.3	9.9	10.6	1.1
Piojo ( <i>Tapirira guianensis</i> )	11.8	12.4	1.2	10.4	12.0	1.2
Jigua ( <i>Nectandra</i> sp.)	10.3	12.1	1.2	8.9	9.9	1.0
Varillo ( <i>Symphonia globulifera</i> )	10.8	11.2	1.1	11.5	12.9	1.3
Redondo ( <i>Magnolia yoroconte</i> )	10.1	11.3	1.1	7.8	8.6	0.8
Granadillo rojo ( <i>Dalbergia glomerata</i> )	8.7	10.9	1.1	9.8	11.3	1.1
Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	7.7	9.0	0.9	9.8	9.5	0.9
Masica ( <i>Brosimum alicastrum</i> )	5.4	5.9	0.6	5.8	6.3	0.6

### **Rambután-piña y pulasán-piña como sistemas agroforestales temporales con potencial para pequeños y medianos agricultores con asiento en terrenos de ladera. AGF97-01**

Se dio manejo al rambután (el único que ha quedado como componente leñoso del sistema), se hizo abonamiento orgánico a este cultivo con gallinaza composteada (12 libras/planta). Se dio mantenimiento al área contigua donde se estableció rambután en sustitución del pulasán que se va a eliminar por su baja producción y baja calidad del material establecido (se dejarán algunos ejemplares que han mostrado buena producción y calidad de fruta). La producción del 2006 fue de 128,000 frutas que se venden localmente por no tener la calidad requerida para exportación (Precio de venta entre Lps. 150.00 y 300.00/millar).

### **Establecimiento de rodal semillero de especies nativas del bosque latifoliado. AGF 98-02**

Iniciado en 1998 estableciendo 25 plantas por cada especie. Durante el 2006 se dio mantenimiento a la colección y se tomaron datos sobre fenología en algunas especies (época de floración). Actualmente se tienen 76 especies, incluyendo 3 colectadas en el bosque pero aun no identificadas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies maderables establecidas hasta el 2006 como rodal semillero en el CADETH, La Masica, Atlántida.

Espece	DAP (cm)	Altura (m)	Fructificación	Forma de fuste <sup>1</sup>
Aguacatillo blanco ( <i>Nectandra hihua</i> )	14.8	12.3		1
Almendro de río ( <i>Andira inermis</i> )	9.9	9.6		1
Barillo ( <i>Symphonia globulifera</i> )	7.6	6.7		1
Caca de gallina	- <sup>2</sup>	-		2,3
Candelillo ( <i>Albizia adinosephala</i> )	6.8	8.1	x	1,4
Canistel de montaña	-	-		1
Carao ( <i>Casia grandis</i> )	10.2	11.4	x	2,3
Carbón ( <i>Mimosa schomburgkii</i> )	18.6	16.2	x	2,3
Castaña ( <i>Sterculia apetala</i> )	14.8	12.1		1
Cenizo ( <i>Heisteria</i> sp.)	3.0	3.6		1
Cincho ( <i>Lonchocarpus</i> sp.)	11.1	7.7	x	1,2
Cincho peludo ( <i>Lonchocarpus</i> sp.)	7.4	6.9	x	1,2
Ciprés de montaña ( <i>Podocarpus guatemalensis</i> )	3.4	3.8		1
Ciruelillo ( <i>Astronium graveolens</i> )	6.6	7.8		1
Cola de pava ( <i>Cespedesia macrophylla</i> )	10.1	15.3	x	1,2
Cuero de toro ( <i>Eschweilera hondurensis</i> )	-	-		2
Cumbillo ( <i>Terminalia amazonia</i> )	7.5	7.0		1
Flor azul ( <i>Vitex gaumeri</i> )	4.1	4.6	x	1,2
Granadillo negro ( <i>Dalbergia retusa</i> )	-	-	-	3,4
Granadillo rojo ( <i>Dalbergia tucurensis</i> )	9.0	8.7		2,3
Guachipilín ( <i>Diphysa robinoides</i> )	-	-		1,2,3
Guanacaste ( <i>Pithecelobium arboreum</i> )	10.2	10.1		2
Guapinol ( <i>Hymenea courbaril</i> )	17.4	16.1	x	2,4
Guayabillo ( <i>Terminalia oblonga</i> )	4.3	6.2		1
Hichoso ( <i>Brosimum</i> sp.)	-	-		1
Hormigo ( <i>Platymiscium dimorphandrum</i> )	11.4	9.8		1,2
Huesito ( <i>Homalium racemosus</i> )	11.3	10.4		1
Huesito ( <i>Matudea</i> sp.)	2.8	3.4		1
Jagua ( <i>Magnolia hondurensis</i> )	12.6	12.9		1
Huevo de gato	7.9	6.2	x	1,2
Jigua ( <i>Nectandra</i> sp.)	8.8	8.2		1
Laurel blanco ( <i>Cordia alliodora</i> )	7.9	8.1	x	1
Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	8.4	7.9		1
Macuelizo ( <i>Tabebuia rosea</i> )	7.7	7.9		1,2
Madreado ( <i>Gliricidia sepium</i> )	-	-	x	1,2,3
Magaletto ( <i>Xylopia frutescens</i> )	7.9	8.7	x	1
Malcote 1 ( <i>Quercus cortesii</i> )	4.1	4.3		1
Manzana de montaña	-	-	x	1,2
María	13.4	10.8		1,2,4
Masica ( <i>Brosimum alicastrum</i> )	-	-		2,3
Matasano ( <i>Esenbeckia pentaphylla</i> )	6.1	6.6		1,2
Matudea sp.	-	-		1,2
Maya-maya ( <i>Pithecelobium longifolium</i> )	11.3	11.6	x	2,3,4
Narra	6.0	5.70		1,2,4
Piojo ( <i>Pterocarpus officinalis</i> )	11.2	11.1		1
Pito ( <i>Erythrina</i> sp.)	-	-		2,3
Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> )	8.9	8.4		1
Pouteria sp.	-	-		1

Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Fructificación	Forma de fuste <sup>1</sup>
Quina ( <i>Picramnia antidesma</i> )	4.1	3.9		1
Rosita ( <i>Hyeronima alchornoides</i> )	14.8	13.4		1,2
San Juan Areño ( <i>Ilex tectonica</i> )	9.4	8.1		1
San J. Guayapeño ( <i>Tabebuia donnell-smithi</i> )	7.5	6.3		1
San Juan de pozo ( <i>Vochysia guatemalensis</i> )	9.7	9.9	x <sup>3</sup>	1,2
Santa María ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	11.6	9.4		1,2,4
Selillón ( <i>Pouteria izabalensis</i> )	-	-		1
Sombra de ternero ( <i>Cordia bicolor</i> )	13.6	12.4		1
Tambor	4.0	3.6		1
Tango ( <i>Lecointeu amazonica</i> )	7.8	7.2		1,2
Teta ( <i>Zanthoxylum</i> sp.)	9.7	10.7		1
Tempisque ( <i>Sideroxylon capiri</i> )	-	-		1,2
Ticuas ( <i>Goethalsia meiantha</i> )	-	-	-	1
Zapote negro ( <i>Dyospiros digyna</i> )	4.3	4.5		1,2
Zapotillo ( <i>Pouteria glomerata</i> )	2.8	2.0	-	1,2
Zapotón ( <i>Pachira aquatica</i> )	18.1	13.4	x	1,2
Zorra, Tambor ( <i>Schizolobium parahybum</i> )	10.1	8.3		1
Desconocida 1	-	-		1,2
Desconocida 2	-	-		1,2
Desconocida 3	-	-		1,2

<sup>1</sup> 1= un eje, 2= dos ejes, 3= más de 2 ejes, 4= torcido.

<sup>2</sup> - = no determinada por poco desarrollo.

<sup>3</sup> x = árboles con producción de semilla.



La conservación de especies tradicionales y no tradicionales en peligro de extinción o con potencial en la industria maderera, es una prioridad del Centro. CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

### Colección de frutales nativos y exóticos con potencial para conformar sistemas agroforestales en zonas de ladera. AGF 99-01

Fue iniciada esta colección en 1999 y actualmente cuenta con 61 especies entre nativas e introducidas y se han muerto 7. En el 2006 entraron en floración/fructificación 8 especies más y 19 aun no entran en etapa reproductiva (Cuadro 9).

Cuadro 9. Especies frutales nativas y exóticas establecidas hasta Diciembre de 2006 en el CADETH, La Masica, Atlántida.

