



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

PROGRAMA DE CACAO Y AGROFORESTERÍA

INFORME TÉCNICO 2008



La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo de 2009



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

**PROGRAMA DE
CACAO Y AGROFORESTERÍA**

INFORME TÉCNICO 2008

Documento elaborado por el Programa de Cacao y Agroforestería.

Edición y reproducción realizada en el Centro de Comunicación Agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).

La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo de 2009

CONTENIDO

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Actividades en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC).....	4
Efecto de micorrizas en la producción orgánica de plantas de cacao. CAC 01-02.....	26
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.....	28
Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad de árboles en línea. CAC 02-02.....	32
Evaluación de materiales híbridos con resistencia potencial a moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) bajo condiciones de inóculo natural. CAC 99-01.....	36
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. CAC 05-01.....	42
Búsqueda de materiales con potencial de calidad para la producción de cacao fino con destino a mercados específicos. CAC 07-01.....	45
Avances en la evaluación por inoculación artificial de la reacción de material genético de cacao a mazorca negra en 2007. CAC-FIT 07-02.....	46
4. Actividades en el Centro Agroforestal Demostrativo del Trópico Húmedo (CADETH).....	51
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.....	52
Comportamiento del cultivar de cacao (Cultivar CCN-51) bajo sombra permanente de dos especies forestales maderables. AGF 96-02.....	55
Comportamiento de especies maderables del bosque latifoliado cultivadas en sistemas de linderos y caminos internos. AGF 96-03.....	56
Rambután–piña y pulasán–piña como sistemas agroforestales temporales con potencial para pequeños y medianos agricultores con asiento en terrenos de ladera. AGF 97-01.....	60
Sistema agroforestal lanzón-limba. AGF 97-04.....	60

Establecimiento de rodal semillero de especies nativas del bosque latifoliado. AGF 98-02.....	60
Utilización de guama (<i>Inga edulis</i>) como especie pionera para la recuperación de suelos degradados. AGF 98-03.....	62
Colección de frutales nativos y exóticos con potencial para conformar sistemas agroforestales en zonas de ladera. AGF 99-01	63
Sistema durián-cacao y durián-arazá (60 y 40% del área por sistema, respectivamente). AGF 99-07.....	64
Sistema coco-cacao. AGF 00-01	65
Evaluación comercial de especies maderables establecidas en parcelas puras, carriles y sistemas agroforestales. AGF 01-02.....	65
Sistema agroforestal pimienta negra-madriado-rosita. AGF 03-01	66
Comportamiento de la canela en asocio con caoba como un sistema agroforestal temporal (taungya) en la costa atlántica de Honduras. AGF 05-01	67
El plátano en asocio con barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>) como sistema agroforestal temporal con potencial. AGF 05-02	67
Otras actividades en el CADETH.....	67
5. Actividades de capacitación/comunicación desarrolladas por el programa.....	68
Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA	70
Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA.....	78
6. Evolución de las hidroturbinas en la FHIA	88

1. RESUMEN

El mercado del cacao mejoró considerablemente en el 2008 llegando el precio del grano a superar los US\$3,000 por tonelada métrica (tm) en el mes de junio, para un promedio anual de US\$2,563 la tm. El precio promedio en plaza se mantuvo entre L.37.40 (US\$1968/tm) y L.44.00/kg (US\$2,316/tm) de grano seco. A pesar de estos buenos precios la producción nacional sigue deprimida con cerca de 1000 tm, muy lejos de la demanda para suplir la industria local que supera las 4,000 tm.

En el 2008 el Programa continuó actividades de investigación y validación en proceso en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC), así como actividades de asistencia técnica puntuales mediante la implementación de proyectos productivos y de protección de microcuencas. En investigación se mantiene trabajos para consolidar información sobre manejo del problema de moniliasis mediante prácticas culturales, las que han demostrado que si se aplican oportunamente mantienen la enfermedad por debajo del 8% de pérdidas.

Como complemento al control cultural de la moniliasis, el Programa sigue la evaluación de materiales con una buena producción y que a la vez presenten alguna tolerancia al patógeno. En este campo sigue evaluando materiales procedentes del CATIE, Costa Rica y otros seleccionados localmente en lotes comerciales y de colección en el CEDEC. En este año se incorporó también el concepto de “cacao fino” y ahora se tienen 37 materiales seleccionados tomando como base frutos con un mínimo de 30% de almendras completamente blancas o amarillo cremoso.

El Programa continúa recopilando información sobre el comportamiento de especies del bosque latifoliado con potencial para el establecimiento de plantaciones comerciales, tanto en parcelas puras como en la modalidad de árboles en línea. De la información recopilada por 21 años (en algunas y otras por 14 años), se deduce que especies como el Laurel negro, la Teca y la Caoba pueden generar entre US\$40 mil y US\$100 mil a los 20 años tanto en parcelas puras como en plantaciones en línea, y bajo las condiciones del litoral atlántico de Honduras.

El Programa continuó la ejecución de proyectos productivos bajo un enfoque agroforestal, para lo cual apoya a los usuarios en todas las etapas del o los cultivos promovidos, incluyendo el manejo de poscosecha y comercialización. Con estos proyectos se ha demostrado que los productores pueden obtener al primer año (después de la siembra) hasta US\$5,000 ha⁻¹ como ingreso bruto del o los cultivos temporales. Con el cultivo permanente que inicia producción entre el 3°. y 4°. año obtiene también US\$5,000 ha⁻¹ dependiendo del cultivo y su habilidad para mercaderarlo. El Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA culminó en mayo, 2008 en el cual se atendieron 308 familias con 286 ha sembradas en distintos socios incluyendo maderables en el perímetro (87 km) en la modalidad de árboles en línea. Con este se obtuvieron ingresos de US\$1,104,411 para un promedio de US\$3,586/parcela (algunas como en hortalizas eran menos de una ha). El Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA con objetivos y resultados muy semejantes al anterior, benefició 101 productores en su primera fase (hasta septiembre, 2008) y se continuará hasta agosto, 2009 ampliándolo a 140 productores. Finalmente, continuaron las actividades en el Proyecto CARE-PASOS/Ramales que busca la sostenibilidad económica de familias establecidas en Ramal de Tierra Firme y Ramal del Tigre en La Masica y Tela, Atlántida, respectivamente.

2. INTRODUCCIÓN

Pasaron más de tres décadas para que el mercado del cacao superara los US\$3,000 por tonelada métrica (tm), lo cual ocurrió en junio de 2008, año para el cual el precio promedio mensual del mercado de futuros fue de US\$2,563 la tm, que representa un 42% mayor en comparación con el precio promedio de 2007 (US\$1,800) en el mercado de futuros de la Bolsa de Nueva York. Este es el mejor precio del grano registrado en los últimos 30 años. No obstante estos buenos precios el mercado local se mantuvo entre US\$1,970 y US\$2,316 la tm de grano seco. La industria local continúa deficitaria hasta el punto de trabajar a menos del 30% de su capacidad.

Para el año cacaotero octubre 2007 a septiembre 2008, la producción mundial fue menor en 40,000 tm en comparación con la molienda (3,684,500 *versus* 3,724,500 tm, respectivamente). De esta producción África marca la pauta del mercado con 72% (2,652,840 tm) de la producción mundial, mientras que Asia y Oceanía producen el 16% (589,520 tm) y América sólo el 12% (442,140 tm). A nivel de Centroamérica la situación no puede ser más crítica, ya que incluyendo Panamá no sobrepasan las 5,000 tm de producción versus una demanda que puede triplicar esta cifra. México por su parte sigue decayendo en producción por causa de la monilia que sigue expandiéndose en sus cacaotales (31,000 tm en el 2008).

Los buenos precios del rubro en el mercado mundial ha traído como consecuencia que varias ONG's, proyectos y cooperativas estén interesadas en promover el cacao, especialmente el grano con características de cacao "superior o fino" para la elaboración de chocolates gourmet cuyo mercado va en expansión año tras año. Honduras tiene gran potencial para la producción de este cacao especial, gracias a condiciones agroecológicas y disponibilidad de materiales genéticos con estas características. La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) apoya esta iniciativa con la búsqueda y evaluación de materiales que en primera instancia muestran características de cacao fino, pero sin descuidar todo lo relacionado con el manejo y mercado del cacao tradicional.

La principal limitante para la expansión del cultivo a niveles nacional y regional, continúa siendo la monilia causada por el hongo *Moniliophthora roreri* a pesar de que en el país hay experiencias concluyentes de que se puede mantener a niveles económicos que no sobrepasan el 10% de pérdidas y esto con prácticas culturales oportunas sin adición de productos químicos. Estas experiencias se están difundiendo a grupos de productores locales y regionales (incluyendo México) que visitan la FHIA para conocer sobre estas experiencias ya comprobadas en el Centro Experimental Demostrativo de Cacao (CEDEC) en La Masica, Atlántida, Honduras.

En la búsqueda de alternativas sostenibles para los productores de cacao, los sistemas agroforestales con maderables se consolidan como una oportunidad económica según registros acumulados de 21 años en el CEDEC, La Masica. Por ejemplo, en el asocio cacao-Laurel negro (*Cordia megalantha*) y cacao-cedro (*Cedrela odorata*), el ingreso que obtiene el productor por madera es de US\$55,000 y US\$51,000/ha, respectivamente. También en el CEDEC se continúa consolidando información sobre el potencial para el asocio con cacao de 30 especies del bosque latifoliado y 18 especies maderables establecidas en linderos. Bajo la modalidad de árboles en línea la información recopilada en cinco especies durante 21 años, demuestra que se pueden

obtener ingresos superiores a los US\$80,000/km lineal dependiendo de la especie y la calidad y aceptación de la madera (con Laurel negro US\$96,000/km y con caoba US\$109,000/km a los 21 años de edad).

En el 2008 también se desarrollaron actividades de transferencia a través de proyectos específicos como el proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA en la zona Atlántica y en el Altiplano Intibucano (terminado en mayo 31). Otro proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA, iniciado en julio, 2007 y actualmente en ejecución en zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas Lancetilla, Parque Janeth Kawas, Pico Bonito y Cuero y Salado. También se realizaron actividades en el Proyecto CARE-Ramales que se ejecuta en sendas microcuencas de Ramal del Tigre, Tela Atlántida y Ramal de Tierra Firme en La Masica, Atlántida.

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

RESUMEN

Se continuó la recopilación y procesamiento de información de tres estaciones meteorológicas: en La Masica, Atlántida (estación el CEDEC); también una en la comunidad de El Recreo, La Masica (estación el CADETH) y una 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 por problemas en el equipo solamente se tienen los datos de enero, abril a septiembre y diciembre, pero con la intención de aportar una idea aproximada de las condiciones de la zona a quien consulte este informe, se incluye el promedio mensual de los registros de los últimos 7 años (2001-2007). Por lo observado en la zona el 2008 fue un año de lluvia abundante pero mal distribuida pues el 57% de los meses registrados en CEDEC corresponde a agosto y septiembre, mientras que en el CADETH el 71% de la lluvia registrada cayó en enero, septiembre, octubre y noviembre. Esto afectó la floración y cuajamiento de frutos de cacao y de otros frutales como el rambután, que tuvo una cosecha a menos del 50% de la registrada en el año 2007 (la cosecha de cacao fue también un 40 a 50% menor de la del año anterior).

Cuadro 1. Resumen de datos climatológicos. Estación 27-002FH. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

M e s	Lluvia (mm)	Temperatura (°C), promedio mensual		
		Mínima	Máxima	Media
Enero	318	19.4	28.7	23.2
Febrero ¹	188	-	-	-
Marzo ¹	299	-	-	-
Abril	140	20.6	31.6	25.7
Mayo	53	22.4	33.2	27.2
Junio	37	22.5	32.5	26.8
Julio	141	22.2	32.4	26.5
Agosto	774	23.2	36.5	26.5
Septiembre	223	22.4	33.0	27.1
Octubre ¹	417	-	-	-
Noviembre ¹	305	-	-	-
Diciembre	65	18.34	26.8	21.8
Total	2,960	-	-	-
Promedio	247	21.4	31.8	25.6

¹ Promedio de estos meses de los años 2001 al 2007.

Cuadro 2. Lluvia mensual (en mm), registrada en la estación del CADETH, La Masica, en los años 2001 al 2008.

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Promedio
Enero	427	447	647	142	33	282	151	482	343
Febrero	30	213	268	714	48	344	158	--	260
Marzo	167	471	284	137	197	369	0	--	214 ¹
Abril	128	47	154	459	106	47	--	234	171 ¹
Mayo	195	158	66	338	90	23	--	324	176 ¹
Junio	161	297	141	--	244	206	--	234	214 ¹
Julio	126	157	264	686	160	163	65	117	222
Agosto	343	120	296	90	404	198	513	--	252
Septiembre	183	322	302	--	324	58	57	404	250 ¹
Octubre	1,072	319	248	--	573	290	190	1,278	577 ¹
Noviembre	506	180	826	96	1,138	73	693	782	559
Diciembre	213	257	956	488	418	--	277	298	427 ¹
Total	3,551	2,988	4,452	3,150	3,735	2,053	2,104	4,153	3,665
Promedio	296	249	371	350	311	187	234	461	305

¹ Solo 7 años

Cuadro 3. Precipitación pluvial (en mm), registrada en los años 2001 al 2008 en la estación CLCAGYO2 - Finca Fúnez. Guaymas, Yoro, Honduras.

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio 2001/07	2008
Enero	166	190	379	222	80	251	121	202	202 ¹
Febrero	45	242	263	317	69	269	195	199	199 ¹
Marzo	113	171	143	106	60	51	241	127	127 ¹
Abril	11	3	92	250	42	13	57	66	138
Mayo	70	72	130	251	78	76	75	108	142
Junio	160	118	157	201	176	297	136	177	169
Julio	197	143	190	140	251	315	186	202	227
Agosto	314	370	242	105	297	203	281	230	202
Septiembre	183	118	172	114	297	360	417	238	230
Octubre	494	206	424	250	216	343	140	296	948
Noviembre	169	405	669	305	813	214	521	442	258
Diciembre	224	611	291	305	300	597	91	343	156
Total	2,246	2,649	3,152	2,461	2,679	2,989	2,461	2,630	2,998
Promedio	187	220	263	205	223	249	205	219	250

¹ Promedio 2001-2007.

Cuadro 4. Lluvia mensual de los años 2001 al 2008 y promedio de estos años en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

Meses	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Promedio
Enero	448	481	842	313	249	282	208	318	392
Febrero	38	248	196	196	26	344	274	188 ¹	189
Marzo	233	427	222	120	190	369	332	299 ¹	274
Abril	111	3	115	254	83	47	9	140	95
Mayo	317	118	79	267	59	23	84	53	125
Junio	102	179	76	138	123	206	97	37	120
Julio	77	161	208	110	187	163	199	141	156
Agosto	348	193	224	83	208	198	513	774	318
Septiembre	207	184	227	103	226	58	487	223	214
Octubre	1,269	178	255	103	505	290	--	417 ¹	431
Noviembre	400	332	774	409	810	73	120	305 ¹	403
Diciembre	459	305	735	365	328	--	1	65	323
Total	4,009	2,809	3,953	2,461	2,994	2,053	2,324	2,960	3,040
Promedio	334	234	329	205	249	187	211	247	253

¹ Promedio de estos meses de los años 2001 al 2007.

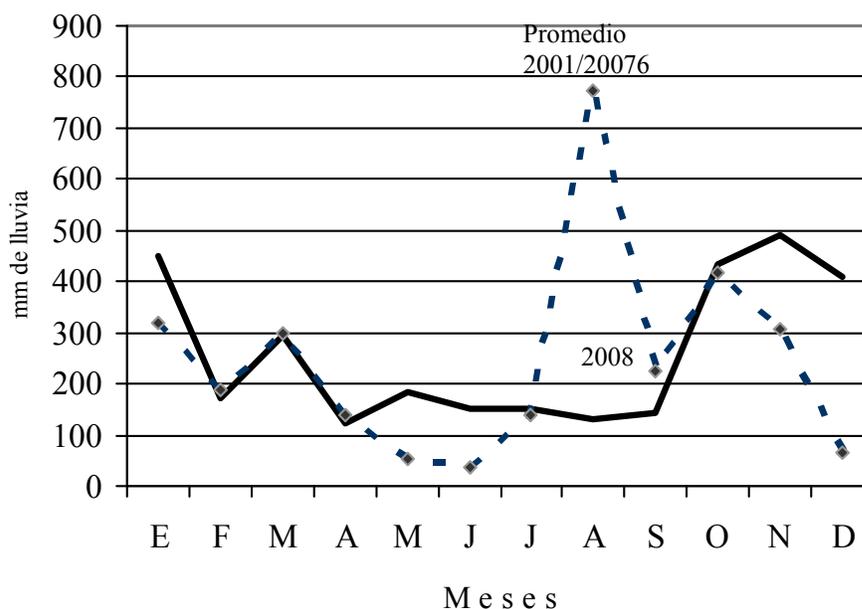


Figura 1. Promedio de precipitación mensual de los años 2001/08 y precipitación mensual del año 2008. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

Comportamiento de la moniliasis en el CEDEC

La moniliasis, causada por el hongo *Moniliophthora roreri* llegó a Honduras a mediados del año 2000 y rápidamente se extendió invadiendo todas las áreas cacaoteras que se extienden a lo largo del litoral Atlántico del país. La enfermedad hizo su aparición en el CEDEC (40 ha) a finales del mismo año (2000) y durante el 2001 y 2002 se tuvieron incidencias que superaban el 60% en varios lotes. A partir del 2002 se inició un programa de control de la enfermedad basado en prácticas de manejo oportunas donde la poda del cacao con reducción de altura y la revisión periódica de los árboles para eliminar los frutos enfermos son consideradas prácticas “maestras” o prioritarias. El plan de manejo implementado en el Centro ha dado sus resultados y gracias al mismo las pérdidas por la enfermedad en promedio anual, se han mantenido a partir del 2003 por debajo de niveles económicos (< 10%), sin necesidad de aplicar controles químicos (Figura 2). De acuerdo a la experiencia consolidada en el CEDEC, en los últimos cinco años, la labor de retirar periódicamente frutos con síntomas de la enfermedad, es de unos 10 a 12 jornales por hectárea al año (Figura 3).