No	Nombre común	Nombre científico	Floración/fructificación
1	Abiú	<i>Pouteria caimito</i>	x
2	Acerola Roja	<i>Malpighia puniceifolia</i>	x
3	Achachahuro	<i>Redia achachauro</i>	-
4	Akee	<i>Bligia sapida</i>	x
5	Almendro	<i>Terminalia catapa</i>	x
6	Anona	<i>Rollinia deliciosa</i>	x
7	Anona corazón	<i>Annona reticulata</i>	x
8	Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	x
9	Binay	<i>Antidesma dallachyanum</i>	x
10	Burahol	<i>Stelochocarpus burahol</i>	-
11	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	x
12	Cacao blanco	<i>Theobroma bicolor</i>	x
13	Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i>	x
14	Canistel	<i>Pouteria sp.</i>	x
15	Capuazú	<i>Theobroma grandiflorum</i>	x
16	Capulasán	<i>Nephelium sp.</i>	x
17	Durián	<i>Durio zibethinus</i>	-
18	Eboni	-	-
19	Gandaria	-	-
20	Garcinia 67889	<i>Garcinia sp.</i>	-
21	Grumichama	<i>Eugenia dombeyi</i>	x
22	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	x
23	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	x
24	Guaraná	<i>Paullinia cupana</i>	-
25	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	x
26	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	x
27	Imbe	-	-
28	Jaboticaba	<i>Myrciaria cauliflora</i>	x
29	Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	x
30	Jagua	<i>Genipa americana</i>	x
31	Jocomico	<i>Garcinia intermedia</i>	x
32	Jujuba	<i>Ziziphus mauritania</i>	x
33	Ketembilla	<i>Dovyalis hebecarpa</i>	x
34	Lanzón	<i>Lansium domesticum</i>	-
35	Lichi	<i>Litchi sinensis</i>	-
36	Longan	-	-
37	Lovi Lovi	<i>Flacourtia inermis</i>	x
38	Mabolo	<i>Diospyros blancoi</i>	x
39	Macopa	<i>Eugenia javanica</i>	x
40	Madroño	-	-
41	Mamey	<i>Mamea americana</i>	x

No	Nombre común	Nombre científico	Floración/Fructificación
42	Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>	X
43	Mangostán	<i>Garcinia mangostana</i>	-
44	Manzana malaya	<i>Eugenia malaccensis</i>	X
45	Manzana Rosa	<i>Eugenia jambos</i>	X
46	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	X
47	Matasabor	<i>Synsepalum dulcificum</i>	X
48	Matasano	-	-
49	Mazapán	<i>Artocarpus altilis</i>	X
50	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	X
51	Níspero	<i>Achras sapota</i>	X
52	Nuez pili	<i>Canarium ovatum</i>	X
53	Nuez zapucayo	<i>Lecythis zabucajo</i>	-
54	Soncuya	<i>Annona purpurea</i>	-
55	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	X
56	Urraco	<i>Licania platypus</i>	-
57	Nuez de macadamia	-	-
58	Pulasán	<i>Nephelium mutabile</i>	X
59	Rambután	<i>Nephelium lappaceum</i>	X
60	Wampee	<i>Clausenia lansium</i>	X
61	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	-



Especies frutales nativas y exóticas con potencial en la conformación de Saf's en terrenos de ladera de trópico húmedo son colectados y mantenidos con esmero en el CADETH.





### **Evaluación comercial de especies maderables establecidas en parcelas puras, carriles y sistemas agroforestales. AGF 01-02**

Se inició este estudio a partir de 2001 con el objetivo de recopilar información técnica (incluyendo aspectos edafoclimáticos), y económica sobre el establecimiento y manejo de parcelas comerciales y semicomerciales establecidas con especies maderables con potencial económico y energético, conocer tasas de crecimiento de las mismas establecidas en parcelas puras, en sistemas agroforestales o en carriles (dejando fajas de regeneración natural o para cultivos transitorios). Además, conocer el comportamiento fenológicos de cada especie con fines de recolección de semilla para suplir la demanda de material de siembra que pueda presentarse en el futuro, tanto por productores como por inversionistas interesados. Durante el 2006 se continuó recopilando información relacionada con el desarrollo de las especies y sobre el costo del manejo de estas parcelas comerciales, que en su mayor parte se reduce a control de malezas en algunas y a podas o raleos en otras (Cuadro 10). Considerando el desarrollo de los primeros cuatro a cinco años se observa que las especies con mejor desarrollo son la Melina (semilla seleccionada en Costa Rica) con y sin Burize (16.3 y 13.6 cm, de diámetro, respectivamente). La Limba en parcela pura y en carril (14.7 cm y 13.8 cm, en su orden), el Granadillo Rojo en carril (10.1 cm), el Hormigo en parcela pura (9.8 cm), la Rosita en Saf's (9.8 cm) y el Laurel Negro en parcela pura (9.5 cm) (Cuadro 11).



Ciprés de Montaña (*Podocarpus guatemalensis*), especie no tradicional con gran potencial en la industria por la calidad de su madera.

Cuadro 10. Costos de manejo de plantaciones maderables en tres modalidades de siembra.  
CADETH, La Masica, 2006

Actividad	Ocasiones/año		No. de Jornales		Costo unitario (Lps.)		Suma (Lps.)	
	Año 4	Año 5	Año 4	Año 5	Año 4	Año 5	Año 4	Año 5
<b>Parcela Pura –Años 4 y 5</b>								
Chapia general	3	3	24	20	92.00	103.00	2,208.00	2,060.00
Comaleos	0	0	0	0	92.00	103.00	0.00	0.00
Poda	1	1	4	4	92.00	103.00	368.00	412.00
Raleos	1	1	4	4	92.00	103.00	368.00	412.00
Aplicación herbicida	0	0	0	0	92.00	103.00	0.00	0.00
Costo herbicida	0	0	0	0	-	-	0.00	0.00
<b>Total</b>	-	-	<b>32</b>	<b>28</b>	-	-	<b>3,932.00</b>	<b>2,884.00</b>
<b>Parcela en Carril –Años 4 y 5</b>								
Chapia General	2	2	16	16	92.00	103.00	1,472.00	1,648.00
Carrileo	1	1	6	6	92.00	103.00	552.00	618.00
Poda	1	1	2	2	92.00	103.00	184.00	206.00
Aplicación herbicida	0	0	0	0	92.00	103.00	0.00	0.00
Costo herbicida	0	0	0	0	92.00	103.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	-	-	<b>24</b>	<b>24</b>	-	-	<b>2,208.00</b>	<b>2,472.00</b>
<b>Parcela en Saf –Años 4 y 5</b>								
Chapia general	2	2	18	16	92.00	103.00	1,656.00	1,648.00
Comaleos	2	1	4	4	92.00	103.00	368.00	412.00
Poda	1	1	2	4	92.00	103.00	184.00	412.00
Aplicación herbicida	0	0	0	0	92.00	103.00	0.00	0.00
Costo herbicida	0	0	0	0	-	103.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>24</b>	-	-	<b>2,208.00</b>	<b>2,472.00</b>

Cuadro 11. Especies forestales establecidas y promedio de altura entre los 48 y 60 meses después del trasplante. CADETH, La Masica, Atlántida, Diciembre, 2006.

No	Especies	Diseño	Edad (Meses)	DAP (cm)	IMA (cm)	Altura (m)	IMA (m)
1	Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	P. pura	60	7.2	1.4	6.2	1.3
2	Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	Saf.	60	6.1	1.2	5.7	1.1
3	Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	P. pura	58	14.7	2.9	12.6	2.5
4	Limba ( <i>Terminalia superba</i> )	Carril	58	13.8	2.8	10.2	2.0
5	Granadillo negro ( <i>Dalvergia retusa</i> )	P. pura.	58	8.1	1.6	7.9	1.6
6	Granadillo negro ( <i>Dalvergia retusa</i> )	Saf.	58	6.6	1.3	7.8	1.6
7	Hormigo ( <i>Plathymiscium dimorphandrum</i> )	P. pura.	58	9.8	2.0	9.1	1.8
8	Hormigo ( <i>Plathymiscium dimorphandrum</i> )	Saf.	58	9.7	1.9	8.4	1.7
9	Granadillo rojo ( <i>Dalvergia glomerata</i> )	P. pura	58	6.9	1.4	7.3	1.5
10	Granadillo rojo ( <i>Dalvergia glomerata</i> )	Saf.	58	10.1	2.0	10.8	2.2
11	Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	P. pura	58	9.5	1.9	5.8	1.2
12	Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> )	Carril	58	8.6	1.7	5.2	1.0
13	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> )	P. pura	58	15.4	3.1	15.6	3.0
14	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) Semilla de Honduras	P. pura sin Burize	56	13.0	3.2	12.1	3.0
15	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> )	P. pura con Burize	56	13.1	3.3	13.4	3.4
16	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) semilla de Costa Rica	P. pura sin Burize	56	13.6	3.4	13.9	3.5
17	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) Semilla de Costa Rica	P. pura con Burize	56	16.3	4.0	16.0	4.0
18	Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	Carriles	56	6.8	1.7	6.7	1.7
19	Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	P. pura	52	6.2	1.2	6.0	1.2
20	Marapolán ( <i>Guarea grandifolia</i> )	Saf.	52	6.6	1.3	6.3	1.3
21	Barbas de jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	P. pura	50	6.6	1.3	6.7	1.3
22	Barbas de jolote ( <i>Cojoba arborea</i> )	Carril	50	8.8	1.8	7.1	1.4
23	Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	P. pura	50	7.6	1.9	8.5	2.1
24	Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	Carril	50	6.6	1.6	6.8	1.7
25	Rosita ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	Saf	50	9.8	2.4	8.6	2.2

### Otras actividades realizadas en el CADETH

Otros trabajos se continúan desarrollando en el centro de interés para el Programa en su labor de investigación, promoción, transferencia y capacitación (Cuadro 12).



Cuadro 12. Otras actividades de carácter permanente que se desarrollan en campos del CADETH, La Masica, Atlántida, 2006.

No.	Actividad	Area (m <sup>2</sup> )	Fecha de siembra
1	Colección de aguacate en cultivo en callejones	7,000	05/2003
2	Colección de musáceas (8)	1,500	09/1999
3	Colección de variedades de Rambután (6)	3,000	10/1999
4	Colección de procedencias de Caoba	1,000	07/1999
5	Colección de Heliconias y Alpinias	1,285	09/2004
6	Colección de plantas condimentarias	1,600	10/1999
7	Colección de palmas nativas	875	09/2005
8	Huerto casero	940	08/1998
9	Módulo de lombricultura	10	07/1997
10	Módulo de piscicultura	350	12/2001
11	Parcela de guayaba	7,000	06/2003
12	Plantación de Durián	4,000	09/1999
13	Sistema agroforestal Cacao – coco/yuca	5,000	11/2000
14	Sistema agroforestal Limba - Lanzón	4,000	09/1997
15	Sistema agroforestal Mangostín - Arazá	7,000	08/1998
16	Sistema agroforestal pimienta negra-Rosita	4,000	09/2003
17	Sistema agroforestal Barba de Jolote-Musas	3,000	08/2003
18	Vivero	750	12/1997



Distintos materiales genéticos con algún potencial de aprovechamiento son colectados y mantenidos en el Centro. CADETH, La Masica, 2006.



## **5. PROYECTOS ESPECIFICOS**

### **Proyecto Diversificación de la Economía Rural, USAID-RED/FINTRAC-FHIA**

#### **Introducción**

Se inició este proyecto en Noviembre, 2005, con el apoyo financiero del pueblo de los Estados Unidos a través de fondos de USAID. En la ejecución del proyecto la FHIA participa como subcontratante de FINTRAC y el objetivo central del mismo es la generación de ingresos y fuentes de empleo para agricultores establecidos en terrenos de ladera, velando a la vez por la protección y conservación de los recursos naturales. El Proyecto concentra sus actividades en tres zonas, dos en la costa Atlántica (desde Tela a La Masica, Atlántida y desde La Ceiba a Tocoa, Colón) y una en La Esperanza y Jesús de Otoro (Intibucá). El Proyecto inició en Diciembre, 2005, con actividades de promoción y socialización, así como con la selección de algunos usuarios. En el 2006 se completó la selección de usuarios y desde el primer mes se inició el establecimiento de parcelas comerciales con una extensión mínima de una ha en el litoral atlántico y de tamaño muy variable en la zona de La Esperanza, Intibucá. Todas las actividades se orientan dentro de una filosofía de sostenibilidad económica para los usuarios y sus familias a mediano y largo plazo, sin comprometer los recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad. Para esto, se promueven y se apoya a los productores para el establecimiento de parcelas comerciales bajo un enfoque agroforestal, combinando cultivos perennes (incluyendo maderas preciosas) con cultivos de ciclo corto con los cuales los productores obtienen ingresos desde el primer año como plátano, yuca, sandía y maracuyá, entre otros. En la implementación de estas parcelas se apoya a los productores con capacitación y asistencia técnica, materiales de siembra y otros insumos (tubería para riego y bombas de fumigación, por ejemplo) y algo muy importante es el apoyo que se les brinda el proceso de comercialización de los productos cosechados, los que para muchos es una experiencia nueva, ya que siempre habían estado dedicados al cultivo de granos básicos para subsistencia principalmente.

Durante el 2006 el personal de campo responsable del proyecto desarrolló una ardua actividad que permitió el cumplimiento de metas, tanto en productores atendidos como en áreas establecidas con distintos cultivos y lo más importante, el incremento de ingresos y de generación de empleo para las familias y comunidades beneficiarias. Un resumen de las principales actividades desarrolladas por zona de influencia del proyecto se presenta a continuación:

#### **Zona de La Esperanza**

Se está trabajando con 37 productores de las comunidades de El Pelón y Zacate Blanco en el municipio de Yamaranguila y 7 productores de San Francisco y Santo Domingo en el municipio de Jesús de Otoro

- **Parcelas agroforestales**

Se establecieron 44 parcelas agroforestales con un área de producción que oscila entre 0.22 (hortalizas en La Esperanza) hasta 2.14 ha (cultivos perennes en la zona norte), con un diseño que varía según los cultivos y la zona. En las comunidades de El Pelón y Zacate Blanco (municipio de Yamaranguila) se establecieron parcelas agroforestales de durazno, hortalizas y

linderos y cercos vivos de árboles forestales. En cambio en las comunidades de San Francisco y Santo Domingo (Municipio de Jesús de Otoro) se establecieron parcelas agroforestales de plátano en asocio temporal con hortalizas y un componente permanente de aprovechamiento a largo plazo constituido por linderos de árboles forestales, como se muestra a continuación:

- **Hortalizas**

Para el componente de hortalizas se trabajó con 10 cultivos para una siembra total de 21.98 ha, en Yamaranguila, mientras que en el municipio de Jesús de Otoro se sembraron 6 cultivos con un área total de 6.35 ha, para un total en la zona de 28.33 ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cultivo y área sembrada por municipio en la zona de La Esperanza, Intibucá. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA. 2006.

Yamaranguila		Jesús de Otoro	
Cultivo	Área (ha)	Cultivo	Área (ha)
Lechuga	3.80	Sandia	2.68
Brócoli	3.77	Pepino	1.67
Coliflor	3.24	Cebolla	0.89
Repollo	2.59	Habichuela	0.58
Papa	2.25	Chile dulce	0.44
Remolacha	2.14	Zapallo	0.09
Zanahoria	2.00		
Cilantro Fino	1.32		
Habichuela	0.54		
Zapallo	0.33		
<b>Total</b>	<b>21.98</b>	<b>Total</b>	<b>6.35</b>



Parcelas de producción de hortalizas en las comunidades de Zacate Blanco, Yamaranguila (izquierda) y San Francisco, Jesús de Otoro (derecha). Proyecto USAID-RED/ FINTRAC-FHIA, 2006



Como apoyo a la actividad de producción de hortalizas, además de asistencia técnica y material de siembra, también se instalaron 7.43 ha de riego por goteo y 0.9 ha de riego por aspersión.



Instalación de sistema de riego por goteo en parcelas de producción de hortalizas. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, Zona La Esperanza, 2006.

- **Frutales**

Se sembraron 3.79 ha de árboles de durazno y ciruela roja con 37 familias participantes del proyecto de las comunidades de El Pelón y Zacate Blanco.



Las parcelas son utilizadas como escenarios para la capacitación de los productores bajo la metodología de “aprender-haciendo”.

Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, Zona La Esperanza, 2006.

- **Forestales**

Se sembraron 4,842 plantas forestales de distintas especies adaptadas a la zona bajo la modalidad de árboles en línea (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies forestales establecidas en linderos y cercos vivos como componentes de Saf's en fincas de productores participantes del proyecto.  
Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, Zona La Esperanza, 2006.

Especies	Cantidad	Sistema
Frijolillo ( <i>Leucaena trichandra</i> )	2,460	Cercos vivos (4.92 km)
Liquidámbar	385	Linderos
Gravilea	645	Linderos
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	1,030	Linderos (7.14 km)
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	217	Linderos
Carreto ( <i>Pseudosamanea guachapele</i> )	105	Linderos



El Carreto (izquierda) y el Liquidámbar (derecha) son especies adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona y aceptadas por los productores como fuente de energía y otros usos. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.



- **Plátano**

Se sembraron 3.85 ha de plátano con 6 productores de las comunidades de San Francisco y Santo Domingo del municipio de Jesús de Otoro.



El Plátano, un cultivo no tradicional en el municipio de Jesús de Otoro, está siendo promovido por el proyecto como una alternativa de diversificación agrícola en la zona. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.



Asistentes a Curso sobre manejo de enfermedades en durazno (izquierda) y Demostración de siembra de durazno (derecha) en las comunidades de El Pelón y Zacate Blanco, Yamarangüila, Intibucá. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.