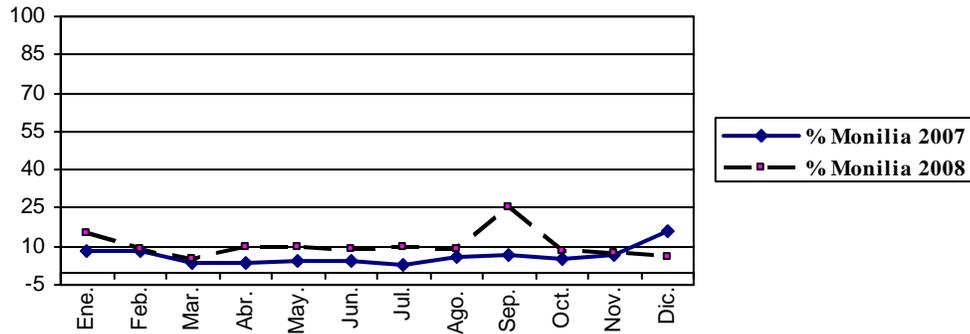


Figura 2. Incidencia mensual de Moniliasis en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

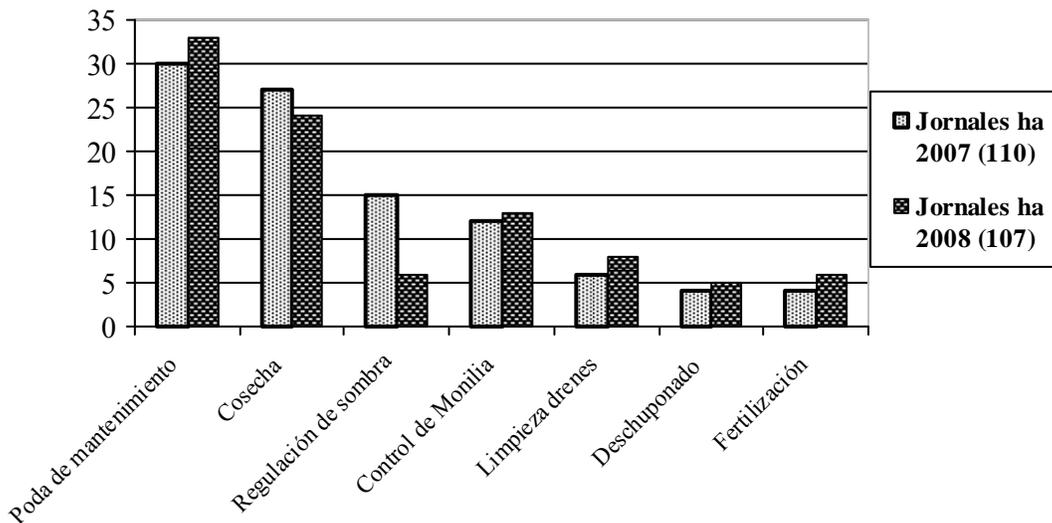


Figura 3. Demanda de jornales por actividad en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras.

Estudio de especies forestales latifoliadas bajo la modalidad agroforestal multiestratos con cacao. CAC 02-01

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería

RESUMEN

Por 21 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 (por semilla) y de especies de rápido crecimiento como sombra temporal. El total de grano seco de 18 años de registros de cosecha es de 10,145 kg ha⁻¹, 13,159 kg ha⁻¹ y 12,671 kg ha⁻¹ para los asociados con laurel, cedro y rambután, respectivamente; mientras que el asociado con las leguminosas (testigo), tuvo una producción total de 11,454 kg ha⁻¹ de grano seco. Para el rendimiento promedio anual no hubo 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 (afectado en los primeros años por *Ipsiphylla grandella*), a los 21 años, se tiene un rendimiento de 261 y 161 m³ ha⁻¹ de madera, para el laurel y el cedro, en su orden. La producción total de rambután es de 1.495 millones de frutas/ha en 18 años de cosecha. A los precios brutos actuales de la madera de laurel y de cedro y en base a los precios promedios anuales del cacao (1990-2008) registrados localmente, el productor tendría un ingreso bruto (cacao más madera) de L.1,228,993 (un margen bruto de L.1,033,048 ha⁻¹ sin considerar costos financieros, ni prestaciones sociales). En el asociado con laurel y L.1,209,295 ha⁻¹ (margen bruto L.1,032,790 ha⁻¹) en el socio con cedro, mientras que en el asociado con rambután el ingreso bruto acumulado es de L.607,874 ha⁻¹ (L.469,182 ha⁻¹ como margen bruto bajo los mismos supuestos). El ingreso bruto en el sistema tradicional (cacao sombreado con leguminosas) alcanza solamente L.232,631 ha⁻¹ (margen bruto L.109,623 ha⁻¹). En base a esta experiencia se procedió a evaluar 33 especies forestales reemplazando la sombra tradicional de leguminosas 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 reemplazar la sombra tradicional en cacao, ya que sobrepasan el dosel de este cultivo entre los 3.0 y 3.5 años después del trasplante (del maderable). Los análisis de suelo y de biomasa incorporada al suelo en los distintos sistemas, muestran que estos asociados reciclan cantidades apreciables de nutrientes, principalmente Ca y N.

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 los productores de cacao en el mundo cacaotero lo asocian 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 ál, 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 aportar al 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 ál, 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 o utilizadas, 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 agricultor, volviendo el sistema de producción más sostenible económica y ambientalmente. Estos sistemas agroforestales (SAF's) cacao-maderables representan una tecnología que puede ser utilizada exitosamente en el manejo racional 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 que será una sombra “puente”, mientras se desarrolla la especie maderable que aportará la sombra definitiva o 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. 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 (*Cedrella 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 propagado sexualmente (aunque ahora se recomienda solamente la propagación asexual y esto limitaría el uso como sombra) y dos maderables (laurel negro y cedro) como

sombras no tradicionales se inició en 1987, estableciéndolas simultáneamente con el cultivo. Mas tarde, 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 y en la región centroamericana, México y Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio está localizado en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, a una altura de 20 m sobre el nivel del mar y una precipitación media anual de 3,040 mm (promedio de los años 2001–2008), suelos planos aluviales, 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:

Etapa 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 sembró 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 usaron parcelas experimentales replicadas cuatro veces para un total de 16 parcelas con tamaño de 36 x 24 m (16 plantas de especies maderables por parcela). 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 10^o 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 diciembre), 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 febrero-marzo 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 5 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 reemplazando en cada lote por especies latifoliadas en su mayoría nativas y con algún potencial en la industria de la madera.

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, forma del fuste, amplitud de copa y frondosidad, 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 de la especie forestal a establecer (Cuadro 5).

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 m³/ha), incremento medio anual en altura, en diámetro y en volumen, etc.

Cuadro 5. Especies forestales en evaluación como sustitutas de sombra tradicional en cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

No	Especie	Fecha de siembra	Distancia de siembra (m)	Plantas útiles
1	Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	03/87	6 x 9	24 ¹
2	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	03/87	6 x 9	24 ¹
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>Huerte 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
27	Huesito (<i>Macrohasseltia macroterantha</i>)	11/97	9 x 9	30
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	Almendra 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

¹ Parcela total, después de 8 años se toman solamente 9 plantas centrales

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 2008 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 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 genético (poblaciones híbridas). También situaciones como la llegada de la moniliasis en el 2001, enfermedad que se extendió rápidamente en el CEDEC y fincas aledañas afectando la mayor parte de la producción a partir del 2002. A partir del 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 para facilitar 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 de cacao y con esto la reducción drástica de producción que fue menos de 150 kg ha⁻¹ en la mayoría de los socios en los años 2003 y 2004 cuando se implementó la práctica tendiente a controlar la enfermedad.

Etapa 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 de la mayor parte de la copa) y 843 kg ha⁻¹ 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 18 años de registros de cosecha fue de 563 kg ha⁻¹ en el socio con laurel negro (10,145 kg en total de 18 años). 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 total de producción de cacao en el socio con cedro fue de 13,159 kg con un promedio (de 18 años) de 731 kg ha⁻¹ el cual supera en 168 kg ha⁻¹ al socio con laurel (731 y 563 kg ha⁻¹ para el socio con cedro y laurel, respectivamente). Este promedio del socio con cedro resulta ligeramente mayor a los demás socios, incluyendo el testigo que tuvo una producción total de 12,454 kg (692 kg ha⁻¹ en promedio) pero sin ser significativa esta diferencia. El socio con rambután presenta una producción acumulada de 12,671 kg ha⁻¹, para un promedio de 704 kg ha⁻¹ superando en 141 kg/ (25%) al socio con laurel y sólo en 12 kg/ha⁻¹ (2.0%) al testigo.

Producción de rambután

La producción acumulada en los 18 años es de 1,495,000 frutas ha⁻¹ (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 continúa vendiendo en el mismo centro para el mercado local y regional, a un precio variable entre L.200 y L.300/millar (el precio puede ser el triple o más de éste cuando las plantas son injertadas que dan fruta de mejor calidad para la exportación).

Desarrollo de las especies maderables

El laurel y el cedro después de 21 años de establecidos estos asociados, alcanzaron un diámetro promedio de 59.3 y 52.6 cm, respectivamente, mientras que la variación en altura se ha reducido considerablemente a partir de los 10 años de edad. Para el 2008 el laurel presentó una altura de 27.8 (26.8 m en el 2007) y el cedro tuvo una altura de 21.7 m (21.2 m en el 2007). En base a estos parámetros la proyección de producción de madera por hectárea a los veinte años es de 261 m³ ha⁻¹ (52,200 pies tablares) en el laurel negro y 161 m³ ha⁻¹ (32,220 pies tablares) en el cedro (Figura 4).

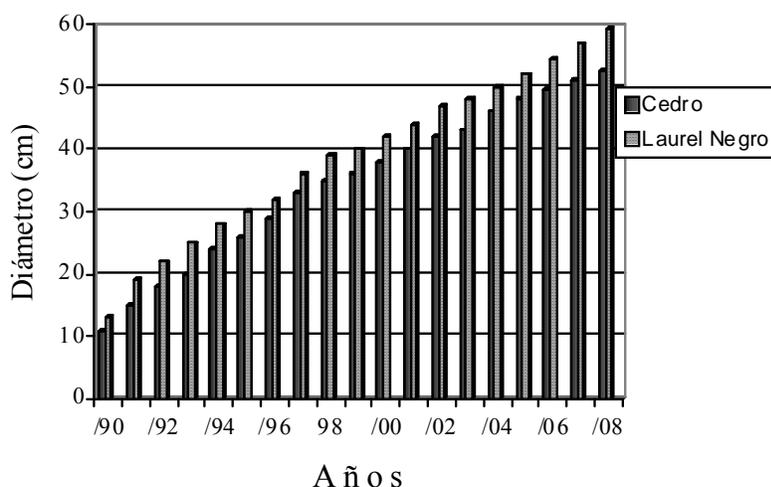


Figura 4. Crecimiento anual en diámetro de cedro (*Cedrella odorata*) y laurel negro (*Cordia megalantha*) como sombra permanente del cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Proyección de ingresos

Tomando como base los precios promedios de la madera en diciembre/08 vendida en rollo en el mercado local, más los ingresos acumulados por cacao (considerando precios promedio del mercado local del 90 al 2008), el sistema agroforestal cacao-laurel negro genera un ingreso total de L.1,228,993 ha⁻¹ (L.1,044,000 por madera) mientras que el ingreso bruto total en el sistema cacao-cedro es de L.1,209,295 ha⁻¹ (L.966,600 por concepto de madera). En el asocio con rambután es de L.608,784 ha⁻¹ (L.373,750 ha⁻¹ por venta de fruta). Estos ingresos distan mucho de los obtenidos con el testigo (siembra con sombra tradicional), donde hay ingresos solo por venta de cacao que en este caso es solamente de L.232,631 ha⁻¹ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Margen bruto de combinaciones agroforestales de cacao con maderables y un frutal a los 21 años de edad. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

Parámetros	Cacao-laurel	Cacao-cedro	Cacao-rambután	Cacao-leguminosas
Producción cacao (kg ha ⁻¹)	10,145	13,159	12,671	12,454
Ingresos cacao (L ha ⁻¹) ¹	184,993	242,695	234,124	232,631
Producción rambután (miles de frutas ha ⁻¹)	--	--	1,455 (40,000 en 2008)	--
Ingresos rambután (L ha ⁻¹) ²	--	--	373,750	--
Producción maderables (pies tablares ha ⁻¹) ³	52,200	32,220	--	--
Beneficio maderables (L ha ⁻¹) ⁴	1,044,000	966,600	--	--
Total ingresos (L ha ⁻¹)	1,228,993	1,209,295	607,874	232,631
Total costos (L ha ⁻¹) ⁵	195,945	176,505	138,692	123,008
Margen bruto (L ha ⁻¹)	1,033,048	1,032,790	469,182	109,623

¹.- Precio promedio kilo cacao seco 2007: L 33.00

².- Precio promedio millar de Rambután 2007: L.250 (75 plantas ha⁻¹)

³.- Estimado en base a 90 árboles ha⁻¹ - con la ecuación de Vol.=0.0026203+0.00002984 x DAP²xA.

⁴.- Precios promedios por pie tablar: Laurel negro= L.20.00 y Cedro L.30.00 (diciembre, 2008)

⁵.-Incluye costos aprovechamiento de la madera (cosecha)

De acuerdo a los datos del cuadro 6 los socios con maderables como el laurel negro y el cedro, bajo las condiciones del CEDEC, La Masica, constituyen una opción muy atractiva económica y ambientalmente para los productores de cacao, ya que los ingresos pueden incrementarse hasta diez veces en comparación con el cultivo con sombra tradicional de guama (*Inga sp.*) o de madreño (*Gliricidia sepium*).

En el caso del socio con frutales versus el socio con maderables es que en el primer caso los ingresos por el cultivo asociado llegan al productor a partir del 4° ó 5° año, mientras que con los maderables el ingreso sería cuando se coseche la madera, tiempo que puede variar según la especie, las condiciones agroclimáticas y el manejo dado al sistema; para el caso de la costa Atlántica a partir de los 17 años se puede aprovechar el laurel y el cedro, de acuerdo a las experiencias recopiladas por el Programa de Cacao y Agroforestería.

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

El análisis químico del suelo donde se están desarrollando estos sistemas sigue mostrando que no hay diferencias entre los distintos sistemas en cuanto a efectos en las condiciones químicas del mismo, si hacemos la comparación dentro de un mismo año. Sin embargo, los análisis a través del tiempo muestran que el suelo donde se están desarrollando estos sistemas han mejorado en algunas de sus condiciones de fertilidad, como se nota al comparar los análisis de suelos de los años 1998 y 2008, o sea en un intervalo de 11 años. Se observa que el pH ha subido (menor acidez) en todos los sistemas, el potasio (K) muestra también una tendencia a subir, igual el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) han subido en todos los socios, excepto con leguminosas, mientras que el manganeso (Mn) muestra tendencia a disminuir con los años en todos los sistemas (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 7. Resultados de análisis químico de suelos diez años después del establecimiento de distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Parámetro	Sistema Agroforestal							
	Cacao-rambután		Cacao-cedro		Cacao-laurel		Cacao-legumin.	
pH	4.95	B	5.05	B/N	4.90	B	4.85	B
M. orgánica (%)	2.44	B	2.30	B	1.90	B	2.31	B
N total (%)	0.14	B	0.13	B	0.11	B	0.14	B
P (ppm)	10.00	B/N	9.00	B/N	8.00	B/N	13.50	B/N
K (ppm)	33.20	B	64.20	B	35.20	B	35.00	B
Ca (ppm)	1030.00	B/N	1075.00	N	920.00	B/N	907.00	B/N
Mg (ppm)	196.00	B/N	191.00	N	189.00	B/N	189.00	B/N
Fe (ppm)	46.00	A	58.00	A	44.00	A	61.00	A
Mn	8.00	N	7.50	N	9.00	N/A	8.65	N
Cu (ppm)	3.50	N/A	4.30	N/A	10.00	A	4.65	N/A
Zn (ppm)	0.33	B	0.41	B	0.31	B	0.46	B
Mg/K ²	19.7	-	15.6	-	19.9	-	18.1	-

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

Cuadro 8. Resultados de análisis químico de suelos veintiun años después del establecimiento de distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Parámetro	Sistema Agroforestal							
	Cacao-rambután		Cacao-cedro		Cacao-laurel		Cacao-legumin.	
pH	5.70	B/N	5.75	B/N	5.85	B/N	5.40	B/N
M. orgánica (%)	2.45	B	2.50	B	2.34	B	2.51	B
N total (%)	0.11	B	0.12	B	0.12	B	0.13	B
P (ppm)	4.00	B/N	6.25	B/N	5.25	B/N	4.50	B/N
K (ppm)	48.25	B	118.00	B	70.75	B	50.25	B
Ca (ppm)	1415.00	B/N	1545.00	N	1515.00	N	1320.00	N
Mg (ppm)	211.50	N	226.00	N	238.25	N	194.00	B/N
Fe (ppm)	35.75	A	38.50	A	32.77	A	35.92	A
Mn	3.50	N	2.47	B/N	3.77	N	2.75	B/N
Cu (ppm)	3.05	A	7.45	A	9.02	A	4.60	N/A
Zn (ppm)	0.63	B/N	1.03	N	0.63	B/N	0.58	B/N
Mg/K ²	15.5	-	9.15	-	11.8	-	15.1	-

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

Algo importante de destacar al comparar estos sistemas y los cambios que puedan darse en el suelo con el transcurso del tiempo, es que el sistema agroforestal con leguminosas no resulta mejor como era de esperarse, pues siempre se ha dicho que las leguminosas son la mejor opción para sombra del cacao por ser mejoradoras del suelo, lo cual no se manifiesta en este estudio a juzgar por los resultados del análisis del suelo al iniciar y culminar un período de 11 años.

Durante el 2008 se continuó con el muestreo de hojarasca (biomasa) cada tres meses (febrero, mayo, agosto y noviembre), en cada repetición y por cada sistema (1 m²), y se realizó el respectivo análisis químico en base a peso seco. De acuerdo a los análisis del contenido de nutrientes en la biomasa (año 2008), el aporte de N al suelo en los distintos sistemas fue mayor

en el asocio con laurel negro (121 kg ha^{-1}) seguido por el asocio con leguminosas (119 kg ha^{-1}) y el menor aporte se obtuvo con rambután (82 kg ha^{-1}). El aporte de fósforo (P) fue muy similar en todos variando entre 8 y 10 kg ha^{-1} para el rambután y laurel, respectivamente. El aporte de potasio (K) es muy similar en todos los socios variando entre 10 kg ha^{-1} (socios con laurel, rambután y leguminosas) y 13 kg ha^{-1} en el asocio con cedro. Se destaca el aporte de Calcio (Ca) en el sistema cacao-laurel negro (como ha ocurrido en otros años) que casi duplica a los socios con rambután y leguminosas y triplica al asocio con cedro (76 kg ha^{-1}). Desde el punto de vista de sostenibilidad de los sistemas, estos aportes al suelo de nutrientes reciclados por la especie forestal principalmente, son muy importantes teniendo en cuenta los costos actuales de los fertilizantes y la poca costumbre y capacidad que tienen la mayoría de los productores de fertilizar el cultivo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cantidad de hojarasca y aporte de nutrientes en la misma a los 21 años de establecidos distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Sistema	Hojarasca (kg ha^{-1})	Nutrientes reciclados (kg ha^{-1}) ¹				
		N	P	K	Ca	Mg
Cacao-Laurel	6,800	121	10	10	214	39
Cacao-Cedro	6,000	100	9	13	76	28
Cacao-Rambután	5,800	82	8	10	109	26
Cacao-Leguminosas	6,100	119	9	10	120	26

¹ Procedente de la hojarasca cacao y de la especie asociada solo en el año 2008.

El promedio anual de la biomasa producida en los últimos 8 años (pero se tiene registros desde 1998) en cada uno de estos sistemas muestra la eficiencia en el cubrimiento del suelo con hojarasca, protegiéndolo contra la erosión (Cuadro 10). El laurel, que no se deshoja completamente en ninguna época del año, muestra una mayor cantidad de hojarasca superando al testigo (mezcla de leguminosas) en un 11.5%. Esta característica (no deshojarse completamente) puede tener un efecto positivo como moderador del clima, dado el gran tamaño de copa que puede sobrepasar los 10 m de diámetro a los 14 años. Esta característica junto con la frondosidad de copa de 0.75 (siendo 1.0 el máximo para una especie que interceptara el 100% de la luz), debe tenerse muy en cuenta al momento de seleccionar la distancia de siembra, especialmente cuando se establece en asocio con cultivos que requieren 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 haciendo raleos cuando el desarrollo de la especie lo amerite para no causar exceso de sombra al cultivo (raleo entre los 8 y 10 años de edad aproximadamente para las condiciones de la costa atlántica de Honduras). A diferencia del laurel negro, el laurel blanco (*Cordia alliodora*), permite distancias más cortas ya que su copa es menos amplia y menos frondosa, además de defoliarse en época de verano (Somarriba, 1994 y Somarriba y Domínguez, 1994).

Cuadro 10. Cantidad de hojarasca producida por año en distintos sistemas agroforestales con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Sistema	H o j a r a s c a (peso seco en tm ha ⁻¹)								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Promedio
Cacao–laurel	9,6	8,2	4.5	7.5	5.8	5,1	5.1	6.8	6.6
Cacao–cedro	6,8	6,5	4.7	6.3	4.3	4,9	4.7	6.0	5.5
Cacao–rambután	9,4	5,4	4.7	4.5	5.5	4,5	4.7	5.8	5.6
Cacao–leguminosa	7,8	6,6	4.7	6.2	5.2	6,0	4.7	6.1	5.9

¹ Promedio de 8 años pero se tienen registros desde 1998.



Laurel negro y cedro, dos especies pioneras evaluadas por 21 años en Saf's con cacao, en la costa atlántica de Honduras. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

Etapa 2

Desarrollo de las especies

El estudio en otras especies continuó en el 2008 con registros del diámetro y la altura de las especies, con los raleos y podas en aquellas especies que lo requerían. En base a estos parámetros y a la edad se determinó el Incremento Medio Anual (IMA) tanto en crecimiento diamétrico (en cm) como en altura (en m). 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. Incremento medio anual en altura arriba de 1.20 m se consideran buenos impulsos de crecimiento (PROECEN, 2003). Pero en condiciones de trópico húmedo es común encontrar 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 (Somarriba y Domínguez, 1994).

La limba presenta el mayor IMA en diámetro (5.1 cm/año a los 11 años), seguida por el cedro de la India con 5.1 cm/año y el San Juan guayapeño con 3.7 cm/año (ambos con 11 años), mientras que los de menor IMA siguen siendo el redondo (1.1 cm/año a los 13 años de edad) seguido por el nazareno con 1.3 cm/año (a los 5 años), el tempizque (1.4 a los 9 años) y el cañamito y sangre

blanco con 1.5 cm/año a los 9 y 10 años, respectivamente. Las demás especies han crecido entre 1.6 y 3.6 cm m/año como el hormigo (1.6 cm a los 12 años) y San Juan guayapeño con 3.7 cm/año a los 13 años. En estudios conducidos en Lancetilla (PROECEN, 2003) el redondo tuvo un IMA de 0.6 cm a los dos años, lo que confirma que es una especie no adaptada a las condiciones del sitio (requiere altura sobre el nivel del mar superior a los 700 m). De las especies en estudio la mayor tasa de crecimiento en altura la presentan el cedro de la India seguido por el zorra con 3.2 y 2.3 m por año, pero son especies de madera muy liviana no comercial por ahora, aunque con potencial para la elaboración de artesanías. La mayoría de las especies en estudio (64%) presentan un IMA en altura de 1.20 m o más (Laurel negro, San Juan guayapeño, granadillo, cedrillo, rosita y caoba africana, entre otros), y el 36% por debajo de este valor (redondo, hormigo, narra, guapinol, aceituno, paleta y almendro de río, entre otros) (Cuadro 11).

En el 2008 se actualizó el registro de diámetro de copa y la frondosidad de aquellas especies que tienen 7 años como mínimo de establecidas en el campo. 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 11).

Mezcla de huesito (*Macrohasseltia macroterantha*) de 11 años de edad y zapelle (*Entodophragma rehderii*) de 8 años en Saf's con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.



Cuadro 11. 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, Honduras. 2008.

No	Especie	Edad (años)	IMA (cm) (diámetro)	IMA (m) Altura	Area de copa (m ²)	Frondosidad ¹
1	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	14	2.0	1.2	41.8	78
2	Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	14	3.4	1.5	80.1	75
3	San Juan Guayapeño (<i>Tabebuia donnell-smithii</i>)	13	3.7	1.5	62.2	45
4	Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	13	2.1	1.3	54.1	58
5	Flor azul (<i>Vitex gaumeri</i>)	13	2.7	1.2	54.1	75
6	Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	13	1.1	0.8	3.10	93
7	Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	12	2.7	1.2	73.9	88
8	Cedrillo (<i>Huerteia cubensis</i>)	12	3.1	1.4	70.9	65
9	Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	12	2.2	1.3	31.2	90
10	Hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	12	1.6	1.0	15.2	70
11	Cumbillo (<i>Terminalia amazonia</i>)	11	2.8	1.3	59.4	73
12	Limba (<i>Terminalia superba</i>)	11	5.3	2.2	120.8	78
13	Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	11	2.7	1.6	52.8	68
14	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	11	2.3	1.4	24.6	74
15	San Juan areno (<i>Ilex tectonica</i>)	11	2.3	1.2	32.2	79
16	Sombra de ternero (<i>Cordia bicolor</i>)	11	3.3	1.5	47.8-	69
17	Caoba africana (<i>Khaya senegalensis</i>)	11	2.9	1.4	50.3	68
18	Narra (<i>Pterocarpus indicus</i>)	11	1.8	1.1	34.2	51
19	Piojo (<i>Tapirira guianensis</i>)	11	2.2	1.2	41.8	76
20	Guapinol (<i>Hymenaea courbaril</i>)	11	1.9	1.1	35.3	48
21	Aceituno (<i>Simarouba glauca</i>)	11	1.9	1.1	25.5	55
22	Paleto (<i>Dialium guianensis</i>)	11	1.8	1.1	51.5-	80
23	Huesito (<i>Macrohasseltia macroterantha</i>)	11	1.6	1.2	20.4	77
24	Almendro de río (<i>Andira inermis</i>)	11	1.6	1.0	21.2	65
25	Zorra (<i>Jacaranda copaia</i>)	10	3.6	2.3	75.4	22
26	Cincho (<i>Lonchocarpus</i> sp.)	10	2.1	1.2	32.2	58
27	Sangre blanco (<i>Pterocarpus halleis</i>)	10	1.5	1.1	15.2	53
28	Jigua (<i>Nectandra</i> sp.)	9	3.4	1.6	65.0	68
29	Ciruelillo (<i>Astronium graveolens</i>)	9	2.3	1.3	44.2	84
30	Jagua (<i>Genipa americana</i>)	9	2.1	1.4	13.2	74
31	Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	9	2.1	1.1	31.2	60
32	Cañamito (<i>Aspidosperma spruceanum</i>)	9	1.5	1.1	18.1	75
33	Tempisque (<i>Mastichodendrom camiri</i>)	9	1.4	1.1	10.8	72
34	Zapele (<i>Entodophragma rehderii</i>)	8	2.7	1.8	10.8	85
35	Cedro de la India (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>)	7	5.1	3.2	30.2	69
36	Nazareno (<i>Peltogine paniculata</i>)	5	1.3	0.9	-	-

¹ Equivalente al % de luz interceptada por la copa

Manejo del componente forestal en Saf's con cacao

Cualquiera que sea la especie sombreadora, es necesario darle un manejo adecuado para mantener un grado de luz incidente que permita el desarrollo y producción del árbol de cacao. No es fácil encontrar la especie ideal, aquella que además de su potencial maderable al final del ciclo productivo, brinde la sombra ideal para el cultivo y sin incurrir en un costo muy elevado de manejo. La sombra se regula ya sea por medio de podas o por raleos sistemáticos o selectivos. La frondosidad (indicativo de la capacidad de interceptar la luz solar), el tamaño (diámetro) y la altura de copa, así como la densidad de siembra son los factores que determinan el grado de sombreado dentro del cultivo establecido en asocio con una especie cualquiera. Cuando la interacción de estos caracteres dan como resultado un exceso de sombra dentro de la plantación, es necesario acudir a la poda o al raleo de cierta población o a una mezcla de ambos, según el productor tenga prioridad por la producción de cacao a través del tiempo o por mayor volumen de madera al cosechar la misma. La frecuencia y severidad de las podas y raleos van a variar de acuerdo a cada especie establecida como sombra, ya que cuando ésta tiene un crecimiento vigoroso, copa amplia y frondosa, va necesitar más podas y raleos y más aun si la especie es de porte bajo.

En el CEDEC, La Masica, Atlántida, con especies entre 10 y 14 años las podas han variado entre 1 y 3 (redondo y limba, con 3 y 42 jornales ha⁻¹, respectivamente) y los raleos entre 0 y 1 con demanda de jornales entre 3 (para el redondo) y 34 (para la limba). A la edad de 14 años sólo ha sido necesario un raleo en 5 (14%) de 36 especies aquí consideradas (laurel negro, granadillo rojo, limba, marapolán y barba de jolote), con una demanda de mano de obra que varió entre 12 jornales/ha para el laurel negro y 34 para la limba. De acuerdo a estas experiencias compiladas en el CEDEC por 21 años, resulta más económico manejar sombra de maderables que manejar la sombra tradicional. Esto se debe a que con los maderables se suspenden las podas y los raleos una vez que se ha alcanzado un fuste adecuado y comercial, lo cual sucede en los primeros 10 años, mientras que con la sombra tradicional la poda debe realizarse durante toda la vida de la plantación. Igualmente las experiencias en el CEDEC muestran que para manejar la sombra tradicional hasta los 14 años se requieren 63.5 jornales/ha y 10 jornales adicionales cada dos años a partir del año 14 (30 jornales más hasta el año 20), resultando en un menor costo (65% menos hasta el año 14) el manejo de maderables en comparación a sombra tradicional de guama (*Inga sp.*), madreño (*Gliricidia sepium*) o pito o gualiqueme (*Erythrina sp.*) (Cuadro 12).



Cañamito (*Aspidosperma spruceanum*), es una especie no tradicional con buena calidad de madera y por su copa cónica permite una aceptable densidad en el asocio con cacao, aunque es de lento desarrollo en condiciones agroclimáticas del CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras.

Cuadro 12. Podas, raleos y demanda de mano de obra para estas prácticas en especies latifoliadas en evaluación como sustitutas de sombra permanente del cacao versus sombra tradicional. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

Especie	Edad (años)	Podas	Raleos	(j o r n a l e s/h a)	
				Podas	Raleos
Laurel negro	14	1	1	9	12
Caoba	14	2	0	4	0
San Juan guayapeño	13	1	0	6	0
Granadillo	13	2	1	18	8
Flor azul	13	2	0	14	0
Redondo	13	1	0	3	0
Barba de jolote	12	2	1	15	30
Cedrillo	12	2	0	8	0
Marapolán	12	2	1	14	33
Cumbillo	11	3	0	14	0
Limba	11	3	1	42	34
Rosita	11	3	0	14	0
Santa María	11	2	0	9	0
San Juan areno	11	2	0	10	0
Promedio		2	0.4	13.5	8.4
Sombra tradicional	14	7	-	63.5	-

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

Después de más de 10 años de registros (14 en algunos socios) se tiene que las diferencias en rendimiento se deben más a condiciones de suelo (media a baja fertilidad en la mayoría de los lotes) y al material genético sembrado (mezcla de híbridos), que a un efecto directo de la especie asociada. La mayoría de los socios presentaron en el 2008 un rango de producción de 500 (Flor azul) a 750 kg ha⁻¹ (San Juan areno), que se considera regular a bajo. Lo mismo puede decirse de la incidencia de moniliasis, donde las pérdidas están más relacionadas con el manejo cultural de la enfermedad, donde la ejecución periódica (semanalmente en época de lluvias) del retiro de frutos enfermos es indispensable para mantener la enfermedad por debajo de niveles del 10% anual. En el CEDEC la incidencia se ha mantenido entre 5.7% y 12.0% como promedio anual sin destacarse un socio en particular. A largo plazo, y de acuerdo a los incrementos medios anuales (IMA) tanto en altura como en diámetro, los mayores ingresos por el socio con maderables se tendrán por concepto de la madera. La desventaja de esto en comparación con el socio con un frutal es que en este último caso los ingresos empiezan al 4° ó 5° año después de la siembra del socio y no a los 20 años o más como sucede con los maderables (Cuadro 13).

Cuadro 13. Proyección de producción de madera e incremento medio anual en volumen en 16 especies forestales bajo SAF's con cacao. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

No	Especie	Edad (años)	m ³ /ha ⁻¹	IMA Vol. ha ⁻¹ (m ³)
1	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	14	34.7	2.5
2	Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	14	150.0	10.7
3	San Juan guayapeño (<i>T. donnell-smithii</i>)	13	44.8	3.4
4	Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	13	28.8	2.2
5	Flor Azul (<i>Vitex gaumeri</i>)	13	72.0	5.5
6	Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	13	3.8	0.3
7	Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	12	22.0	1.8
8	Cedrilla (<i>Hurtea cubensis</i>)	12	46.4	4.0
9	Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	12	24.8	2.1
10	Hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	12	16.7	1.4
11	Cumbillo (<i>Terminalia amazonia</i>)	11	37.0	3.4
12	Limba (<i>Terminalia superba</i>)	11	112	10.2
13	Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	11	36.0	3.3
14	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	11	34.2	3.1
15	San Juan areno (<i>Ilex tectonica</i>)	11	35.7	3.2
16	Sombra de ternero (<i>Cordia bicolor</i>)	11	56.0	5.1

1 Datos obtenidos por el Programa MIRA

CONCLUSIONES

- El asocio del cacao con maderables como sombra permanente son una alternativa económica y ambiental para zonas de trópico húmedo propias para este cultivo.
- 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 que superan los 260 m³/ha de madera con la calidad requerida por la industria maderera.
- Para las condiciones de la costa atlántica de Honduras el cedro, el marapolán, el San Juan areno, Santa María, granadillo rojo, el San Juan guayapeño, la rosita y el barba de jolote, entre otros presentan potencial para usarlos como sombra del cacao.
- Los sistemas cacao–aurel 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 14 años de establecidas, muestran adaptación a condiciones de poca altura (20 msnm), alta precipitación y suelos de fertilidad media como las del CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras.
- 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 conocerse actualmente en la industria local de la madera y por lo tanto tener limitaciones de comercialización.
- 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

(deshojarse en la época de menores temperaturas diarias), constituye una opción para asociarla con cacao, pero con la limitante de su lento desarrollo en condiciones de baja altura sobre el nivel del mar, haciendo posible su aprovechamiento a muy largo plazo (25 a 30 años).