- **Capacitación**

La capacitación de los productores participantes del proyecto en todas las actividades relacionadas con los cultivos promocionados, incluyendo poscosecha y comercialización, es una actividad prioritaria dentro del proyecto. Durante el 2006 se realizaron 86 eventos con los 44 productores usuarios del proyecto para un total de 603 asistencias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eventos de capacitación realizados en la zona de La Esperanza con productores usuarios. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.

Eventos	No.	Cultivo	Temas	Asistencias
Cursos	2	Durazno	- Producción de durazno - Manejo de enfermedades	51
Curso	1	Hortalizas	- Prácticas básicas para producir hortalizas	19
Curso	2	Plátano	- Plátano en sistemas agroforestales - Deshoje, deshije, cirugía en control de sigatoka	24
Demostraciones	25	Durazno	- Siembra de árboles de durazno - Fertilización diluida y granulada - Poda y agobio de árboles de durazno	111
Demostraciones	10	Frutales	- Trazo, ahoyado y llenado de hoyos/frutales	37
Demostraciones	14	Hortalizas	- Construcción de camas para siembra - Siembra de semilleros de hortalizas - Trasplante de hortalizas	101
Demostraciones	7	Plátano	- Trazo y ahoyado para siembra - Limpieza de cormos y siembra - Fertilización de plátano - Uso de bomba aspersora - Deshoje, deshije y cirugía en plátano	54
Demostraciones	5	Papa	- Siembra de papa	37
Demostraciones	5	Abono orgánico	- Elaboración de abonos orgánicos	37
Demostraciones	6	--	- Uso de la fórmula arrancadora	44
Demostraciones	8	Forestales	- Llenado de bolsas y siembra de viveros - Siembra de árboles	56
Taller	1	Agroforestería	- Principios básicos sobre agroforestería	32
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>603</b>

<sup>1</sup>El total de beneficiarios es de 44 con asistencia a varios eventos según su interés en cada actividad, incluyendo poscosecha y comercialización.

- **Comercialización**

El apoyo a los productores en todo el proceso productivo y terminando con la comercialización de los distintos productos es prioritario para el proyecto. De nada servirían los recursos (técnicos y económicos) invertidos si al final falla el proceso de mercadeo y por esto durante el 2006 se apoyó a los productores en el proceso de comercialización buscando mercados, con el transporte, con canastas para el empaque y transporte y con capacitación en tópicos como empaque y clasificación. En este campo se realizaron 48 viajes para la venta de hortalizas de la comunidad de El Pelón (Yamarangüila) y San Francisco (Jesús de Otoro). Se realizaron 4 reuniones con la Junta Directiva de la Asociación de Productores de Hortalizas y Frutas de Intibucá (APRHOFI) para la elaboración y planificación de planes de siembra (áreas y cultivos) y para estipular precios de compra a los productores del proyecto. La venta de hortalizas se realizó a través de intermediarios (5 intermediarios), centros de acopio (APRHOFI y Hortifruti) y otra parte al mercado local.

- **Empleos e ingresos generados en el 2006 (Zona La Esperanza)**

Con las labores implementadas se generaron en la zona 123 empleos directos con un valor total de US\$ 101,577.55 (260 jornales por año y US\$ 3.18/jornal). Los ingresos por concepto de venta de diversos productos ascendió a US\$ 86,263.84 para un promedio de US\$ 2,434.40 (US\$ 1.00=19.00) por productor participante del proyecto.

Los productores reciben del proyecto capacitación, asistencia técnica, materiales de siembra, insumos y otros materiales (como bandejas plástica, por ejemplo) indispensables para la cosecha y transporte para que el producto llegue al mercado con la calidad requerida por el comerciante y finalmente por el consumidor.





### **Zona de Atlántida (La Ceiba-Tocoa)**

En esta zona las áreas de influencia del proyecto están dentro de las comunidades El Tigre, Taujica, El Novillo, Los Encuentros, 31 de Octubre, Buenos Aires, La Tigrera, La Abisinia, Pueblo Viejo y Plan Grande en el municipio de Tocoa, Colón y La Danta, Roma, Granadita y La Ausencia, en La Ceiba, Atlántida. Los productores de esta zona en su mayoría son emigrantes de los Departamentos de Copán, Comayagua, Olancho y Santa Bárbara, con una cultura de prácticas agrícolas no recomendables como la tala y quema para la siembra de granos básicos, con el consecuente deterioro de los recursos naturales. Esta situación unida a las características fisiográficas y de topografía escarpada, la convierten en una zona muy vulnerable y de alto riesgo. Se tiene como meta asistir técnicamente y con material de siembra a 100 familias, implementando sistemas agroforestales, conformados por cultivos de ciclo corto con potencial en la zona como plátano, yuca y hortalizas con frutales como rambután, coco (enano malasino), y limón persa, entre otros, adicionando además especies maderables como cultivo de aprovechamiento a largo plazo. Con los cultivos temporales se espera generación de ingresos promedios de US\$ 800/ha y por familia, además de 100 empleos permanentes y 250 a tiempo parcial, beneficiando económicamente a estas familias con la ejecución del proyecto.

- **Socialización y selección de beneficiarios**

Se realizaron 26 asambleas informativas, donde se socializó el proyecto, en diferentes comunidades del Municipio de Tocoa, Colón, con 312 asistencias (la mayoría de las personas que asistieron no calificaron, por su estatus económico y no asumir los compromisos que requiere el proyecto).

Además se realizaron 38 eventos para la socialización directa a cada cliente beneficiario del proyecto y 38 visitas de campo para evaluar técnicamente el terreno donde se establecieron los sistemas agroforestales, levantamiento de encuesta para elaboración de línea base y aplicación de conceptos agroforestales y planificación del trabajo.

- **Capacitación y asistencia técnica**

Se realizaron en el 2006 un total 84 eventos de capacitación puntuales con 252 asistencias en los cuales se trataron aspectos sobre construcción de semilleros, viveros, trazado y siembra de parcelas con sistemas agroforestales diversos, manejo agronómico, cosecha y poscosecha de diversos cultivos (frutales, maderables, musas, piña y hortalizas, entre otros), además de la interpretación y uso de formatos de costos y registros de actividades realizadas en los distintos rubros con los cuales se ha interesado cada productor beneficiario. También se realizaron 656 visitas de seguimiento a las parcelas durante las cuales se dieron recomendaciones técnicas para el manejo agronómico, cosecha y poscosecha de los cultivos establecidos. Finalmente se apoyó a los usuarios en la gestión de mercado y comercialización de los productos obtenidos así como con el transporte hasta sus fincas del material vegetativo a establecer en sus parcelas.

- **Parcelas establecidas**

Se establecieron 44.8 ha en parcelas con distintos socios enfatizando los cultivos que a corto plazo (un año) deben empezar a generar los ingresos estimados en US\$ 800/ha en promedio. Los cultivos establecidos, el área y la cantidad de material de siembra por especie se resumen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Cultivos establecidos, área sembrada y material distribuido entre los productores.  
Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.

No.	Cultivo	Plantas establecidas	Area establecida (ha)	Maderables en linderos (kilómetros)
1	Frutales (varias especies)	4,403	33.1	
2	Plátano	23,416	30.7	
3	Maderables	24.82	6.5	4.34
4	Yuca	59,878	5.7	
5	Cacao Injerto	1,913	4.3	
6	Piña	14,900	1.2	
7	Hortalizas (varias)	13,500	0.4	
8	Maracuyá	2,284	0.8	
9	Caña	8,600	1.1	
10	Sandía	2,488	1.0	
11	Canela	121	0.8	
	<b>Total</b>	--	<b>44.8</b>	<b>4.34</b>



El coco y el aguacate con asocio temporal de plátano, son dos sistemas agroforestales de mayor preferencia por los productores participantes del proyecto.



- Empleos e ingresos generados en el 2006 (Zona La Ceiba- Tocoa)**

Con las actividades del proyecto se han generado 45 empleos permanentes, con un valor de US\$ 54,567.36/año (US\$ 1.00 = Lps. 19.00). Además se generaron 6,755 días hombre con un valor de US\$ 28,442.00/año a un valor de US\$ 4.21/día (Lps. 80.00/jornal). Por venta de productos varios los productores generaron US\$ 17,093.12, y se han proyectado ingresos para el 2007 por US\$ 81,751.32 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ingresos generados durante el 2006 y proyección de ingresos para el 2007 en parcelas agroforestales establecidas en la zona de La Ceiba, Atlántida-Tocoa, Colón. Proyecto USAID-RED/ FINTRAC-FHIA, 2006.