- La incidencia por moniliasis obedece más al manejo en sí de la enfermedad que al tipo de especie asociada como sombra del cultivo.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, C. 2002. Instrumentos analíticos para el manejo de plantaciones de especies latifoliadas. Revista Tatascán – edición especial. ESNACIFOR, Siguatepeque, 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 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. 1p.
- 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. Siguatepeque, 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. 10^a. 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.

Efecto de micorrizas en la producción orgánica de plantas de cacao. CAC 01-02

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

Este estudio se inició en su etapa de vivero en el 2001 con el objetivo de determinar el efecto del hongo micorrízico *Glomus intraradix* en la producción orgánica de plantas de cacao. Se evaluaron distintos sustratos en mezcla con suelo normalmente utilizado en el CEDEC para la producción de plantas de vivero. Después de la etapa de vivero se tomó una muestra de ocho plantas para llevarlas al campo y comprobar si el efecto de la micorriza mostrado en condiciones de vivero perduraba en el campo especialmente en lo que respecta a producción. Los parámetros evaluados en la primera etapa fueron altura y diámetro de planta a los cinco meses de edad y estos fueron siempre mayores (aunque no significativos estadísticamente) en las plantas que fueron inoculadas con Bu-Rize siempre que llevaran suelo más un sustrato orgánico o este fuera remplazado por fertilización química a los dos meses de edad de las plantas. El mayor diámetro a los cinco meses de edad de las plantas fue suelo más estiércol vacuno más Bu-Rize (3:1/2 + Bu-Rize). El diámetro a los ocho años continúa siendo mayor en las plantas micorrizadas en comparación con las no micorrizadas en cada grupo o pareja pero sin diferencia significativa (8.92 vs 8.89 cm para las micorrizadas y no micorrizadas, respectivamente). El promedio de la producción acumulada (tres años) muestra que los tratamientos micorrizados superan los no micorrizados (1,123 y 987 kg ha⁻¹, respectivamente), aunque la producción al 3° año muestra diferencias entre los tratamientos siendo el mejor media dosis de estiércol vacuno más Bu-Rize (880 kg ha⁻¹) y el de menor producción el testigo (556 kg ha⁻¹).

RESULTADOS

Actualmente se le da mantenimiento a las plantas (ocho por tratamiento) que fueron sembradas en campo bajo sombra temporal de musáceas (la cual se eliminó completamente a los dos años) y de cedro de la India (*Acrocarpus fraxinifolius*) como sombra permanente. En el 2006 se inició el registro de producción por tratamiento, además de las otras labores propias del cultivo como poda de mantenimiento, control de malezas, desmoniliado, regulación de sombra y fertilización. En los datos preliminares de rendimiento se observa que todos los tratamientos micorrizados superan a los tratamientos no micorrizados (Cuadro 14).

Cuadro 14. Diámetro y rendimiento por hectárea de plantas de cacao bajo diferentes tratamientos micorrizados y no micorrizados en la etapa de vivero. CEDEC, La Masica, Atlántida. (Período enero/06 – Diciembre/08).

No.	Descripción	Diámetro (cm)		Producción (kg ha ⁻¹)			% Monilia
		7 años ¹	8 años ¹	2007	2008 ²	Acumulado	
1	0: suelo común (testigo)	8.01 ^a	9.18 ^{ab}	229	556 ^f	785	5.8
2	0 mezcla + Burize	8.40 ^a	8.88 ^{ab}	371	642 ^e	1,013	4.7
3	2.5 g triple 15 + Burize	8.74 ^a	9.20 ^{ab}	371	715^c	1,086	8.0
4	5.0 g. de triple 15	8.61 ^a	8.94 ^{ab}	275	770 ^b	1,045	6.2
5	3:½ gallinaza + Burize	8.11 ^a	8.36 ^b	399	660 ^e	1,059	6.2
6	3:1 mezcla gallinaza	7.67 ^a	8.44 ^{ab}	316	752 ^b	1,068	7.0
7	3:1 estiércol vacuno	8.23 ^a	9.02 ^{ab}	371	678 ^d	1,049	7.8
8	3:½ estiércol vacuno +	8.34 ^a	9.24 ^a	454	880 ^a	1,334	6.3
Promedio micorrizados		8.39	8.92	399	724	1,123	6.3
Promedio no micorrizados		8.13	8.89	298	689	987	6.7
		c.v=4.1		c.v=7.54			

¹ Valores con la misma letra no difieren entre sí estadísticamente.

Si consideramos el promedio del diámetro a los ocho años de los tratamientos no micorrizados (8.89 cm) no se observa diferencia con el promedio de diámetro de los micorrizados (8.92 cm). Cuando consideramos el promedio de producción de los no micorrizados en el 2008 (689 kg ha⁻¹) con los tratamientos micorrizados (724 kg ha⁻¹), se observa una diferencia mínima (35 kg ha⁻¹) que alcanza en este año sólo a 5.1% (33.6% en el 2007). Cuando consideramos el acumulado se encuentra que el promedio de los tratamientos micorrizados tienen un 13.8% más de producción, lo cual podría ser significativo económicamente según condiciones del mercado.

CONCLUSIONES

Se requieren más datos de cosecha a través del tiempo para saber si la micorrización de plantas de cacao en vivero, unido a un sustrato orgánico, tiene efecto más tarde en la producción, aunque no haya diferencias significativas en cuanto al diámetro y la altura de las plantas en condiciones de vivero (a los 150 días de establecidas) diferencia que tiene a disminuir a medida que las plantas entran en edad adulta (productiva).

LITERATURA CITADA

Laycock, D. H. 1945. Preliminary investigations into the function of endotrophic mycorrhiza of *Theobroma cacao* L. Tropical Agriculture (Trinidad) 22: 77-80.

Pike, E. E. 1934. Mycorrhiza in cacao. Report Cocoa Research. Trinidad 11:41-48.

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 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 hirviente. 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 cinco 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 lectura 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 sufre 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 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 3,186 mm anuales (promedio de los años 2002 al 2006) 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 hirviente. 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. Se hizo análisis químico del suelo utilizado para la mezcla con la cual se llenaron las bolsas mostrando el mismo una baja fertilidad natural.

Las inoculaciones se iniciaron el mismo día que se sembraron las semillas. La fuente de inóculo fue el producto BuRize® 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 ¹
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

¹0 días: día en que se sembró toda la semilla en las bolsas.

Se sometieron 80 plantas a cada tratamiento y se distribuyeron en el vivero conforme a un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones, constando cada parcela de 20 plantas. Todo lo referente a este trabajo en lo que concierne a metodología y

resultados en etapa de vivero se encuentran en detalle en los Informes Técnicos de Cacao de los años 2006 y 2007.

Del material que se llevó al campo para continuar el estudio, a los seis meses se determinó 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.

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 en primera instancia pero se ha mantenido el ensayo para conocer el posible efecto de la micorriza en la producción. A continuación se presentan resultados parciales y análisis preliminares correspondientes a la fase de campo después de cuatro años de realizado el trasplante al sitio definitivo (10/diciembre/2004).

En el 2008 se midió el diámetro de plantas que fueron trasplantadas y se observa que el promedio general de las plantas tratadas es ligeramente mayor que el testigo (no tratadas), siendo esta diferencia después de 4 años solamente del 9% (12.4% a los 2 años) a favor de las plantas que fueron micorrizadas. También se iniciaron registros de producción los que muestran diferencias significativas entre los tratamientos, siendo mejor (517 kg ha⁻¹) la producción de las plantas inoculadas a los 4 días y la menor la de las plantas de 0 días. El promedio de las plantas micorrizadas produjo un 14.7% más que el testigo (382 y 333 kg ha⁻¹) en el primer año de cosecha (Cuadro 15).

Cuadro 15. Promedio de diámetro y producción en plantas micorrizadas y un testigo a los 150 días y hasta cuatro años después del trasplante. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Tratamiento (días post-siembra para inoculación)	150 días	Diámetro de plantas (cm)				Producción (kg ha ⁻¹)	Moniliasis (%)
		Edad (años)					
		1	2	3	4		
0	0.96	2.03	3.82 ^a	5.92	7.20 ^a	314 ^d	8.8
4	0.91	2.11	4.46 ^a	6.86	7.83 ^a	517 ^a	10.6
8	0.95	1.83	4.10 ^a	6.14	7.60 ^a	440 ^b	8.6
12	0.99	1.99	4.52 ^a	5.97	7.50 ^a	285 ^e	12.0
16	0.99	2.08	4.48 ^a	6.65	7.70 ^a	356 ^c	10.6
Promedio plantas tratadas	0.96	2.00	4.27	6.31	7.57	382	8.4
Testigo	1.02	1.72	3.74 ^a	5.78	7.13 ^a	333 ^{cd}	7.1
					c.v=11.2	c.v= 3.9	

¹ Valores con la misma letra no difieren entre sí estadísticamente

CONCLUSIONES

- Ocurrió micorrización natural que enmascaró parcialmente el efecto de la inoculación artificial.
- 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).
- 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.
 - Se mantiene el seguimiento a la fase de campo hasta producción para determinar si efectivamente el cacao deriva beneficio de la asociación micorrízica.
 - Aunque no hay diferencias en diámetro de plantas a los cuatro 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, dos y tres años después del trasplante.

LITERATURA CITADA

Laycock, D. H. 1945. Preliminary investigations into the function of endotrophic mycorrhiza of *Theobroma cacao* L. Tropical Agriculture (Trinidad) 22: 77-80.

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. CAC 02-02

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

RESUMEN

Esta actividad se inició en el CEDEC hace 19 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). 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*) y el cedro (*Cedrela odorata*), son las especies de mayor rendimiento de madera (459 y 359 m³/km lineal, respectivamente), gracias a un mayor crecimiento radial, (3.2 y 2.8 cm de IMA en diámetro), mientras que el laurel blanco (*Cordia alliodora*) es el de menor rendimiento en volumen a esta misma edad (106 m³/km lineal) a los 21 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 2007). 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 Brown, 1994; Luján, et ál 1996 y Luján, et ál 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se lleva a cabo en el CEDEC, La Masica, que está a 20 m sobre el nivel del mar, con una precipitación media de 3,040 mm anuales (promedio de los años 2001 al 2008) 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

Este estudio que acumula información de hasta 21 años en algunas especies. Se inició en 1987 y como en otros años en este informe lo que se hace es actualizar la información que sobre el desarrollo de las especies se realiza cada año. De acuerdo a la información disponible las especies con mejor desarrollo, lo que se traduce en un mayor volumen de madera/km a los 21 años, continúan siendo el laurel negro (459 m³/km), el cedro (359 m³/km), la caoba (260 m³/km), el framire (273 m³/km), y la teca (180 m³/km con 21 años de edad (la teca con 20 años). Otras especies con sólo 12 a 13 años de edad (madera aun no aprovechable) presentan volúmenes que sobrepasan los 150 m³/km como el pochote (300 m³/km), el San Juan de pozo (339 m³/km), el hormigo (182 m³/km) y la caoba africana (267 m³/km) (Cuadro 16).

De las 19 especies en evaluación seis ya alcanzaron edad de aprovechamiento (21 años) y serán cosechadas durante el 2009. De acuerdo a los precios locales de madera en tabla los ingresos por km lineal pueden superar los L.2,000,000/km (Cuadro 17).

Cuadro 16. 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, 2008.

Espece	Edad (años)	Arboles /km ¹	DAP ² (cm)	IMA	Altura (m)	IMA	m ³ /árbol	m ³ /km
Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	21	124	67.6	3.2	22.7	1.1	3.7	458
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	21	124	59.4	2.8	23.0	1.1	2.9	359
Framire (<i>Terminalia ivorensis</i>)	21	124	49.8	2.4	21.8	1.0	2.2	273
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	21	124	51.5	2.5	22.2	1.0	2.1	260
Laurel blanco (<i>Cordia alliodora</i>)	21	76	39.0	1.9	25.8	1.2	1.4	106
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	20	150	41.1	2.0	19.0	0.9	1.2	180
San Juan de pozo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	13	121	57.6	4.4	22.5	1.7	2.8	339
Hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	13	130	46.6	3.6	19.6	1.5	1.4	182
Caoba de Lagos (kaya) (<i>Khaya ivorensis</i>)	13	167	42.0	3.2	23.6	1.8	1.6	267
Sangre rojo (<i>Virola koschnyi</i>)	13	167	38.4	3.0	16.7	1.3	0.8	137
Cedrillo (<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>)	13	167	25.8	2.1	17.2	1.3	0.4	68
Pochote (<i>Bombacopsis quinatum</i>)	12	167	54.5	4.5	18.6	1.6	1.8	300
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	12	153	32.4	2.7	14.5	1.2	0.5	83
Cortés (<i>Tabebuia guayacan</i>)	12	139	35.7	3.0	18.9	1.6	0.8	111
Matasano (<i>Escenbeckia pentaphylla</i>)	9	81	25.2	2.8	13.5	1.5	0.3	22.7
Limba (<i>Terminalia superba</i>)	8	96	39.3	5.0	19.0	2.4	1.1	105

¹ Árboles/km lineal, después de un raleo del 25 a 35 % de plantas.

² Diámetro a la Altura del Pecho.

Cuadro 17. Estimación del valor económico de madera proveniente de árboles en línea a los 21 años de edad. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

Espece forestal	Volumen pies tablares km ⁻¹ lineal	Precio pie tablar (mercado local)	Valor (L/km lineal)
Laurel negro	91,760	20	1,835,200
Laurel blanco	21,280	20	425,600
Caoba	52,080	40	2,083,200
Cedro	71,920	30	2,157,600
Framire	54,560	20	1,091,200
Teca	36,000	35	1,260,000

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 productores y ganaderos incrementen en forma considerable los ingresos económicos de la finca, sin incurrir en mayores costos.
- 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 kaya y la caoba, entre otras, son especies que presentan gran potencial para su explotación en la modalidad de árboles en línea (linderos, bordes de caminos o hileras alrededor de otros cultivos), presentando incrementos medios anuales en volumen superiores a 9 m³/km.

LITERATURA CITADA

- 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.
- Lujan, R. y A.C. 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.
- Lujan, R. et ál. 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.
- Lujan, R. et ál. 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.

Evaluación de materiales híbridos con resistencia potencial a moniliasis (*Moniliophthora roreri*) bajo condiciones de inóculo natural. CAC 99-01

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 materiales 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. 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 siete años de registros (en el primer grupo recibido) permiten identificar 15 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, 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, 1,436 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 18, 19 y 20). 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 tres 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 18. 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 19. 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 20. 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 7 años de registros (en el Grupo 1-Lote 14) bajo condiciones de inóculo natural, se tiene 15 árboles que muestran tolerancia al hongo y presentan un promedio de frutos que sobrepasa los 35 frutos por árbol por año (53 en promedio de 15 materiales) en las condiciones del CEDEC, La Masica. Sobresalen los árboles 708 (PA-169 x CC-137) y el 707 (UF-273 x PA-169) con un potencial productivo mayor de 3 kg/árbol y una incidencia de enfermedad de 7.5 y 2.3%, respectivamente. Por el promedio de frutos sanos totales (369), el promedio por año por árbol (53) y su baja incidencia promedio de estos materiales (3.0%), en condiciones de inóculo natural, este grupo de árboles son muy promisorios para zonas con presencia de la enfermedad, complementando su comportamiento con prácticas de manejo oportunas, incluyendo el retiro de frutos con síntomas de la enfermedad (Cuadro 21 y Figura 5).

Cuadro 21. Comportamiento productivo e incidencia de moniliasis en árboles de cacao en evaluación bajo condiciones de inóculo natural. CEDEC La Masica. Grupo 1- Lote 14. Período: enero/02- diciembre/08.

Cruce	Árbol No.	No. Frutos		% de Moniliasis	
		Cosechados sanos	Promedio/año		
PA - 169	x CC-137	708	650	93	7.5
UF - 273	x PA-169	707	502	72	2.3
ARF-22	x ICS-43	741	426	61	3.2
UF-712	x PA-169	738	404	58	0.5
PA-169	x CC-137	671	392	56	5.1
UF - 273	x P-23	330	392	56	1.8
PA-169	x P-23	168	391	56	2.0
UF - 273	x PA-169	269	366	52	1.3
UF-712	x CC-137	719	354	51	3.3
ARF-22	x UF-273	353	328	47	5.5
ARF-22	x UF-273	485	288	41	1.7
PA-169	x CC-252	587	271	39	1.8
UF-273	x PA-169	442	268	38	1.1
CCN-51	x CC-252	130	258	37	7.2
UF-712	x ARF-4	550	252	36	0.8
Promedio/árbol		369	53	3.0	

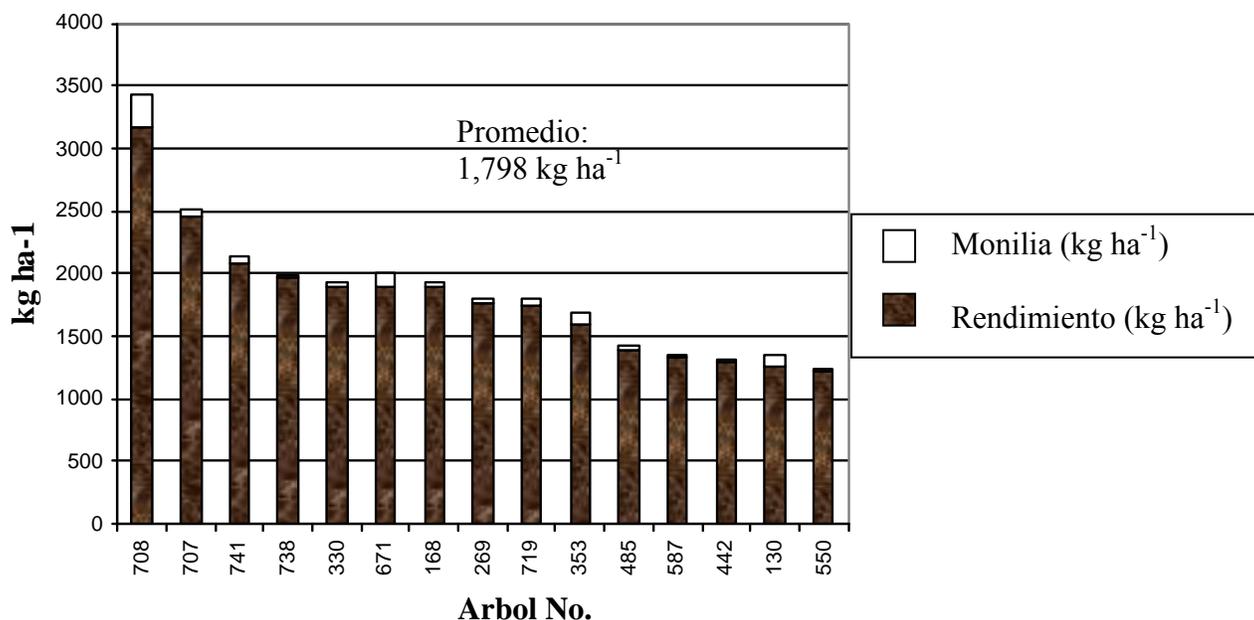


Figura 5. Materiales con mejor potencial de producción y menor incidencia de moniliasis en evaluación en el CEDEC, La Masica, Atlántida. Período 2002-2008.

En el grupo 2 con 4 años de cosecha encontramos también 17 materiales que presentan en promedio una producción alrededor de 1.0 kg/árbol por año y 4 (con solo un año de cosecha) con un rendimiento potencial de 2 kg árbol/año. Exceptuando el árbol 249 y el 286 los demás materiales presentan una incidencia de moniliasis muy baja (menos del 6% y 5.9% en el 2007) e incluso varios no han presentado frutos enfermos, por lo tanto es un grupo de árboles con potencial pero quizás la baja presión de inóculo en el Centro ha contribuido a estos bajos niveles de incidencia, haciéndose necesario inocularlos artificialmente para conocer su verdadero comportamiento ante la presencia del patógeno (Cuadro 22).

Cuadro 22. Árboles sobresalientes por su producción de frutos sanos y baja incidencia de moniliasis en ensayo de evaluación de materiales de cacao procedentes del CATIE, Costa Rica. CEDEC, La Masica, Atlántida. Grupo 2-Lote 11-A. Período octubre/04 a diciembre/08.

Trat.	Cruce	No. Árbol	Frutos cosechados		% de Monilia		
			Sanos	Promedio por año			
B	Árbol 81	x	ICS-95	63	202	51	0.5
G	ICS-95	x	UF-273	249	152	38	16.5
I	ARF-22	x	ARF-6	315	127	32	1.5
F	ICS-95	x	UF-712	211	112	28	0.0
F	ICS-95	x	UF-712	191	109	27	0.0
A	UF-273	x	Pound-7	39	100	25	2.9
E	ICS-95	x	Arbol-81	185	91	23	5.2
B	Árbol 81	x	ICS-95	83	87	22	3.3
F	ICS-95	x	UF-712	204	83	21	1.2
J	UF-273	x	ICS-6	338	80	20	0.0
H	UF-273	x	Arbol-81	256	73	18	3.9
A	UF-273	x	Pound-7	42	66	17	2.9
I	ARF-22	x	ARF-6	286	58	15	8.0
A	UF-273	x	Pound-7	161	56	56 ¹	1.0
A	UF-273	x	Pound-7	218	55	55 ¹	0.0
L	UF-712	x	SCA-6	245	52	52 ¹	1.0
A	UF-273	x	Pound-7	121	50	50 ¹	0.0
			Promedio/árbol	79	32	2.8	

¹ Sólo 2008

En el grupo de Guaymas (Grupo 3) se tienen 11 materiales con un potencial de producción que varía entre 1.1 y 3.0 kg/árbol para un promedio de 1.7 kg/árbol. La incidencia en esta zona es más alta que en el CEDEC debido a mayor presión de inóculo procedente principalmente de árboles vecinos de la misma finca, ya que el productor no hace la práctica de retiro de frutos enfermos con la frecuencia necesaria para que el inóculo se mantenga abajo del 10% como es lo deseado y posible. En este grupo los árboles 43 y 50 con 346 y 302 frutos en 4.5 años de registros de cosecha y con incidencia de 6.1 y 16.3 %, respectivamente, de frutos enfermos, son materiales que pueden considerarse muy promisorios en áreas de baja presión de inóculo, aplicando además prácticas culturales oportunas para control de la enfermedad (Cuadro 23).

Cuadro 23. Comportamiento productivo e incidencia de moniliasis en árboles de cacao procedentes del CATIE. Guaymas, Yoro. Finca Daniel Reyes-Grupo 3. Período mayo/04–diciembre/08.

Cruces ¹	No. Árbol	No. Frutos cosechados		% de Moniliasis
		Sanos	Promedio por año	
UF-273 x ICS-6	43	346	77	6.1
UF-273 x ICS-6	50	302	67	16.3
CCN-51 x EET-75	195	231	51	17.4
EET-75 x CC-137	173	189	42	6.9
UF-712 x SCA-6	153	184	41	7.9
UF-273 x Arbol-81	72	164	36	4.1
UF-273 x Arbol-81	239	162	36	22.2
UF-273 x ICS-6	52	157	35	20.0
ARF-22 x PA-169	79	150	33	6.2
EET-75 x CC-137	7	135	30	9.4
UF-712 x SCA-6	160	125	28	14.2
Promedio/árbol		195	43.3	11.9

De los datos de los cuadros 4, 5 y 6 se observa que la proporción de materiales que muestran tolerancia a la enfermedad y producción aceptable (mas de 1,0 kg/árbol año) sigue siendo muy baja, pues de una población de 1,436 árboles solamente 42 (2.9%) presentan aceptable a buena producción y algún grado de resistencia.



Complementario a los registros de campo, los mejores materiales son evaluados mediante inoculación artificial para una mayor seguridad de su comportamiento ante la presencia del hongo causante de la enfermedad. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

Caracterización de cultivares de cacao con tolerancia a moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri* previo a la futura distribución comercial de este material. CAC 05-01

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 mazorca 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 donde en el 2008 continuaron en observación aunque aun no se tienen registros de producción.

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 Honduras a comienzos del 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 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, Informe Técnico 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 detectaron 11 plantas dentro de una población de 707 árboles, que mostraban 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 METODOS

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 seis 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 multiplicó 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. En el 2008 se dio mantenimiento al ensayo que se desarrolla actualmente en el campo (Cuadro 24).

Cuadro 24. Materiales promisorios por su producción y comportamiento a moniliasis bajo condiciones de inóculo natural propagados por injerto para su caracterización posterior. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras en el 2008.

Cruce			Arbol No.	No. Injertos/patrón			Injertos por cruce
				UF-29	Pound-7	Mezcla ¹	
ARF-22	x	UF-273	485	2	3	10	15
UF-712	x	PA-169	377	4	4	8	16
FCS-A2	x	CCN-51	228	4	2	9	15
UF-273	x	PA-169	707	5	3	2	10
UF-273	x	PA-169	275	2	4	5	11
PA-169	x	P-23	79	3	1	9	13
PA-169	x	ARF-6	95	2	5	0	7
UF-712	x	PA-169	30	3	3	8	14
ARF-22	x	UF-273	204	2	3	12	17
UF-273	x	P-23	210	3	6	2	11
CC-137	x	ARF-37	288	3	8	7	18
Total injertos			-	33	42	72	147

¹ IMC-67, EET-400, EET-399, Pound-12, SPA-9 y UF-613

CONCLUSIONES

- Es un estudio de caracterización de materiales promisorios aun en proceso.

LITERATURA CITADA

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.

Programa de Cacao y Agroforestería. FHIA, Informe Técnico 2004.

Soria V., J.; Enríquez, G. A. ed. 1981. Internacional cacao cultivar catalogue. Technical Bulletin No. 6. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 156 p.

Búsqueda de materiales con potencial de calidad para la producción de cacao fino con destino a mercados específicos. CAC 07-01

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

RESUMEN

La búsqueda de materiales de cacao con potencial para mercados con nichos específicos actualmente en expansión y que están dispuestos a pagar mejores precios, es también otra actividad a la cual el Programa dedica esfuerzos. Esta nueva actividad se inició a finales del 2006 apoyando a TECNOSERVE (ONG internacional) en la búsqueda de materiales de cacao con características de cacao superior, llamados ahora “criollos modernos”. Dentro de este grupo se han identificado en el país tres tipos de cacao: el “Indio amelonado rojo” único en Honduras, árboles con características de trinitario y criollos locales (en mayor o menor grado). En el 2008 se reevaluó el grupo de árboles identificados inicialmente con el apoyo de TECHNOSERVE, siendo más exigentes en cuanto al % de almendras blancas (o color crema). Bajo este criterio, se seleccionaron 37 materiales en un lote de árboles actualmente en evaluación para resistencia a moniliasis. Además se han establecido 2 ha aproximadamente (2,312 plantas) con materiales que presentan características de “cacao fino”. También se colectaron ocho materiales “criollos puros” en el occidente del país, mediante una misión conjunta con personal técnico de TECHNOSERVE.



Almendras de color blanco cremoso y violeta pálido típicas de árboles con características de cacao “fino o dulce” seleccionado en el CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

Cacao criollo genuino en vías de extinción por su incapacidad de adaptación fuera de su habitat natural, encontrado en el occidente del país.



Avances en la evaluación por inoculación artificial de la reacción de material genético de cacao a mazorca negra en 2007. CAC-FIT 07-02

José C. Melgar y Jorge A. Dueñas
Departamento de Protección Vegetal, FHIA

Jesús Sánchez y Aroldo Dubón
Programa de Cacao y Agroforestería, FHIA

RESUMEN

La mazorca negra del cacao, causada por especies del stramenópilo *Phytophthora*, es una de las enfermedades más serias que afecta el cultivo en Honduras. El uso de genotipos con resistencia a mazorca negra se considera una estrategia promisoría para reducir el impacto de la enfermedad. El objetivo de este estudio fue 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 FHIA. Usando discos de papel filtro impregnados en una solución conteniendo 1.42×10^5 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 evaluaron 17 genotipos, para lo cual se inocularon 156 mazorcas de cacao. Los cruces CC-137 X P-23 (árbol 599), PA-169 X P-23 (árbol 360), PA-169 X ICS-95 (árbol 512), PA-169 X P-23 (árbol 230), PA-169 X P-23 (árbol 536), CC-252 X P-23 (árbol 756), PA-169 X P-23 (árbol 715), ARF-37 X ARF-64 (árbol 491) y CCN-51 X CC-252 (árbol 509) mostraron resistencia al presentar desarrollo de manchas con diámetro menor que el testigo susceptible CCN-51. Ocho cruces resultaron susceptibles a mazorca negra con severidad promedio de las manchas igual o mayor que el testigo susceptible. Existe entre el material potencial para identificación de germoplasma resistente a mazorca negra.

INTRODUCCIÓN

La mazorca negra es la enfermedad del cacao de mayor importancia económica en el mundo, llegando a causar pérdidas de rendimiento hasta de 30% en el cultivo (Montes-Belmont y de Los Santos, 1989; Guest, 2007; Hebbbar, 2007; Evans, 2007). Se estima que las pérdidas económicas en el cultivo de cacao anualmente sobrepasan los 400 millones de dólares americanos (Bowers et ál. 2001). Al menos seis especies de *Phytophthora* se han reportado como agentes causales de esta enfermedad, de los cuales *Phytophthora palmivora* y *P. megakaria* son las especies más importantes (Guest, 2007). 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 Honduras más probablemente sea *Phytophthora palmivora* (Erwin, D. C., Bartnicki-García, S. y Tsao, P. H.; 1983). Este patógeno puede atacar cualquier parte de la planta, pero el daño de más relevancia de la enfermedad ocurre cuando el patógeno ataca los frutos. El inóculo inicial que ataca mazorcas de cacao en un cultivo proviene del suelo. Si hay condiciones de alta humedad ambiental se forman esporangios que sirven de inóculo secundario cuando son diseminados por corrientes de agua o salpique (Bowers et ál. 2001). 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, en presencia de condiciones climáticas favorables para su desarrollo, 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 y con inoculaciones artificiales la reacción a mazorca negra de genotipos seleccionados previamente tomando en consideración rendimiento, calidad y resistencia a moniliasis.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fuente del patógeno 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 Phillips y Galindo (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 (CaCO_3). El crecimiento de las colonias del hongo tuvo lugar a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$) y períodos alternados de doce 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°C . Los platos inundados se incubaron en la oscuridad a 5°C por 30 minutos y finalmente a temperatura ambiente y con luz por otros 30 minutos. Posteriormente, se prepararon suspensiones conteniendo en promedio 1.42×10^5 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.

De acuerdo con estudios realizados en Costa Rica. Cada disco debería contener aproximadamente 7,500 zoosporas debido a que tiene la capacidad de absorber 0.05 ml de suspensión. Cada mazorca inoculada se confinó en una jaula de malla metálica de 12.5 cm de diámetro y 24 cm de longitud que se cubrió con una bolsa plástica conteniendo una sección de papel toalla humedecido. Dos días después de la inoculación se cortaba el extremo inferior de la bolsa para remover el papel toalla y evacuar el exceso de agua dejando el fruto siempre protegido por la jaula y la bolsa, todo ello sin desprenderlo del árbol. Siete días después de la inoculación las mazorcas se desprendían de los árboles y se determinaba la incidencia y severidad de mazorca negra. La incidencia se determinaba calculando el porcentaje de mazorcas inoculadas que mostraban síntomas de mazorca negra. La severidad se determinaba obteniendo el promedio de los diámetros longitudinal y transversal de la mancha más grande en cada fruto. Los datos de severidad obtenidos se sometieron a prueba de "t" para una muestra. Como parámetro se usó el promedio de diámetro de mancha del material CCN-51 (susceptible) a través de varios años de inoculaciones. Los genotipos con promedio de diámetro de mancha estadísticamente menor que CCN-51 fueron declarados resistentes y los genotipos con promedio de diámetro de mancha igual o superior a CCN-51 se declararon susceptibles.

RESUTADOS Y DISCUSIÓN

Se inocularon 156 mazorcas en 17 genotipos de cacao. Al final del período de incubación en los frutos inoculados se cuantificó una incidencia general de mazorca negra de 83.97%. El grado de severidad varió desde materiales que no desarrollaron manchas hasta materiales con manchas que en promedio alcanzaron diámetro de 10.72 cm.

Nueve genotipos (Cuadro 1) mostraron alto grado de resistencia a mazorca negra con una incidencia promedio de 71.6% y severidad entre 0.0 y 3.50 cm. Dos de ellos CC-137 X P-23 (árbol 599) y PA-169 X P-23 (árbol 360) mostraron 0% de incidencia y severidad; desafortunadamente, el número de mazorcas evaluadas en ambos genotipos fue bajo (5 y 2, respectivamente), lo cual obliga a considerar los datos con reserva. El material CC-137 fue evaluado en Costa Rica anteriormente y mostró una reacción de susceptibilidad moderada a la mazorca negra (Phillips y Galindo, 1989). De estos genotipos se deben evaluar más mazorcas para asegurar la confiabilidad de los datos. Los otros siete materiales mostraron severidad entre 0.75 y 3.50 cm de diámetro de mancha necrótica. Cinco de los nueve cruces con resistencia a mazorca negra tienen como padre PA-169 y 6 tienen como madre P-23. Cuatro de los cruces son PA-169 X P-23 aunque diferente árbol. Estos resultados indican que el cruce PA-169 X P-23 es una combinación de materiales genéticos que resulta frecuentemente en buena resistencia a mazorca negra.

Cuadro 1. Incidencia y severidad de mazorca negra registrada en mazorcas de genotipos de cacao con resistencia a la enfermedad. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2008.

Material genético (# planta)	Frutos inoculados	Incidencia (%)	Severidad (Ø cm)	Pr > t ⁽¹⁾
CC-137 X P-23 (599)	5	0.0	0.00	sd
PA-169 X P-23 (360)	2	0.0	0.00	sd
PA-169 X ICS-95 (512)	7	71.43	0.75	<0.0001
PA-169 X P-23 (230)	4	75.00	0.81	0.0005
PA-169 X P-23 (536)	13	61.54	0.83	<0.0001
CC-252 X P-23 (756)	9	55.56	1.31	0.0009
PA-169 X P-23 (715)	21	76.19	1.50	<0.0001
ARF-37 X ARF-64 (491)	15	100.00	2.20	<0.0001
CCN-51 X CC-252 (509)	12	91.67	3.50	0.0115

⁽¹⁾ Parámetro = 5.80 cm (Diámetro de manchas de mazorca negra en el genotipo CCN-51 que es susceptible a esta enfermedad).

Ocho cruces reaccionaron como susceptibles a mazorca negra mostrando incidencia de 100%, y severidad entre 3.74 y 10.72 cm de diámetro promedio de las manchas (Cuadro 2). La mayoría de estos genotipos mostraron severidad similar al testigo CCN-51; sin embargo, los cruces UF-712 X P-23 (árbol 396) y P-23 X CCN-51 (árbol 751) mostraron mucha más susceptibilidad que CCN-51. Debido a que en general la incidencia de mazorca negra en el país es baja (< 5%) algunos de estos materiales que tengan buen rendimiento pueden ser considerados para futuros estudios y para uso comercial si fuera necesario.

Cuadro 2. Incidencia y severidad de mazorca negra registrada en mazorcas de genotipos de cacao susceptibles a la enfermedad. CEDEC, La Masica, Atlántida. 2008.