Concepto	Ventas (US\$) 2006	Proyección (US\$) 2007
Plátano	1,263.16	54,324.48
Hortalizas varias	3,022.11	
Maracuyá	86.58	1,684.21
Yuca	3,484.42	10,923.63
Caña	342.11	6,868.42
Sandía	3,947.37	
Cangres de yuca	52.63	1,213.74
Maíz	4,894.74	
Piña		6,736.84
<b>Totales</b>	<b>17,093.12</b>	<b>81,751.32</b>



El apoyo a los productores usuarios con materiales de siembra y en el proceso de comercialización, ha sido clave para el cumplimiento de metas y obtención de resultado. Proyecto USAID-RED/ FINTRAC-FHIA, 2006.

### Zona de Atlántida (Tela- La Masica)

- Socialización y selección de beneficiarios**

Como en las demás zonas donde se desarrolla el proyecto se realizaron actividades de socialización previo a la selección de los beneficiarios. Un total de 51 productores fueron seleccionados de varias comunidades, quedando distribuidos así: 24 del municipio de Esparta, 13 de La Masica, 7 de Tela, 4 de Arizona y 1 de San Francisco, todos del departamento de Atlántida.

Para la selección se tuvo en cuenta la capacidad para la sostenibilidad de las áreas a establecer, el acceso a la finca y la disposición de recibir capacitación sobre el establecimiento y manejo de los rubros a establecer en sistemas agroforestales (Saf's). La selección de rubros y Saf's a establecer se hizo de manera participativa con los clientes analizando diversos aspectos y panoramas como por ejemplo: 1) Demanda actual y proyectada del mercado; 2) Exigencia tecnológica del cultivo; 3) Capacidad de inversión del productor; 4) Exigencias agroecológicas del rubro; 5) Experiencia técnica en el cultivo y 6) Disposición de material genético.

- **Capacitación y asistencia técnica**

Se elaboró un plan de capacitación acorde a las actividades a realizar en el establecimiento y manejo de cada uno de los rubros incluyendo aspectos de poscosecha y comercialización, habiéndose desarrollado 9 talleres, 9 charlas de campo, 9 giras y 1,192 visitas de seguimiento con atención personalizada al productor (Cuadro 6).

Cuadro 6. Eventos de capacitación y asistencia técnica brindada a productores usuarios en la zona de Atlántida (Tela-La Masica). Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.

Nombre del evento	Tipo de Evento	No. de Eventos	Asistencias
Manejo del cultivo de plátano.	Taller	6	228
Manejo del cultivo de yuca.	Taller	2	53
Diseño y establecimiento de sistemas agroforestales.	Taller	1	37
Charla: manejo poscosecha cultivo de yuca y plátano.	Charla	7	39
Manejo integrado de plagas.	Taller	2	59
Sistema agroforestal rambután-plátano.	Gira	6	237
Cultivo de yuca.	Gira	2	28
Generación de valor agregado cultivo de yuca.	Gira	1	4
Visitas de seguimiento <sup>1</sup> .	-	1,192	--
<b>Total participantes</b>			<b>685</b>

<sup>1</sup> Caracterización de suelos (51), Diseño de plantación (122), Establecimiento de plantaciones (306), Monitoreo y seguimiento (653) y Manejo de poscosecha (60).

- **Parcelas establecidas**

Se establecieron 53.88 hectáreas en 9 modalidades de sistemas agroforestales. Para el establecimiento de los sistemas agroforestales se invirtieron en material vegetativo US\$ 37,776.00 (Lps. 713,589.00) de los cuales el proyecto aportó el 66.2% (US\$ 25,007.71) y los productores el 33.8% (US\$ 12,768.28). Entre los sistemas establecidos los socios que tienen como cultivo permanente el rambután, el coco o el aguacate, son los que tienen mayor preferencia por parte de los productores (Cuadro 7).

Cuadro 7. Sistemas de cultivos establecidos en la zona de Atlántida (La Masica-Tela).  
Proyecto USAID-RED/ FINTRAC-FHIA, 2006.

Sistema agroforestal	Área ( ha)	A p o r t e s (US\$)			
		Proyecto	%	Beneficiarios	%
Rambután – Plátano – Maderable	15.87	25,007.71	66.2	12,768.28	33.8
Rambután – Plátano – Yuca – Maderable	7.90				
Coco – Plátano – Maderable.	6.76				
Coco – Yuca – Maderable.	8.46				
Coco – Maracuyá - Maderable	1.03				
Aguacate – Plátano – Maderable	1.96				
Aguacate – Yuca – Maderable	8.53				
Limón Persa – Yuca – Maderable	1.51				
Cacao – Yuca – Maderable	1.86				
<b>Total</b>	<b>53.88</b>				



Los frutales como el rambután en asocio temporal con plátano y yuca, es uno de los sistemas agroforestales más preferidos por los productores participantes. Proyecto USAID-RED/ FINTRAC-FHIA, 2006.



- **Empleos e ingresos generados en el 2006 en Zona de Atlántida (La Masica-Tela)**

En esta zona de incidencia del proyecto se han generado 37 empleos directos con un valor de US\$ 32,292.90 y 2,639 días hombre por valor de US\$ 11,176.28. Los ingresos que se han generado por venta de distintos productos han generado en total (US\$ 13,415.00) pero estos se incrementarán por los cultivos temporales en asocio (plátano principalmente) en el primer semestre de 2007 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Ingresos por distintos rubros obtenidos por los productores de la zona de Atlántida (La Masica-Tela). Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2006.

<b>Concepto</b>	<b>Ingresos (US\$)</b>
Plátano	4,130.89
Yuca	3,638.00
Sandía	3,526.32
Viveros	1,726.32
Otros	315.79
<b>Total</b>	<b>13,337.32</b>



## Proyecto Micro Hidro Turbinas (MHT)



Como incentivo a la protección de microcuencas, la FHIA promueve el uso integral del recurso hídrico incluyendo la generación de energía para alumbrado doméstico mediante la instalación de Micro Hidro Turbinas (MHT).

## Introducción

La FHIA con el apoyo financiero de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) ejecuta el proyecto que tiene como objetivo la instalación de 3 Micro Hidro Turbinas (MHT) e instalar 8 cargadores de baterías en comunidades aisladas de los Departamentos de Atlántida y Colón, complementando con la construcción de 20 Estufas tipo “Eco Justas” como una alternativa para la reducción del consumo de leña en zonas rurales de Honduras (gracias al uso más eficiente del calor generado por el fuego), reducción del humo y un aprovechamiento del calor en la plancha para preparar los alimentos. En el marco de ejecución de este proyecto se han realizado una serie de acciones para el cumplimiento de los compromisos adquiridos por la Fundación, los cuales se resumen a continuación.

### Mejoramiento en diseño de Micro Hidro Turbinas (MHT) fabricadas localmente

En nuestro medio la información relativa a microhidroturbina ha sido escasa y aunque la tecnología de las turbinas Pelton está bien desarrollada por los fabricantes de equipo a escala comercial en el mundo entero, lo que se publica llega como artículos académicos, descripción de instalaciones de diverso tamaño o como libros de texto sobre energía hidráulica como tal, y sobre los avances en materiales, fabricación e instalación de centrales hidroeléctricas en general.

La participación de la FHIA en el esquema Micro Hidro Turbinas se inició en el Proyecto de Protección de Cuencas y el Fomento de Sistemas Agroforestales en los Ríos Tocoa y San Pedro. Desde entonces se mantiene como un componente del Programa de Cacao/Agroforestería que

buscando un uso integral del recurso hídrico, promueve la implementación de tecnología hidro para electrificar pequeñas aldeas con suficiente agua y terrenos con suficiente pendiente en las áreas de influencia de proyectos agroforestales dirigidos por la FHIA.

Para establecer una MHT en una comunidad ante todo se verifica el deseo o voluntad de sus habitantes para enfrentar el proyecto, operar el equipo y administrarlo; caudal aprovechable en la fuente de agua (quebrada) y desnivel del terreno apropiado para generar la cantidad de potencia eléctrica requerida según el equipo turbo generador disponible.

En los proyectos MHT contruidos localmente bajo tecnología apropiada, el sistema de distribución de electricidad desde el generador hacia las casas en la aldea y la adquisición de la tubería de conducción del agua bajo presión resultan ser los componentes mas costosos puesto que son materiales que frecuentemente cambian de valor y la magnitud de la inversión está directamente relacionada a la longitud y diámetro de la tubería empleada y a la dispersión de las causas de los usuarios respecto a la ubicación de la turbina/casa de máquina.

En términos de mejoramiento de las MHT, hoy en día la FHIA está orientando su esfuerzo hacia la fabricación e instalación de rodets mas pequeños y livianos, de chorros múltiples para mejor eficiencia y lograr mayor velocidad con vibraciones reducidas.

En ciertas comunidades rurales es posible añadir valor agregado a la potencia generada por la MHT durante el día para diversificando su utilización a través de herramientas importantes tales como: sierras portátiles, molinos, bombas de agua y soldadoras eléctricas de tamaño apropiado.



Banco de evaluación de MHT en la sede central de la FHIA en La Lima, Cortés, para detectar anomalías de construcción o diseño del sistema, o mejorar éste, previo al montaje en el sitio definitivo.