Material genético (# planta)	Frutos inoculados	Incidencia (%)	Severidad (Ø cm)	Pr > t ⁽¹⁾
ARF-22 X UF-273 (485)	6	100.00	3.74	0.1373
UF-23 X P-23 (515)	11	100.00	3.84	0.0966
CC-137 X ARF-37 (612)	10	100.00	4.27	0.3182
P-23 X CCN-51 (451)	7	100.00	4.56	0.5949
UF-273 X P-23 (513)	13	100.00	4.73	0.1681
CC-137 X P-23 (511)	2	100.00	4.93	0.1257
UF-712 X P-23 (396)	10	100.00	7.55	0.0115
P-23 X CCN-51 (751)	9	100.00	10.72	0.0030

⁽¹⁾ Parámetro = 5.80 cm (Diámetro de manchas de mazorca negra en el genotipo CCN-51, el cual es susceptible a la enfermedad).

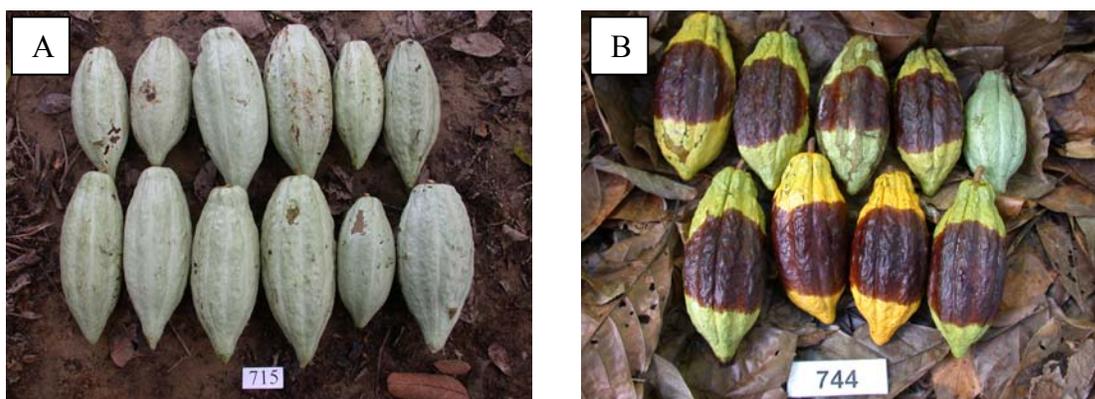


Figura 1. Mazorcas de cacao con resistencia (A) y susceptibilidad (B) a mazorca negra siete días después de inoculación artificial con *Phytophthora* sp. La Masica, Atlántida. 2008.

El presente trabajo se inició en 2006 y es el complemento del estudio de evaluación de resistencia a moniliasis iniciado en 2004. Algunos de los genotipos evaluados para resistencia a mazorca negra en 2008 todavía no han sido evaluados para resistencia a moniliasis.

CONCLUSIÓN

- Los materiales genéticos de cacao evaluados mostraron claras diferencias en resistencia a mazorca negra. Nueve materiales genéticos mostraron resistencia y ocho mostraron susceptibilidad.

RECOMENDACIONES

- La reacción de los materiales resistentes debe ser validada por un ciclo adicional de evaluación y en previsión a su desempeño esperado se debe iniciar el incremento de los mismos como posibles alternativas para el manejo de estas enfermedades.
- Continuar evaluaciones en el 2009 de materiales adicionales con características promisorias en la que respecta a rendimiento y calidad del fruto.

LITERATURA CITADA

- Bowers, J. H., Bailey, B. A., Hebbar, P. K., Sanogo, S. y Lumsden, R. D. 2001. The impact of plant disease on world chocolate production. <http://www.apsnet.org/online.feature/cacao>. Consultado el 25 de febrero de 2009.
- Erwin, D. C., Bartnicki-García, S. y Tsao, P. H.; 1983. *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology. APS Press. St. Paul, MN. USA.
- Evans, H. C. 2007. Cacao Diseases-The trilogy revisited. *Phytopathology* 97:1640-1643.
- Guest, D. 2007. Black Pod: Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology* 97:1650-1653.
- Hebbar, P. K. 2007. Cacao Diseases: A global perspective from an industry point of view. *Phytopathology* 97:1658-1663.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

4. ACTIVIDADES EN EL CENTRO AGROFORESTAL DEMOSTRATIVO DEL TRÓPICO HÚMEDO (CADETH)

Este Centro establecido en zona de ladera con suelos de muy baja fertilidad y una precipitación de 3,665 mm (promedio de 2001 al 2008), es uno de los escenarios que el programa utiliza para sus labores de investigación, capacitación y transferencia de tecnológica. En el mismo se han establecido parcelas experimentales, demostrativas y de colección en vivo de frutales y maderables, que apoyan la labor educativa y de promoción que desarrolla el programa en el campo agroforestal. Después de 10 años de existencia de este centro, se dispone de importante información con énfasis en el comportamiento de especies latifoliadas tradicionales y no tradicionales con gran potencial para su explotación comercial en condiciones de trópico húmedo y suelos de baja a muy baja fertilidad. El Centro continúa siendo visitado por técnicos, agricultores, estudiantes e inversionistas que buscan información sobre los diversos tópicos que allí se evalúan, relacionados en su mayoría con el conocimiento de especies maderables y uso racional de recursos, especialmente el agua. A continuación se presenta información resumida sobre las principales actividades desarrolladas durante el año 2008.



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

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
 Programa de Cacao y Agroforestería

RESUMEN

La producción en estas parcelas es baja (< de 500 kg ha⁻¹) debido a la baja fertilidad del suelo y a mucho daño de plagas como ardillas y pájaros (checos). Las pérdidas por moniliasis son muy bajas, ya que no sobrepasan el 7% anual. El registro del desarrollo de los forestales muestran a la limba (*Terminalia superba*) como la especie de mayor desarrollo a los 11 años de edad, con un incremento medio anual (IMA) en diámetro de 3.2 cm para un grosor total de 35.2 cm, mientras que en altura el IMA es de 2.0 m para una altura total de 22.3 m (Cuadro 1).



El marapolán (*Guarea grandifolia*) por su copa estrecha y calidad de madera, es una especie con potencial para conformar sistemas agroforestales con cultivos como el cacao.

Cuadro 1. Crecimiento a los once años de edad de especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente. CADETH, La Masica, 2008.

Sistema	Producción (kg/ha)	Diámetro (DAP)		Altura (m)		Vol. (m ³ /ha)
		2008	IMA	2008	IMA	
Cacao-limba (<i>Terminalia superba</i>)	350	35.2	3.2	22.3	2.0	64.0
Cacao-granadillo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	510	24.0	2.2	21.2	1.9	26.3
Cacao-ibo (<i>Dipterix panamensis</i>)	470	25.6	2.3	19.1	1.7	27.3
Cacao-barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	420	25.9	2.4	17.3	1.8	18.4
Cacao-marapolán (<i>Guarea - grandifolia</i>)	480	24.2	2.2	16.2	1.5	14.6
Caoba africana (<i>Kaya senegalensis</i>) ¹	89	24.9	3.1	12.6	1.6	13.6

¹ Ocho años de edad y primer año de registros de cosecha.

Para conocer el efecto que pueden tener sobre las condiciones físicoquímicas del suelo en zonas de ladera, las especies maderables leguminosas y no leguminosas como sombra del cacao, hasta los 6 años (2003) se hicieron análisis químicos del suelo en cada uno de los sistemas, repitiéndose estos análisis en el 2008, o sea 11 años después del trasplante (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de análisis químico de suelos a 20 cm de profundidad, once años después del establecimiento de sistemas agroforestales con cacao. CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

Parámetro	Sistema Agroforestal									
	Cacao Limba		Cacao Granadillo		Cacao Ibo		Cacao Marapolán		Cacao Barba de Jolote	
pH	5.00	B/N	4.80	B	5.00	B/N	5.00	B/N	4.80	B
M. orgánica (%)	2.36	B	2.80	B	4.69	N	2.27	B	2.84	B
N total (%)	0.12	B	0.14	B	0.23	B/N	0.11	B	0.14	B
P (ppm)	13.00	N	15.00	N	8.00	B/N	11.00	N	10.00	B/N
K (ppm)	73.00	B	45.00	B	54.00	B	65.00	B	46.00	B
Ca (ppm)	400.00	B	290.00	B	280.00	B	360.00	B	300.00	B
Mg (ppm)	86.00	B	46.00	B	65.00	B	89.00	B	51.00	B
Hierro (ppm)	21.40	N/A	27.50	A	40.50	A	25.50	N/A	20.80	N/A
Manganeso (ppm)	4.60	N	2.10	B/N	1.00	B/N	7.50	N	2.50	B/N
Cobre (ppm)	37.20	A	1.66	N/A	1.28	N/A	1.40	N/A	0.70	N
Zinc (ppm)	3.00	N	1.14	N	0.78	B/	1.06	N	0.76	B/N
Mg/K ²	3.8		3.39		3.9		4.5		3.6	

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

De acuerdo a los resultados del análisis químico de suelos algunos parámetros han mejorado como la acidez (ha subido el pH), el contenido de materia orgánica (MO), el fósforo (P) y el potasio (K). Entre éstos, hay que destacar el fósforo que al iniciar el desarrollo del Centro sólo se detectaban trazas y hoy (11 años después) ha pasado a niveles normales (N) o bajo a normales (B/N) en los distintos socios. En esto seguramente ha influido el manejo del suelo, incluyendo el cubrimiento del mismo con cultivos permanentes (Saf^s) y la fertilización química (450 g/árbol de cacao al año) u orgánica que se ha hecho año tras año, aunque en pequeña escala.

También en el 2008 se colectó la biomasa (hojarasca) en cada uno de los sistemas (4 veces al año y por m²) y se hizo análisis del contenido de nutrientes en la misma, así como del total de nutrientes reciclado al suelo a través de esta biomasa (Cuadros 3 y 4). Los contenidos en peso seco de biomasa (para el año) varió entre 2.4 tm en el socio con limba y 13.3 tm para el socio con ibo. El análisis foliar muestra que el calcio (Ca), magnesio (Mg) y manganeso (Mn) aparecen altos, normales y entre altos a muy altos, respectivamente, lo que puede ser indicativo de la habilidad de las especies forestales para absorber estos nutrientes y devolverlos a la superficie donde podrán ser aprovechados de nuevo por el cultivo. En cuanto a nutrientes reciclados se observa que el socio con granadillo aporta la mayor cantidad de N y Ca, aunque no es el Saf^s de mayor biomasa en el suelo, mientras que el socio con limba y con barba de jolote son los que menos devuelven nutrientes, tomando como base la cantidad de hojarasca aportada al suelo.

Cuadro 3. Contenido de nutrientes en la hojarasca de distintos sistemas de asocio de especies forestales con cacao. CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

Sistema o asocio	% en Materia Seca					Partes por Millón			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Cacao-Limba	1.24 B	0.11 B	0.71 B	1.60 A	0.45 N	536 A	580 MA	10 N	120 A
Cacao-Granadillo	2.07 N	0.11 B	0.53 B	1.81 A	0.63 N	208 A	582 MA	10 N	178 A
Cacao-Ibo	1.24 B	0.06 B	0.31 B	1.26 A	0.34 N	210 N	273 A	8 N	103 A
Cacao-Marapolán	1.46 B	0.09 B	0.79 B	1.60 A	0.47 N	146 N	312 A	10 N	119 A
Cacao-Barba de jolote	1.64 B	0.10 B	0.46 B	1.55 A	0.48 N	515 A	372 MA	9 N	145 A
Promedio	1.53 B	0.09 B	0.56 B	1.56 A	0.47 N	323 A	424 M	9.4 N	133 A

Cuadro 4. Cantidad de nutrientes reciclados al suelo a través de la biomasa en distintos sistemas de asocio de cacao-maderables. CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

Sistema	Hojarasca (kg ha ⁻¹)	Nutrientes reciclados (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Cacao-Limba	5,080	63.0	5.6	36.1	81.3	22.9
Cacao-Granadillo	11,690	242.0	12.9	61.9	211.6	73.6
Cacao-Ibo	13,326	165.2	8.0	41.3	167.9	45.3
Cacao-Marapolán	9,800	143.0	8.8	77.4	156.8	46.0
Cacao-Barba de Jolote	4,844	79.4	4.8	22.3	75.1	23.2
Promedio	8,948	138.5	8.0	47.8	138.5	42.2

LITERATURA CITADA

- Fassbender, H.W., L. Alpizar, J. Heuvellop, H. Folster y G. Enríquez. 1988. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poepigiana*) in Costa Rica. III. Cycles of organic matter and nutrients. *Agroforestry Systems* 6:49-62.
- Santana, M. y Cabala. 1987. Reciclaje de nutrientes en agroecosistemas de cacao. 10^a. 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.

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

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
 Programa de Cacao y Agroforestería

RESUMEN

Aprovechando el desarrollo de las especies maderables hormigo y granadillo establecidas inicialmente como sombra para café (eliminado por no estar en condiciones agroecológicas adecuadas al cultivo), se estableció en el 2003 cacao por injerto en esta área. El propósito, como en el anterior, es conocer el comportamiento del cacao bajo sombra de especies forestales de importancia en la industria de la madera. En el 2008 se tomaron registros de diámetro y altura de las especies forestales usadas como sombra permanente, observándose que el Hormigo presenta un mejor desarrollo que el granadillo, e incluso mejor IMA en ambos parámetros que los registrados en el CEDEC donde las condiciones de suelo son mejores (IMA en el CEDEC es de 1.6 cm y 1.0 m para el diámetro y la altura, respectivamente) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Desarrollo de dos especies forestales asociadas con cacao como sombra permanente a los 11 años de edad. CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

Especie forestal asociada	Edad (años)	Diámetro		Altura (H) m		Vol. (m ³ ha ⁻¹)
		2008	IMA	2008	IMA	
Hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	11	25.3	2.3	21.8	2	37.
Granadillo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	11	24.2	2.2	21.1	1.9	⁷ 28.2

LITERATURA CITADA

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.

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

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

RESUMEN

Se llevaron registros del desarrollo (diámetro y altura) de las especies en evaluación. El desarrollo en diámetro de la mayoría de las especies (9 de 24) en evaluación bajo la modalidad de árboles en línea es mayor de 2 cm al año, que se considera satisfactorio, teniendo en cuenta la baja fertilidad natural de los suelos donde fueron establecidas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetro, altura y volumen potencial de especies forestales del bosque latifoliado establecidas en linderos y caminos internos. CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

Especie forestal	Edad (años)	DAP (cm)		Altura (m)		Vol. (m ³ /km)
		2008	IMA	2008	IMA	
Cumbillo (<i>Terminalia amazonia</i>)	12	33.5	2.8	25.6	2.0	76.3
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	12	35.4	2.9	23.8	2.0	31.4
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	12	33.5	2.8	24.2	2.1	53.6
Framiré (<i>Terminalia ivorensis</i>)	12	32.4	2.7	22.2	1.9	68.1
San Juan de pozo (<i>Voshycia guatemalensis</i>)	12	25.7	2.1	19.1	1.6	44.9
Ibo (<i>Dipterix panamensis</i>)	12	24.2	2.0	18.0	1.5	31.2
Sangre rojo (<i>Virola koschnyi</i>)	12	21.1	1.8	14.1	1.2	23.0
Cedrillo (<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>)	12	21.0	1.8	17.9	1.5	24.4
Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	12	21.2	1.8	16.8	1.4	18.3
Varillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	12	22.4	1.9	15.4	1.3	16.0
Granadillo (<i>Dalvergia glomerata</i>)	12	19.2	1.8	19.5	1.6	14.2
Cortés (<i>Tabebuia guayacan</i>)	12	19.3	1.6	15.1	1.3	13.1
San Juan guayapeño (<i>Rosodendrum donell smithii</i>)	12	19.7	1.6	15.5	1.3	12.9
Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	12	13.1	1.1	15.2	1.3	9.1
Sangre blanco (<i>Pterocarpus halleis</i>)	12	11.8	1.0	11.5	1.0	7.3
Piojo (<i>Tapirira guiamensis</i>)	12	13.2	1.1	13.9	1.2	7.1
Matasano (<i>Esembekia pentaphylla</i>)	12	12.0	1.0	10.5	0.9	6.0
Caulote (<i>Guasuma ulmifolia</i>)	12	10.8	0.9	10.7	0.9	4.2
San Juan Areno (<i>Ilex tectónica</i>)	12	10.3	0.9	9.4	0.8	5.1
Jagua (<i>Genipa americana</i>)	12	8.9	0.7	7.8	0.7	3.9
Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	11	38.3	3.2	23.1	2.1	77.2
Belérica (<i>Terminalia belerica</i>)	10	28.3	2.8	14.8	1.5	40.2
Limba (<i>Terminalia superba</i>)	10	25.8	2.6	24.8	2.5	44.4
Guayabillo (<i>Terminalia oblonga</i>)	10	20.1	2.0	19.8	2.0	17.3
Carreto (<i>Albissia saman</i>)	10	14.8	1.5	8.5	0.8	-
Cedro (<i>Cojoba odorata</i>)	10	15.3	1.5	9.2	0.9	-
Barbas de Jolote (<i>Cojoba arboreun</i>)	10	13.8	1.4	8.2	0.8	-
Ciruelillo (<i>Antrionun graveolens</i>)	10	8.6	0.9	7.1	0.7	-

¹ Diámetro a la Altura del Pecho ² Incremento Medio Anual

LITERATURA CITADA

- FHIA, Programa de Cacao y Agroforesteria. Informes Técnicos 1998-2001. Desarrollo de especies maderables establecidas en linderos y caminos internos en el CEDEC, La Masica, Atlántida. Varias pág.
- Lujan, R. y A.C. 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.
- Lujan, R. et ál. 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.
- Lujan, R. et ál. 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.

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

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

RESUMEN

Aunque tradicionalmente quienes optan por sembrar maderables lo hacen en áreas no aptas para agricultura, cada vez son más los interesados en sembrar parcelas maderables aunque en pequeña escala y casi siempre esperan que las mismas crezcan sin adición de fertilizantes y otros insumos. Existe poca información en el país sobre el comportamiento y tasas de crecimiento de especies nativas con potencial en la industria de la madera. El objetivo de este estudio es generar información sobre las tasas de crecimiento que puedan presentar algunas especies latifoliadas establecidas en suelos de baja fertilidad natural sin la aplicación de fertilizantes químicos, salvo un poco de abono orgánico al momento de la siembra (2 paladas de estiércol o compost mezclados con tierra. En 1997 se sembraron 17 especies latifoliadas en terrenos limpios sin adición de ningún fertilizante químico a pesar de la pobre fertilidad del suelo del Centro (Cuadro 7). Luego a mediados de 1998 se sembraron 6 especies en carriles dejando fajas del terreno sin limpiar con el propósito de conservar el suelo y bajar costos de establecimiento (Cuadro 8). Cada año se toman los registros del desarrollo de cada especie (diámetro y altura). De acuerdo a los datos del 2008 el San Juan de pozo y el Laurel negro son las especies que presentan el mejor crecimiento radial (2.5 y 2.4 cm de IMA, respectivamente), aunque en altura el mejor es el San Juan de pozo y la Rosita (1.9 m de IMA).



El cultivo de maderables en carriles permite reducir costos de establecimiento y dejar fajas de suelo para otros usos o para su recuperación y conservación. CADETH, La Masica, Atlántida. 2008.

Cuadro 7. Crecimiento de especies maderables latifoliadas a los 11 años de edad establecidas en terreno limpio de baja fertilidad natural y sin adición de insumos. CADETH, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

	Especie	Diámetro		Altura (h) (m)		Volumen (m ³ /ha)
		2008	IMA	2008	IMA	
1	Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	27.1	2.4	18.4	1.7	34.9
2	San Juan de pozo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	27.2	2.5	21.2	1.9	24.7
3	Ceiba (<i>Ceiba petandra</i>)	22.4	2.0	17.3	1.6	13.4
4	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	21.4	1.9	15.3	1.4	13.9
5	Sangre (<i>Virola koschnyi</i>)	19.9	1.7	19.1	1.7	11.0
6	Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	18.7	1.7	17.0	1.5	12.6
7	Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	22.0	2.0	20.7	1.9	14.8
8	Ciruelillo (<i>Huertia cubensis</i>)	15.2	1.4	12.2	1.1	12.8
9	Cortés (<i>Tabeuia guayacan</i>)	15.2	1.4	12.7	1.2	10.1
10	Piojo (<i>Tapirira guianensis</i>)	14.4	1.2	16.1	1.3	8.5
11	Jigua (<i>Nectandra</i> sp.)	14.1	1.3	12.0	1.1	7.9
12	Varillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	16.8	1.4	16.9	1.4	7.8
13	Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	13.2	1.2	12.2	1.1	6.1
14	Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	13.3	1.2	13.3	1.2	6.7
15	Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	11.6	1.1	11.1	1.0	6.9
16	Masica (<i>Brosimum alicastrum</i>)	9.11	0.8	9.7	0.9	4.2
17	Paleta (<i>Dialium guianensis</i>)	5.9	0.5	4.7	0.4	3.1

Entre las especies en carriles el Cumbillo (*Terminalia amazonia*) continúa mostrándose como una especie nativa muy adaptada a las condiciones de la zona caracterizada por una muy baja fertilidad natural (2.2 cm de IMA a los 10 años).

Cuadro 8. Comportamiento de especies forestales del bosque latifoliado a los 10 años establecidas en carriles sin adición de insumos. CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

Especie	Edad (años)	Diámetro		Altura (H) (m)		Volumen (m ³ ha ⁻¹)
		2008	IMA	2008	IMA	
Cumbillo (<i>Terminalia amazonia</i>)	10	22.1	2.2	17.4	1.7	52.8
Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	10	17.8	1.8	16.9	1.7	12.5
Piojo (<i>Pterocarpus officinalis</i>)	10	15.3	1	12.0	1.2	12.6
Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	10	16.1	1	15.1	1.5	13.4
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	10	12.9	1	12.1	1.2	9.6
Redondo (<i>Magnolia yoroconte</i>)	10	9.3	0	9.1	0.9	4.2
Huesito (<i>Homalium racemosum</i>)	10	10.8	1	10.6	1.0	5.3

Rambután–piña y pulasán–piña como sistemas agroforestales temporales con potencial para pequeños y medianos agricultores con asiento en terrenos de ladera. AGF 97-01

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

Se hizo poda severa para bajar altura de algunos árboles y en otros casos para eliminar las plantas para remplazarlas por plantas injertadas de buena calidad. Por esta razón, además de condiciones climáticas adversas (falta de una estación seca bien definida y después exceso de lluvia) la producción en el 2008 fue muy baja (22,000 frutas comerciales), que se comercializaron localmente junto con la poca producción proveniente de plantas injertadas.

Sistema agroforestal lanzón-limba. AGF 97-04

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

Se registró el crecimiento de la especie forestal, dando en promedio un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 39.6 cm y una altura de 21.0 m a los 11 años después del trasplante, lo que da un incremento medio anual de 3.9 cm y de 2.1 m en crecimiento diamétrico y vertical, respectivamente. De acuerdo a estos parámetros de desarrollo el volumen de la especie forestal es de 1.32 m³/árbol para un volumen ha⁻¹ de 158 m³ (120 árboles ha⁻¹). Después de 11 años aun el lanzón no ha entrado en producción.

Comportamiento de especies latifoliadas como productoras de leña. AGF 98-01

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

Debido a limitaciones de baja fertilidad de suelo, las especies en evaluación no soportaron mas de tres a cuatro cortes y las raíces entraron en un agotamiento crítico que no permitía el renuevo de brotes y por esto se decidió discontinuar el trabajo. En el 2008 se hizo el segundo corte (definitivo) de la casia amarilla y del huevo de gato que produjeron 120 cargas (de 100 leños) ha⁻¹ y 180 cargas ha⁻¹ respectivamente. En el área se ha establecido una parcela comercial de rambután, por ser el único cultivo que ha mostrado adaptación a las condiciones del Centro.

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

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

Iniciado en 1998 estableciendo 25 plantas por cada especie. Durante el año 2008 se registró el desarrollo (en diámetro y altura) de las especies que muestran mayor crecimiento hasta el presente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Especies maderables conservadas como rodal semillero en el CADETH, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

Especie	Edad (años)	Diámetro (cm)	IMA (cm)	Altura (m)	IMA (m)	Forma de fuste ¹
Aguacatillo blanco (<i>Nectandra hihua</i>)	11	22.4	2.0	16.1	1.5	1
Almendro de río (<i>Andira inermis</i>)	10	12.9	1.3	12.6	1.2	1
Barillo (<i>Symphonia globulifera</i>)	10	8.7	0.9	8.2	0.8	1
Caca de gallina	--	--	--	-	--	X
Candelillo (<i>Albizia adinosephala</i>)	7	9.8	1.4	11.1	1.6	1,4
Canistel de montaña	--	--	--	-	--	X
Carao (<i>Casia grandis</i>)	9	16.4	1.8	11.9	1.3	2,3
Carbón (<i>Mimosa schomburgkii</i>)	11	22.3	2.1	17.7	1.7	2,3
Castaño (<i>Sterculia apetal</i>)	11	18.3	1.7	15.6	1.4	1
Cenizo (<i>Heisteria</i> sp.)	11	--	--	--	--	X
Cincho (<i>Lonchocarpus</i> sp.)	10	11.8	1.2	8.6	0.8	1,2
Cincho peludo (<i>Lonchocarpus</i> sp.)	10	12.9	1.4	13.3	1.3	1,2
Ciprés de montaña (<i>Podocarpus guatemalensis</i>)	10	18.0	1.8	7.4	0.7	1
Ciruelillo (<i>Astronium graveolens</i>)	10	10.4	1.4	8.4	0.8	1
Cola de pava (<i>Cespedesia macrophylla</i>)	10	15.4	1.5	13.2	1.3	1,2
Cuero de toro (<i>Eschweilera hondurensis</i>)	8	6.2	0.8	5.3	0.7	2
Cumbillo (<i>Terminalia amazonia</i>)	9	9.9	1.1	8.9	1.0	1
Flor azul (<i>Vitex gaumeri</i>)	9	5.8	0.7	5.1	0.6	1,2
Granadillo negro (<i>Dalbergia retusa</i>)	8	8.4	1.0	7.9	8.0	3,4
Granadillo rojo (<i>Dalbergia tucurensis</i>)	10	10.1	1.1	9.6	0.9	2,3
Guachipilín (<i>Diphysa robinooides</i>)	9	12.3	1.4	7.4	0.8	1,2,3
Guanacaste (<i>Pithecelobium arboreum</i>)	10	16.6	1.6	10.7	1.1	2
Guapinol (<i>Hymenea courbaril</i>)	11	24.3	2.4	15.8	1.6	2,4
Guayabillo (<i>Terminalia oblonga</i>)	8	8.6	1.1	6.6	0.8	1
Hichoso (<i>Brosimum</i> sp.)	--	--	--	-	--	X
Hormigo (<i>Platymiscium dimorphandrum</i>)	10	14.8	1.5	12.9	1.3	1,2
Huesito (<i>Homalium racemosus</i>)	10	18.3	1.8	14.6	1.5	1
Huesito (<i>Matudea</i> sp.)	--	--	--	--	--	X
Jagua (<i>Magnolia hondurensis</i>)	10	12.5	1.3	10.8	1.1	1
Huevo de gato	--	--	--	--	--	X
Jigua (<i>Nectandra</i> sp.)	10	12.4	1.2	13.4	1.4	1
Laurel blanco (<i>Cordia alliodora</i>)	8	10.4	1.6	10.0	1.3	1
Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	8	14.1	1.7	10.4	1.3	1
Macuelizo (<i>Tabebuia rosea</i>)	8	8.6	1.1	8.4	1.0	1,2
Madreado (<i>Gliricidia sepium</i>)	--	--	--	--	--	X
Magaletto (<i>Xylopia frutescens</i>)	8	12.1	1.5	11.3	1.4	1
Malcote 1 (<i>Quercus cortesii</i>)	8	6.4	0.8	5.2	0.7	1
Manzana de montaña	8	5.6	0.7	4.5	0.6	1,2
Masica (<i>Brosimum alicastrum</i>)	8	3.5	0.4	1.7	0.2	2,3
Matasano (<i>Esenbeckia pentaphylla</i>)	8	9.8	1.2	8.4	1.1	1,2
<i>Matudea</i> sp.	--	--	--	--	--	x
Maya-maya (<i>Pithecelobium longifolium</i>)	11	15.6	1.4	11.9	1.1	2,3,4
Narra	9	10.4	1.5	9.6	1.1	1,2,4
Piojo (<i>Pterocarpus officinalis</i>)	11	18.9	1.6	13.6	1.1	1
Pito (<i>Erythrina</i> sp.)	9	5.8	0.6	3.2	0.4	2,3
Pochote (<i>Bombacopsis quinatum</i>)	--	--	--	--	--	X
Quina (<i>Picramnia antidesma</i>)	8	4.8	0.6	5.3	0.6	1
Rosita (<i>Hyeronima alchornoides</i>)	11	19.8	2.0	15.9	1.6	1,2
San Juan Areno (<i>Ilex tectonica</i>)	10	14.4	1.4	3.2	1.3	1
San J. Guayapeño (<i>Tabebuia donnell-smithi</i>)	8	12.3	1.6	9.4	1.2	1

Especie	Edad (años)	Diámetro (cm)	IMA (cm)	Altura (m)	IMA (m)	Forma de fuste ¹
San Juan de pozo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	10	24.5	2.5	16.0	1.6	1,2
Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	10	15.2	1.5	12.0	1.3	1,2,4
Selillón (<i>Pouteria izabalensis</i>)	--	--	--	--	--	X
Sombra de ternero (<i>Cordia bicolor</i>)	10	17.3	1.7	16.0	1.6	1
Tambor (<i>Jacaranda copaya</i>)	--	--	--	--	--	X
Tango (<i>Lecointeu amazonica</i>)	8	11.4	1.4	7.9	1.0	1,2
Teta (<i>Zanthoxylum</i> sp.)	10	14.7	1.5	14.1	1.4	1
Tempisque (<i>Sideroxylon capiri</i>)	--	--	--	--	--	X
Ticuas (<i>Goethalsia meiantha</i>)	--	--	--	--	--	X
Zapote negro (<i>Dyospiros digyna</i>)	8	7.0	0.9	7.2	0.9	1,2
Zapotillo (<i>Pouteria glomerata</i>)	8	3.1	0.4	3.0	0.4	1,2
Zapotón (<i>Pachira aquatica</i>)	10	25.4	2.5	17.3	1.7	1,2
Zorra, Tambor (<i>Schizolobium parahybum</i>)	10	22.8	2.3	19.7	2.0	1

¹ 1= Un eje, 2= dos ejes, 3= más de 2 ejes, 4= torcido. ² -- = no determinada por poco desarrollo



La conservación de especies en vivo en rodal semillero permite que algunas en peligro de extinción no desaparezcan por efecto de la agricultura migratoria y a la vez constituye una fuente de semilla para el establecimiento de futuras plantaciones comerciales o de colección. CADETH, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

Utilización de guama (*Inga edulis*) como especie pionera para la recuperación de suelos degradados. AGF 98-03

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

En el 2003 se dedicó parte de la parcela para la siembra de guayaba y parte para la siembra de una parcela de vainilla sobre postes de madreado. Por no adaptarse a las condiciones edáficas del centro en el 2007 se eliminó la guayaba y la vainilla por no ser una variedad con potencial para el mercado por el a bajo contenido de vainillina y en esta área se estableció *Jatropha* para conocer su comportamiento en las condiciones de suelo del Centro y además producir un poco de material de siembra (semilla). Por limitaciones de suelo el *Jatropha* no se desarrolló satisfactoriamente y prácticamente no ha tenido producción. Aunque no se ha eliminado aun, en el área se ha establecido rambután injerto para producción comercial (y de yemas) que es hasta ahora el único cultivo que desarrolla satisfactoriamente en el Centro.

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

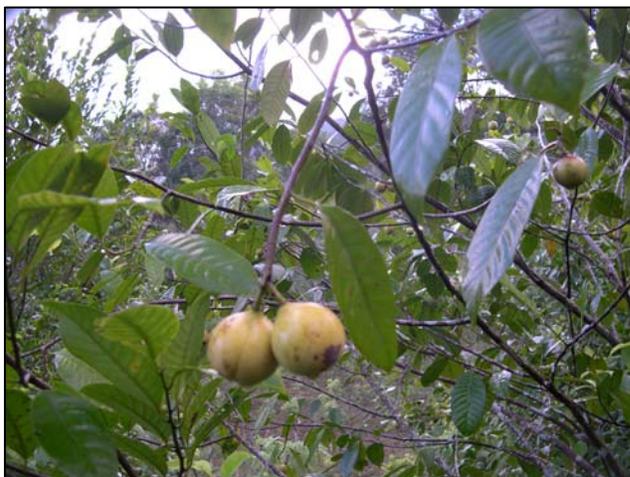
Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

En este Centro se conservan 61 especies entre nativas e introducidas con el propósito de mantener una fuente de material de propagación para usuarios potenciales interesados en el establecimiento de algunas plantaciones puras o en sistemas agroforestales (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies frutales nativas y exóticas conservadas en el CADETH, 2008.

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>	Murió
4	Akee	<i>Bligia sapida</i>	X
5	Almendro	<i>Terminalia catapa</i>	X
6	Anona	<i>Rollinia deliciopsa</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	<i>Bouea gandaria</i>	-
20	Garcinia 67889	<i>Garcinia sp.</i>	X
21	Grumichama	<i>Eugenia dombeyi</i>	X
22	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	X
23	Guapinol	<i>Hymemee 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		Murió
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	<i>Dimocarpus longan</i>	-
37	Lovi Lovi	<i>Flacourtia inermis</i>	X
38	Mabolo	<i>Diospyros blancoi</i>	X
39	Macopa	<i>Eugenia javanica</i>	X
40	Madroño	-	Murió
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	Nispero	<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>	X
55	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	X
56	Urraco	<i>Licania platypus</i>	-
57	Nuez de macadamia	<i>Macadamia nuts</i>	Murió
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>	-



En el centro se colectan y conservan distintos materiales genéticos nativos e introducidos con algún potencial de aprovechamiento a mediano y largo plazo. CADETH, La Masica, Atlántida, Honduras. 2008.

Sistema Durián-cacao y Durián-arazá (60 y 40% del área por sistema, respectivamente). AGF 99-07

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

En el 2008 se dio mantenimiento a esta parcela incluyendo poda del cacao (que ha iniciado formación de frutos) y del durián. Además se eliminó el madreaje establecido como sombra temporal (o sombra puente).

Sistema coco–cacao. AGF 00-01

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

Las plantas de cacao utilizadas para esta parcela son injertos del cultivar CCN-51, material de alta producción en el Ecuador y al que algunos productores de aquel país le atribuyen tolerancia a moniliasis. En el 2008 se dio mantenimiento al ensayo incluyendo abonamiento al cacao y al coco (químico y orgánico); también se continuaron registros de cosecha del cacao. El 60% de las plantas de coco han muerto por una enfermedad que se está diagnosticando en el Departamento de Protección Vegetal. En el 2009 se procederá a sustituirlo por una especie maderable como sombra permanente.

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

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
Programa de Cacao y Agroforestería

Se inició este estudio a partir del 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 posible demanda de material de siembra. En el 2008 se dio mantenimiento a las parcelas establecidas, incluyendo poda y raleo de algunas especies. El desarrollo de la mayoría de las especies es satisfactorio, sobrepasando en muchos casos los 2 metros de incremento medio anual (IMA), sobresaliendo en este caso la Limba y la Gmelina (Cuadros 11 y 12).