### **Instalación de MHT**

Durante el 2006 se suscribieron tres contratos para la instalación de 7 micro hidro turbinas. Un contrato con USAID-RED para tres sistemas, un sistema con el Proyecto MAMUCA en una comunidad específica y con GTZ un contrato para la instalación de tres sistemas de generación de energía con turbinas Pelton y la distribución de 8 cargadores de baterías en sitios donde ya existen micro turbinas instaladas.



Para dar cumplimiento con lo pactado el equipo de trabajo de FHIA realizó estudios en diferentes comunidades para conocer el potencial hídrico y energético disponible, demanda de las comunidades, el aforo de los caudales de las cuencas seleccionadas y la topografía del sitio. También se hizo el levantamiento de la distribución de la comunidad, el número de casas, las distancias entre la toma de agua y el sitio donde se instalaría la casa de máquina y de ésta hasta las viviendas para realizar los cálculos teóricos de producción de energía para cada comunidad. Paralelamente se montó en la sede de La Lima, Cortés, un banco de evaluación de las micro hidro turbinas, con el propósito de detectar anomalías de construcción o diseño, o mejoras de ésta, previo al montaje en el sitio definitivo.

Con los fondos de USAID-RED se instaló una turbina y generador de 7.5 Kw, en la quebrada Pico de Oro en Los Pintos, La Masica, Atlántida, donde fueron beneficiadas 24 familias (120 habitantes). Las características técnicas del sitio fueron 100 m de elevación entre casa de máquinas y toma de agua, el volumen de agua (caudal) fue de 21.0 lt/s. Se instalaron 980 m de distribución primaria y 200 m de distribución secundaria, con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio, un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 4.0 Kw, quedando 3.5 Kw de reserva (Cuadro 1).

En El Porvenir, Balfate Colón, fue instalada en la quebrada El Diamante una turbina Pelton con capacidad a 8.0 Kw. Con este proyecto se beneficiaron directamente 21 familias (105 habitantes). Las características del sitio fueron 110 m de elevación entre casa de máquinas y toma de agua, el caudal fue de 45.0 lt/s con una red de 1020 m de distribución primaria y 100 m de distribución secundaria, con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio, un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 3.8 Kw, quedando 4.2 Kw de reserva (Cuadro 1). Esta comunidad tiene el apoyo social y educativo de la Misión Española y tiene funcionando dos computadoras como parte del programa de enseñanza.

En Nueva Esperanza, Balfate, Colón, se instaló una turbina Pelton con generador de 7.5 Kw. en la quebrada Agua Zarca que mostró un aforo de 22.0 lt/s. Los beneficiarios fueron 18 familias (89 habitantes). Las características del sitio fueron 98.0 m de elevación entre casa de máquinas y toma de agua, 955 m de distribución primaria y 125 m de distribución secundaria, con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio, un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 4.2 Kw, quedando 3.3 Kw de reserva (Cuadro 1).

Con el Proyecto MAMUCA se instaló una turbina Pelton con 8.0 Kw en la quebrada El Guayabo, comunidad de Las Delicias, Esparta, Atlántida. Las características del sitio fueron 90 m de elevación entre casa de máquinas y toma de agua, 980 m de distribución primaria y 200 m de distribución secundaria, los beneficiarios fueron 19 familias (76 habitantes) con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio, un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 4.0 Kw, quedando 3.5 Kw de reserva (Cuadro 1).

Con el Proyecto GTZ se instaló en El Recreo, La Masica, Atlántida, una turbina Pelton de dos boquillas (modificada) un generador de 12.5 Kw. Las características del sitio fueron 140 m de elevación entre casa de máquinas y toma de agua, el aforo de la quebrada El Bartolo fue de 25.0 lt/s. La red fue de 987 m de distribución primaria y 856 m de distribución secundaria, los beneficiarios fueron 42 familias (252 habitantes) con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio,

un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 4.5 Kw, quedando 8.0 Kw de reserva (Cuadro 1). Los beneficiarios con carga de baterías en esta MHT serán 85 familias de Santa Fe, San Marcos y otras aldeas aledañas.

En proceso de instalación en la comunidad de La Muralla (Pico Bonito) La Ceiba Atlántida, está una turbina y generador de 7.5 Kw, la fuente de agua es la quebrada Las Flores con altura entre la toma de agua y casa de máquinas de 70 m, el caudal de 26 lt/s. La red de distribución primaria fue de 970 m y 210 m la de distribución secundaria, con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio, un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 4.0 Kw, quedando 3.5 Kw de reserva.

En Satalito, Balfate. Colón, en proceso de instalación está una turbina Pelton de dos boquillas con generador de 7.5 Kw. Las características técnicas del sitio fueron de 70 m de elevación entre casa de máquinas y toma de agua, el caudal aforado fue de 25 lt/s. La distribución primaria fue de 1050 m y 190 m la de distribución secundaria. La comunidad tiene 20 familias beneficiarias (105 habitantes) con opción a 4 lámparas fluorescentes, un radio, un abanico y un televisor por familia. La demanda total en la comunidad es de 3.8 Kw, quedando 3.7 Kw de reserva (Cuadro 1). Indirectamente estarán beneficiadas con carga de baterías otras 40 familias (200 habitantes).

Cuadro 1. Usuarios, demanda y algunas características de MicroHidroTurbinas (MHT) instaladas o en proceso de instalación en distintas comunidades de la costa Atlántica de Honduras con el apoyo financiero de los Proyectos MAMUCA, USAID-RED y GTZ-FHIA.

Comunidad/proyecto	No. de familias	No usuarios	Demanda (Kw)	Reserva (Kw)	Características técnicas		
					Caída (m)	Aforo (lt/s)	Red primaria (m)
Los Pintos/USAID-RED	24	120	4.0	3.5	100	21	980
El Porvenir/USAID-RED	21	105	3.8	4.2	110	45	1,020
Nueva Esperanza/USAID-RED	18	89	4.2	3.3	98	22	955
Las Delicias/Proyecto MAMUCA	19	76	4.0	3.5	90	--	980
El Recreo, La Masica/GTZ	42	252	4.5	8.0	140	25	987
La Muralla, P. Bonito/GTZ*	-	-	4.0	3.5	70	26	970
Satalito, Balfate/GTZ*	20	105	3.8	3.7	70	25	1,050

\* En proceso de instalación.



El traslado de materiales y equipo hasta las comunidades es una labor difícil debido al mal estado de las vías de acceso.



Mediciones y pruebas de ajuste en una MHT de dos boquillas en la comunidad de El Recreo, La Masica. Proyecto GTZ-FHIA.



Personal de la FHIA encargado del proyecto da seguimiento al proceso de instalación y hace pruebas en compañía de miembros de la comunidad. El Recreo, La Masica, Atlántida, 2006.



Las evaluaciones de las turbinas realizadas en el “banco de prueba”, instalado en la FHIA en La Lima, Cortés, han permitido detectar defectos de construcción y de montaje o hacer ajustes que permiten mejorar la eficiencia del equipo. Se determinó que las volantes que proporcionan inercia en el eje de la turbina no son necesarios y por el contrario causan pérdida de revoluciones por efecto del peso de la misma, además de reducir la vida útil de las balineras y cojinetes. También se mejoró el sistema montando en una sola unidad la turbina y generador.

## Construcción de Estufas Eco Justas

### • Capacitación y entrenamiento

Dentro de esta actividad se dictaron dos talleres a personas que mostraron interés en conocer esta alternativa para disminuir el consumo de leña en sus hogares; el primero en la comunidad de El Recreo con 20 participantes y otro en San José, Esparta con 11 asistencias. El evento consistió en una parte teórica y una práctica; la primera comprendió aspectos sobre el deterioro del bosque por consumo de leña; problemas en el hogar por causa del humo; las Estufas Eco Justas como alternativa para el ahorro de leña y reducción o eliminación del humo.

### • Construcción de estufas

En la parte práctica se realizó la demostración de cómo construir la estufa, la cual se construyó en El CADETH, lo que permitirá la promoción de esta tecnología y promocionarla entre los diferentes visitantes que llegan a este centro en busca de nuevas tecnologías de producción y de un uso eficiente de la leña. Luego los participantes se organizaron en 4 grupos para aplicar los conocimientos adquiridos y procedieron a construir igual número de estufas en los hogares seleccionados (Cuadro 2). Se observa en el Cuadro 2 que los más beneficiados son los niños, quienes pasan mucho tiempo junto a la madre que a su vez permanece más tiempo en la cocina y cuando se usa el fogón tradicional hay más oportunidad de absorber mayor cantidad de humo con el consecuente daño a la salud.

Cuadro 2. Beneficiarios por hogar con la construcción de estufa Eco Justa.  
Proyecto MHT GTZ-FHIA, 2006.

No.	Lugar/nombre	Identidad	Beneficiarios <sup>1</sup>					
			H	M	Total	A	N	Total
	<b>El Recreo, La Masica, Atlántida.</b>							
1	Wendy Yamileth Martínez	0501-1972-05237	3	2	5	2	3	5
2	Martha Lidia Castillo	0105-1993-00503	6	2	8	3	5	8
3	Milagro Suyapa Cardona	0107-1968-02413	6	5	11	2	9	11
4	Inés Esmeralda Medina	0102-1954-00010	2	3	5	2	3	5
	<b>San José, Esparta, Atlántida</b>							
1	Fidelina Montes	0228-1970-00236	3	2	5	2	3	5
<b>Total beneficiarios</b>			<b>20</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>34</b>

<sup>1</sup> H: Hombres, M: Mujeres, A: Adultos, N: Niños(as)



Las beneficiarias afianzan sus conocimientos teóricos construyendo la estufa en una de las viviendas seleccionadas para este fin. San José, Esparta, Atlántida.



- **Preparación de material escrito**

A efectos de que las personas que asistieran al taller tuvieran una guía, se elaboró un documento como apoyo didáctico y como fuente de información para las personas interesadas en esta tecnología.

- **Visita de seguimiento**

Para conocer el manejo y uso de la estufa eco Justa por parte de las beneficiarias se realizó una visita de seguimiento a las beneficiarias dos meses después de estar en uso las estufas. Durante esta visita se cambiaron impresiones con las amas de casa que son quienes normalmente las usan para conocer su opinión con respecto al manejo y funcionamiento, problemas presentados y soluciones aplicadas.



Uso de la estufa Eco Justa por la Sra. Wendy Yamileth Martínez en El Recreo, La Masica, Atlántida.

En general, las personas visitadas manifestaron su satisfacción por estar usando este tipo de estufa, la cual les ha permitido reducir el consumo de leña y como consecuencia menos tiempo para recolección de este insumo, disminuir la contaminación por humo y mejorar la presentación de su cocina.

Con respecto a problemas presentados las mujeres solo mencionaron los inconvenientes causados por no estar acostumbradas a este tipo de estufa que requiere menos leña y la falta de adaptación al uso; sin embargo, esto es superado después de unos 15 días de uso.

Se les brindó recomendaciones sobre el manejo de la leña y la limpieza de la estufa cada 8 días y la forma de cómo realizarla para garantizar un funcionamiento eficiente de la misma.

- **Determinación de costos**

Con base en la experiencia de las 5 estufas construidas se determinó que el costo aproximado de cada una está alrededor de Lps. 1,180.00 sin considerar la base o polletón que cuesta aproximadamente Lps. 524.00. Estos valores pueden variar de un lugar a otro principalmente por el costo local de mano de obra y transporte de los materiales, por ejemplo. Del total (estufa más base), el proyecto ha aportado el 43% (Lps. 730.00) y los beneficiario(a)s el 57% (Lps. 974.00).

## Proyecto Apoyo a la Mancomunidad de Municipios del Centro de Atlántida (MAMUCA) para la Protección y Manejo Sostenible de la Cuenca del Río San Juan

### Introducción

Mediante una alianza estratégica entre la FHIA y la Mancomunidad de Municipios del Centro de Atlántida (MAMUCA) se inició este proyecto en Diciembre, 2005. El objetivo de la alianza es apoyar con la experiencia, la logística y materiales de siembra, un proyecto de mayor cubrimiento que busca la producción, conservación y protección del recurso agua, en todos sus usos posibles y las formas de perpetuidad para las comunidades que se construyen y el desarrollo sostenible de la cuenca del Río San Juan, La Masica. El recurso agua, tiene múltiples bondades, usos, efectos, pero también limitantes para su fluidez permanente para el ser humano, entre tanto no se necesite no se visualiza la falta y los factores que afectan o que benefician la cantidad y calidad. En lo que concierne a la FHIA se han desarrollado una serie de actividades como capacitación agroforestal, construcción de estufas ahorradoras de leña, establecimiento de parcelas agroforestales y huertos familiares incluyendo el suministro de material vegetativo para estos mismos, estudios de factibilidad y establecimiento de un sistema de energía eléctrica con microhidroturbina en la comunidad de Las Delicias, Esparta, Atlántida.

### Actividades desarrolladas

- **Construcción de estufas**

La primera meta fue construir 150 estufas ahorradoras de leña, la que se completó en el mes de Junio de 2006 pero aun quedaban recursos financieros en el presupuesto, por lo que se trazó una segunda meta de 104 más, para un total de 254 estufas, para lo cual fue necesario la capacitación obligatoria sobre construcción de éstas a cada una de las beneficiarias dando como resultado un total de 254 personas capacitadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estufas construidas por comunidad y personas capacitadas en su construcción.  
Proyecto MAMUCA-Río San Juan, 2006.

Municipio	Comunidad	Estufas construidas
La Masica	Tripoly	40
	San Juan Benque	25
	Betania	22
	Punta de Rieles	13
	Boca Cerrada	22
	San Félix	7
Esparta	La Colmena	20
	Cerritos	23
	San José	54
	Verdum	16
	Suspiro	9
	Las Delicias	3
<b>Total Estufas</b>		<b>254</b>

Un efecto multiplicador de la tecnología de las estufas ahorradoras de leña, se ha producido en familias que no recibieron apoyo del Proyecto Río San Juan y que por sus medios han obtenido los materiales completos y a la vez han construido sus estufas; junto a esta acción, señoras que han aprendido la técnica de construcción también han generado ingresos económicos como mano de obra calificada, porque por construir este tipo de estufas en otras comunidades o en las mismas donde no hubo apoyo, reciben pago de los propietarios. A esta actividad se sumó un proyecto del Cuerpo de Paz con cuarenta (40) estufas, en las que se les acompañó en capacitación, compra y acarreo de materiales, en las comunidades de Los Indios, La Presa, El Desvío y el casco urbano de La Masica.



La señora Ana Arriola (izquierda) y la señora Nelly Arita (derecha) de las comunidades de Boca Cerrada, La Masica y La Colmena, Esparta, respectivamente, muestran su respectiva estufa construida con el apoyo del Proyecto.

- **Huertos familiares**

Esta actividad corresponde al componente agroforestal, con el objetivo de conservación del ecosistema de la vivienda y la producción de alimentos en pequeña escala y en pequeñas parcelas. Durante el año se instalaron 185 huertos familiares en distintas comunidades de La Masica y Esparta (Cuadro 2). Para esta actividad se han entregado diversas especies frutales a las mismas familias que construyeron estufas, teniendo en cuenta siempre las condiciones agroecológicas de la comunidad. En algunos casos se ha complementado o mejorado con material genético selecto (plantas injertadas o variedades mejoradas) los huertos ya existentes que las familias habían emprendido por su propia iniciativa. Entre las especies transportadas hasta las comunidades y entregadas a los beneficiarios se tienen: plátano, naranja valencia, limón persa, mango haden, aguacate, guanábana, anona, arazá, caimito, coco enano amarillo malasino, mamón, mandarina, ñame y yuca; además se proporcionaron semillas de hortalizas como pepino, cilantro, mostaza, linaza y rábano, para diversificar los huertos y mejorar la dieta familiar.

Es importante destacar que algunas familias han continuado la ruta de diversificar la dieta consumiendo más vegetales. Por estrategia de protección los huertos están distribuidos en toda la cuenca, con mayor proporción en la zona alta en las comunidades de Betania y El Zapote, donde hay pobreza extrema y escasez de alimentos.

Cuadro 2. Huertos familiares establecidos en varias comunidades participantes.  
Proyecto MAMUCA-Río San Juan, 2006.

Municipio	Comunidad	Huertos establecidos
La Masica	Punta de Rieles	22
	El Zapote	14
	Betania	25
Esparta	San José	37
	Cerritos	23
	Nueva Esperanza	9
	La Colmena	29
	Suspiro	9
	Verdum	17
<b>Total huertos</b>		<b>185</b>

El transporte de material de siembra hasta la finca es una labor muy dispendiosa que muchas veces debe realizarla el beneficiario y su familia, debido especialmente a la falta de vías carretables o mal estado de las mismas, que no permiten el transporte del material aun en vehículo de doble tracción.



El suministro de semillas mejoradas para el cultivo de hortalizas en huertos familiares, ha sido otra modalidad de ayuda a los pobladores de áreas rurales.



- **Capacitación agroforestal**

Para generar un cambio de actitud de los productores del campo ubicados en las zonas de ladera de la cuenca y especialmente en la influencia de los proyectos de suministro de agua, así como las áreas de protección forestal, se estableció un programa de capacitación, orientado a capacitar a los productores propietarios de terrenos en prácticas de conservación de suelos y aguas, diversificación de la producción agrícola y establecimiento de parcelas agroforestales. Se desarrollaron 13 eventos sobre diversos temas de acuerdo a las metas generales y específicas del proyecto y de las actividades agroforestales en ejecución. Durante el periodo se impartieron talleres de capacitación teórico-prácticos, giras educativas locales y fuera de la región, para las que se solicitó el apoyo a otros departamentos y unidades de FHIA, así como otras instituciones como el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), y profesionales particulares que aportaron sus conocimientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Actividades de capacitación realizados con productores participantes.  
Proyecto MAMUCA-Río San Juan, 2006.

No.	Eventos de capacitación	Asistencias
1	Agroforestería I	21
2	Agroforestería II	13
3	Propagación de plantas	21
4	Cultivo de plátano, raíces y tubérculos	34
5	Semilleros	10
6	Producción de cacao	16
7	Caficultura agroforestal	21
8	Fitosanidad	6
9	Piscicultura (cultivo de tilapia)	30
10	Recurso hídrico	36
11	Registros contables	21
12	Valoración de recursos	21
13	Liderazgo	21
	<b>Total asistencias</b>	<b>271</b>



Las giras con los productores para conocer tecnologías y formas de manejo de otros rubros no tradicionales en sus fincas, ha motivado el cambio en muchos usuarios.



- **Parcelas agroforestales**

Con el fin de contribuir a la recuperación de tierras que han sido manejadas con monocultivo, sobre todo cultivadas con granos básicos, o que fueron descombradas para la obtención de madera, se han implementado una serie de parcelas asociando cultivos permanentes con cultivos de ciclo corto como el plátano, la yuca y los mismos granos básicos. Como parte de las actividades comprometidas con este proyecto, se han establecido 38 parcelas con un área total de 30.5 ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parcelas y áreas establecidas por comunidad con distintos cultivos y socios no tradicionales en la zona intervenida.  
Proyecto MAMUCA-Río San Juan, 2006.

Municipio	Comunidad	No. de parcelas	Area (ha)
Esparta	Nueva Esperanza	8	6.4
La Masica	Betania	6	5.0
Esparta	San José	4	3.2
La Masica	Trípoly	3	3.2
La Masica	Tarritos	3	2.5
La Masica	Agua Caliente	3	2.0
Esparta	1 de Mayo	1	1.4
La Masica	El Zapote	7	3.2
La Masica	Flores de Italia	3	3.6
<b>Total Parcelas</b>		<b>38</b>	<b>30.5</b>

- **Plantaciones forestales**

Con el propósito de conservar áreas boscosas y diversificar las zonas de pastos destinadas a ganadería, dentro de las actividades se ha incursionado en la siembra de árboles forestales con propietarios de terrenos dentro de la cuenca, ya sean en parcelas, linderos, cercas vivas, causes, etc. Para esto, conjuntamente con la MAMUCA se construyó un vivero forestal en San Juan Pueblo, en la Escuela Dionisio de Herrera, donde se están cultivando plantas para la reforestación y además, por dificultades para el transporte y para ganar tiempo se han hecho viveros en las mismas comunidades y se han obtenido plantas en viveros de la FHIA y de algunos particulares. Se tienen actualmente 2.2 ha de terreno sembrado con maderables en la comunidad de Cerritos, Esparta.



Parcelas en desarrollo establecidas por la FHIA como parte de las actividades de apoyo al Proyecto MAMUCA-Río San Juan. La Masica, Atlántida, 2006.



- **Microhidroturbinas (MHT)**

La comunidad de Las Delicias, Esparta, ubicada a tres kilómetros al sur de San Juan Pueblo, se eligió para proveerle un sistema de energía por encontrarse en esa comunidad un centro turístico, que es una fuente empleo para algunas familias. A pesar de encontrarse esta comunidad en la riberia del Río San Juan, carece de fuentes de agua con caudal suficiente y permanente y con la caída necesaria para un proyecto de MHT eficiente que satisfaga la demanda y las expectativas de los habitantes de esta comunidad. No obstante y conscientes de las limitaciones de flujo de agua que había, se instaló el sistema de energía para quince familias y el centro turístico. El sistema en épocas de lluvias puede suplir energía para alumbrado doméstico tres horas aproximadamente, pero este tiempo se reduce a menos de 30 minutos en época seca. Esta situación se torna crítica debido a la gran deforestación de la microcuenca que surte la quebrada donde se tomó el agua para el proyecto. Previendo que esta situación no mejorará a corto y mediano plazo, la comunidad, con el apoyo de la MAMUCA y técnicos de la FHIA, están buscando otra fuente que reúna los requisitos de flujo y caída de agua para alimentar el sistema de modo que provea de energía las 24 horas del día, pues para todos los proyectos esto sería lo ideal y más en éste donde se tiene el Centro turístico que constituye una fuente de empleo y de ingresos para un grupo de mujeres y jóvenes organizados de esta comunidad.

Los materiales y equipos del sistema fueron proporcionados por el Proyecto Río San Juan, FHIA la asistencia técnica y la comunidad aportó mano de obra no calificada y materiales locales.



Miembros de la comunidad proceden a la apertura de la zanja para la instalación de la tubería de conducción del agua desde la presa hasta la casa de máquinas. Proyecto MAMUCA-Río San Juan, 2006.



## 6. ACTIVIDADES DE PROMOCION, CAPACITACION/TRANSFERENCIA REALIZADAS POR EL PROGRAMA

### Actividades de capacitación/comunicación

En el 2006 con el apoyo de otros Programas y Departamentos de la institución, el Programa desarrolló actividades relacionadas con capacitación y transferencia a usuarios del Proyecto MAMUCA y a otras audiencias incluyendo grupos de Guatemala y Belice que llegaron para capacitarse en los métodos de establecimiento y manejo de los distintos sistemas agroforestales así como en el control de moniliasis del cacao (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Asistencias a actividades de capacitación/comunicación realizadas por el Programa de Cacao y Agroforestería en el CEDEC y CADETH, La Masica, durante el año 2006.

Actividad <sup>1</sup>	Eventos	Asistencias <sup>1</sup>			
		Agricultores	Técnicos	Estudiantes	Total
Curso sobre agroforestería	2	52	7	6	65
Curso de cacao	4	46	23	-	69
Giras educativas	28	128	34	316	478
Taller MIP	1	57	-	-	57
Charlas de cacao y agroforestería	9	122	13	9	144
Práctica profesional (SAT)	18	-	24	324	348
Capacitación en manejo de moniliasis	3	28	4	14	46
Taller sobre construcción de estufas eco justas	1	35	4	-	39
Participación en talleres varios	12	-	2	-	2
Asistencia a 15ª. Conferencia Internacional de Cacao y Evento INAFORESTA	1	-	1	-	1
Intercambio con CONACADO, R.D.	1	-	1	-	1
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>468</b>	<b>113</b>	<b>669</b>	<b>1,250</b>

<sup>1</sup> No incluye todas aquellas realizadas dentro del Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA ni las realizadas dentro del Proyecto MAMUCA.

Cuadro 2. Distribución por género de las audiencias atendidas en el CADETH, La Masica durante el año 2006.

Audiencia	Productores	Técnicos	Estudiantes	Total	%
Mujeres	74	12	191	277	21
Varones	424	104	492	1,020	79
<b>Total asistencias</b>	<b>498</b>	<b>116</b>	<b>683</b>	<b>1,097</b>	<b>100</b>





El Programa desarrolla sus actividades de capacitación teórica práctica en los centros CEDEC y CADETH, localizados en La Masica, Atlántida, beneficiando a hombres, mujeres, jóvenes y niños del área rural.

### Producción de materiales de propagación y otros

Durante el año se distribuyó a distintos usuarios del Programa y de otros Proyectos distintos materiales: semillas híbridas de cacao de polinización controlada, injertos de cacao y de rambután, plantas maderables y varetas porta yemas, entre otros (Cuadro 3).

Cuadro 3. Productos y materiales de propagación generados y distribuido por el Programa de Cacao y Agroforestería durante el año 2006.

<b>M a t e r i a l</b>	<b>U n i d a d</b>	<b>C a n t i d a d</b>	<b>D e s t i n o</b>
Cacao seco	kg	15,390	Venta
Semillas híbridas de cacao	Semilla	73,000	Varios proyectos
Plantas de cacao	Injertadas	13,610	Proyectos y particulares
Plantas de cacao	Plantas	2,263	Varios usuarios
Varetas de cacao	Varetas	75	Nicaragua
Frutas de rambután	Frutas	168,750	Mercado local
Frutos noni	Libras	3,739	Mercado local
Plantas de rambután	Injertadas	1,201	Proyectos y otros
Noni	Plantas	322	Mercado local
Cacao fino	Frutos	2,542	TECHNOSERVE
Maderables	Plantas	6,602	Proyectos y otros
Madera de aserrío	Pies tablares	3,939	Uso interno y venta
Leña	Cargas	42	Intercambio