Cuadro 11. Costos de manejo de parcelas agroforestales y parcelas puras a los 6 años de edad. CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, 2008.

Sistema-tipo de parcela	A c t i v i d a d								Total Costos
	Control de malezas		Comaleos		Poda		Raleos		
	Jornales	Costo (L)	Jornal	Costo (L)	Jornales	Costo (L)	Jornales	Costo (L)	
Parcela pura	50	6,850	--	--	4	548	4	548	7,946
Parcela en carriles	54	7,398	--	--	4	548	4	548	8,494
Parcela en saf's	34	4,658	2	137	4	548	2	274	5,617
	I n s u m o s								
	Tipo	(L)	Tipo	(L)	Tipo	(L)	Tipo	(L)	Total
Parcela pura	Herbicida	360	--	--	Combust ¹	480	Combust ¹	450	1,290
Parcela en carriles	Herbicida	480	--	--	Combust ¹	620	Combust ¹	860	1,960
Parcela en saf's	--	--	--	--	Combust ¹	360	Combust ¹	270	630

¹ Combustible

Cuadro 12. Especies forestales establecidas y promedio de altura entre los 64 y 84 meses después del trasplante. CADETH, La Masica, Atlántida, Diciembre, 2008.

No	Especie	Diseño	Edad (años)	DAP (cm)	IMA (cm)	Altura	IMA (m)	Volumen (m ³ /ha)
1	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	P. pura	7	9.5	1.5	8.4	1.4	11.8
2	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Saf.	7	9.8	1.6	8.6	1.4	12.3
3	Limba (<i>Terminalia superba</i>)	P. pura	7	18.3	3.1	16.1	2.7	26.1
4	Limba (<i>Terminalia superba</i>)	Carril	7	18.7	3.1	12.4	2.1	23.9
5	Granadillo negro (<i>Dalbergia retusa</i>)	P. pura.	7	10.8	1.8	9.9	1.7	13.4
6	Granadillo negro (<i>Dalbergia retusa</i>)	Saf.	7	9.6	1.3	10.3	1.5	14.1
7	Hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	P. pura.	7	13.6	1.9	12.7	1.8	9.8
8	Hormigo (<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>)	Saf.	7	14.9	2.1	11.9	1.7	10.1
9	Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	P. pura	7	10.7	1.8	10.5	1.8	12.1
10	Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>)	Saf.	7	12.9	2.2	11.8	2.0	12.7
11	Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	P. pura	7	14.1	2.4	9.3	1.6	13.6
12	Laurel negro (<i>Cordia megalantha</i>)	Carril	7	10.7	1.8	7.8	1.3	12.2
13	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	P. pura	7	21.4	3.6	17.6	2.9	28.4
14	Melina (<i>Gmelina arborea</i>) semilla Honduras	P. pura	7	18.8	2.8	17.6	2.6	28.6
		Sin Burize						
15	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	P. pura + Burize	7	18.9	2.8	16.4	2.4	28.1
16	Melina (<i>Gmelina arborea</i>) semilla C. Rica	P. pura	7	19.2	2.9	17.2	2.6	24.9
		Sin Burize						
17	Melina (<i>Gmelina arborea</i>) semilla C. Rica	P. pura + Burize	7	21.1	3.1	18.4	2.8	29.8
18	Teca (<i>Tectona grandis</i>)	Carriles	7	11.9	1.8	9.8	1.5	11.4
19	Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	P. pura	5	8.9	1.5	9.2	1.5	7.5
20	Marapolán (<i>Guarea grandifolia</i>)	Saf.	5	9.4	1.6	9.4	1.6	8.8
21	Barbas de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	P. pura	5	12.6	2.1	9.8	1.6	13.4
22	Barbas de jolote (<i>Cojoba arborea</i>)	Carril	5	12.0	2.0	9.2	1.5	12.9
23	Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	P. pura	5	12.7	2.0	10.6	1.7	9.7
24	Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	Carril	5	11.7	1.9	10.5	1.7	10.3
25	Rosita (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	Saf	5	13.2	2.1	11.0	1.7	9.9
26	Acacia (murió el 90% de las plantas)	P. pura	5			Descartada		
27	Pino	P. pura	5	11.8	1.9	9.1	1.4	10.6

Sistema agroforestal pimienta negra–madriado-Rosita. AGF 03-01

El propósito de este lote de observación es generar información sobre el asocio de pimienta negra tutorada en madreado con una especie forestal no tradicional pero que cada vez es más solicitada por los productores de muebles, por la calidad de la madera. La pimienta fue trasplantada en el 2003 en una parcela de rosita (*Hyeronima alchorneoides*) establecida en el 2001 como parte del estudio anterior (AGF 01-02). Se usó como tutor brotones de madreado (*Gliricidia sepium*). En el 2008 se dio mantenimiento a la parcela, incluyendo poda del tutor y de la especie forestal; además se hizo cosecha de la pimienta (350 kg/ha). Se determinó el desarrollo de la especie forestal presentando un diámetro de 13.2 cm (IMA de 2.1 cm) y altura de 11.0 m (IMA de 1.6 m) a los 7 años de edad.

Comportamiento de la canela en asocio con caoba como un sistema agroforestal temporal (Taungya) en la costa Atlántica de Honduras. AGF 05-01

Jesús Sánchez y Rolando Martínez
 Programa de Cacao y Agroforestería

La canela se estableció en el 2005, en el área de la parcela con caoba establecida en carriles que hace parte del estudio (AGF -01-02). La canela está desarrollando muy bien bajo este asocio (sistema Taungya). En el 2009 se hará corte y en base a sus características de sabor y aroma se multiplicarán las mejores plantas.

El plátano en asocio con barba de jolote (*Cojoba arborea*) como sistema agroforestal temporal con potencial. AGF 05-02

En el 2008 se hizo raleo del 50% de las plantas de la especie forestal y se registró el desarrollo de la misma (diámetro y altura).

Otras actividades en el CADETH

Otros trabajos o parcelas de observación que se les da mantenimiento en el Centro se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Otras actividades de carácter permanente que se desarrollan en campos del CADETH, La Masica, Atlántida, 2008.

No.	Actividad	Area (m ²)	Fecha de siembra
1	Colección de variedades de rambután (6)	3,000	10/1999
2	Colección de procedencias de caoba	1,000	07/1999
3	Colección de Heliconias y Alpinias	1,285	09/2004
4	Colección de plantas condimentarias	1,600	10/1999
5	Colección de palmas nativas	875	09/2005
6	Huerto casero	940	08/1998
7	Módulo de lombricultura	10	07/1997
8	Módulo de piscicultura	350	12/2001
9	Sistema agroforestal mangustín-arazá	7,000	08/1998
10	Vivero	750	12/1997

5. ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN/COMUNICACIÓN DESARROLLADAS POR EL PROGRAMA

Como en otros años en el 2008 el programa desarrolló actividades relacionadas con capacitación y transferencia a distintas audiencias, incluyendo grupos de países del área que nos visitan para conocer nuestras experiencias en sistemas agroforestales con cacao (con maderables principalmente) y manejo de la moniliasis del cacao (Cuadro 14 y 15).

Cuadro 14. Asistencias a actividades de capacitación/comunicación realizadas por el Programa de Cacao y Agroforestería en el CEDEC y CADETH, La Masica, durante el año 2008.

Actividad ¹	Eventos	Asistencias ¹			
		Agricultores	Técnicos	Estudiantes	Total
Curso sobre cacao y agroforestería	3	28	25	0	53
Talleres	3	25	71	0	96
Giras educativas en SAFs	16	64	42	166	272
Prácticas demostrativas	2	28	4	0	32
Curso fuera de sede (México)	1	9	-	-	9
Asesoría en cacao y forestales	2	10	1	0	11
Atención de visitantes	8	6	12	8	26
Participación en Talleres y Simposios externos	2	--	--	--	--
I Congreso Nacional de cacao (cofacilitador FHIA)	1	--	--	--	--
I Simposio sobre genética del cacao en Honduras	1	--	--	--	--
Prácticas dirigidas	2	--	--	5	5
Total	41	170	155	179	504

¹ No incluye todas aquellas realizadas dentro de Proyectos (USAID-RED/FINTRAC-FHIA, USAID-MIRA/CAFTA-FHIA y CARE-Pasos-Ramales).

Cuadro 15. Instituciones y Proyecto con los cuales interactuó el Programa de Cacao y Agroforestería a través de las actividades de capacitación. CEDEC y CADETH, La Masica, Atlántida. 2008.

Instituciones/Proyectos		
TECHNOSERVE	Visión Mundial	CATIE/PCC
ECHO/GORDON COLLAGE	Pastoral Caritas	Procorredor
Lousiana Technical University	ECHO-EDE Nicaragua	APROCACAHO
Sanidad Vegetal, Tabasco México	Dole Standard Fruit Co.	MAMUCA
CUPROFOR	TCGA, Belice	PRONAGRO
ESNACIFOR	IPADE INTA, Nicaragua	USAID-MIRA
CURLA	ADDAC y PAC. Nicaragua	Proyecto CARE-Ramales
El Zamorano	HELVETAS	Instituto Gonzalo G. Rodríguez

Producción de materiales de propagación y otros

El Programa continúa apoyando la labor de investigación y transferencia tecnológica con la producción de material vegetativo, el cual es utilizado principalmente para satisfacer la

demanda de los proyectos que ejecuta y de otros proyectos afines, así como de productores independientes interesados en los rubros que promueve el programa, incluyendo semillas, plantas injertadas y maderables, entre otros (Cuadro 16).

Cuadro 16. Productos y materiales de propagación generados y distribuido por el Programa de Cacao y Agroforestería durante el año 2008.

Tipo de material	Cantidad	Unidad	Destino
Cacao seco	14,200	kg	Mercado local
Injertos de cacao	12,202	Plantas	Proyectos y particulares
Semilla híbrida de cacao	48,000	Semillas	Proyecto Laguna Lachua, MOPAWI
Rambután	14,483	Plantas injertadas	Proyecto MAMUCA, USAID-RED
Rambután	47,200	Frutas	Mercado local
Maderables	5,530	Plantas de semilla	Proyectos en ejecución por el Programa
Futales/ornamentales	764	Plantas	Varios
Piñas	350	Frutas	Venta local
Plátano	44	Racimos	Venta local
Leña	50	Cargas	Venta local y uso en secadora
Tilapia	359	lb	Venta en oficina central
Pimienta negra	150	lb	Mercado local



La producción de material de siembra con materiales que producen la calidad exigida por el mercado es una prioridad del programa. CEDEC, La Masica, Atlántida, 2008.

6. PROYECTOS ESPECIFICOS

Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA

Introducción

El **Proyecto Desarrollo de la Economía Rural** conocido internamente como USAID-RED/FINTRAC-FHIA inició en octubre de 2005 y en el mismo la FHIA participó como subcontratante de FINTRAC. El objetivo central del mismo fue la generación de ingresos y de empleo para agricultores, prioritariamente aquellos establecidos en terrenos de ladera, velando a la vez por la protección y conservación de los recursos naturales. Las actividades se centraron en la zona Atlántica en el corredor comprendido entre Tela, Atlántida y Tocoa,



Colón y en la zona de La Esperanza y Jesús de Otoro, Intibucá. En el 2007 se amplió la cobertura del Proyecto a Marcala, La Paz, con 50 productores y se incrementó en otros 50 productores la zona de La Esperanza. Las actividades se orientaron 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 la consecución de las metas se apoyó 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 obtuvieron ingresos desde el primer año como plátano, piña, yuca, sandía y maracuyá, entre otros. En la implementación de estas parcelas se apoyó a los productores con capacitación y asistencia técnica, materiales de siembra y otros insumos (tubería para riego y bombas de fumigación, por ejemplo). Se completó el proceso apoyándoles en la comercialización de los productos cosechados, los que para muchos fue una experiencia nueva, ya que siempre habían estado dedicados al cultivo de granos básicos para subsistencia principalmente. Las parcelas establecidas debían incluir un cultivo perenne y un cultivos de ciclo corto que garantizara a los usuarios la obtención de recursos (US\$800/ha en promedio) desde el primer año de establecidos los diferentes socios. En este informe se resumen las actividades realizadas en busca del cumplimiento de los objetivos propuestos y se presentan los resultados alcanzados en lo que a ingresos y generación de empleo, se refiere.

Area de influencia

El proyecto tuvo su asiento en dos áreas del país: zona Atlántica (La Masica, Atlántida hasta Tocoa, Colón) y la otra en la zona de Intibucá, Jesús de Otoro y Marcala, La Paz. En la zona Atlántica se trabajó en 9 municipios cubriendo 36 comunidades para un total de 136 beneficiarios, mientras que en el Altiplano se trabajó en 10 municipios con 32 comunidades y 170 beneficiarios para un total en ambas zonas de 306 familias, incluyendo algunos atendidos esporádicamente (Figuras 1 y 2).

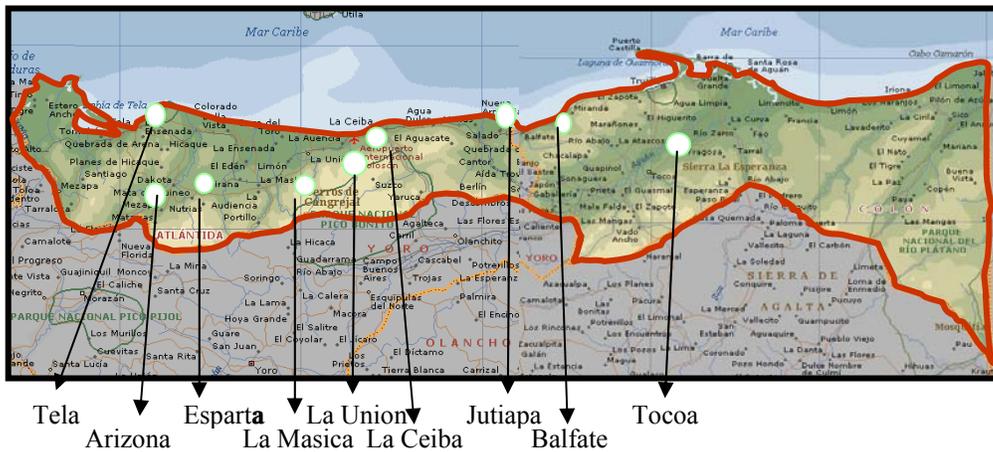


Figura 1. Municipios intervenidos en la zona Atlántica del país mediante el Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA.

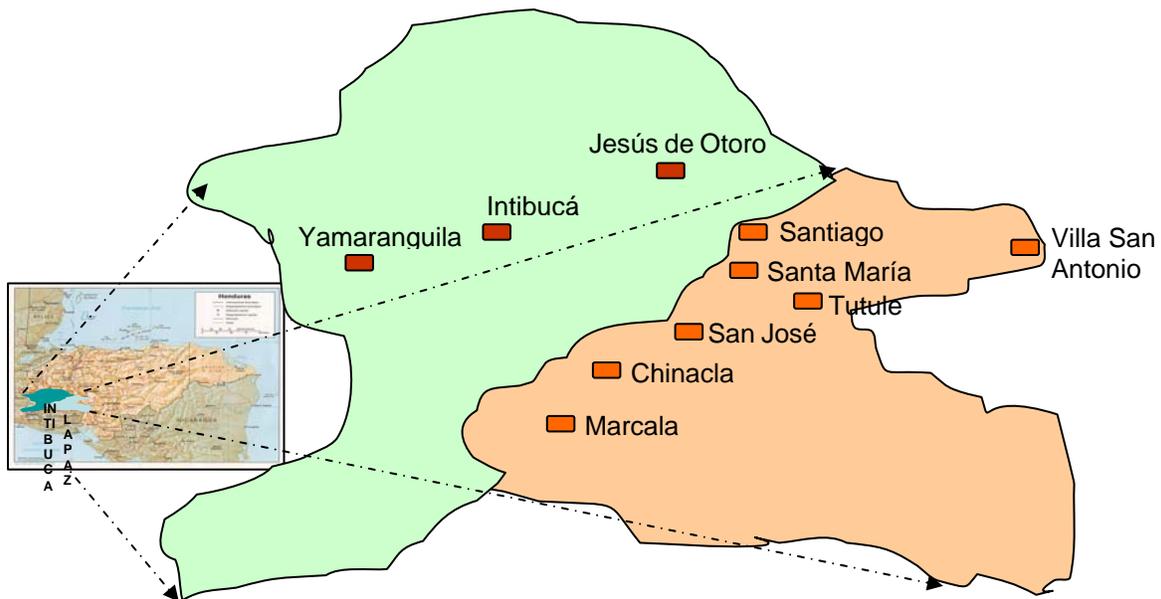


Figura 2. Municipios intervenidos en la zona de Intibucá y La Esperanza mediante el Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA.

Actividades de capacitación y asistencia técnica

Debido a que los rubros implementados en el Proyecto, incluyendo manejo de poscosecha y comercialización, eran desconocidos para la mayoría de los productores, fue necesario desarrollar gran actividad en el campo de la capacitación en todos los aspectos relacionados, iniciando con la selección del área, aspectos agronómicos de cada uno de los rubros integrantes de los distintos sistemas agroforestales (SAFs) y del manejo de éstos cuando se siembran en asocio. Además se capacitó y se acompañó a los usuarios en el proceso de poscosecha y comercialización de los distintos productos cosechados provenientes de los cultivos anuales asociados con el cultivo principal o permanente, el cual entrará en producción a los 3 ó 4 años después de la siembra. Con seguridad que esto último (la capacitación y acompañamiento en

poscosecha) contribuyó en gran medida al éxito económico de los productores con el o los cultivos temporales, principalmente hortalizas y plátano. Durante el proyecto se desarrollaron 725 eventos de capacitación grupal o individual con un total de asistencias de 3,819. Además se realizaron 11,435 visitas de seguimiento para atender individualmente en el campo inquietudes de los productores, incluyendo acompañamiento para contactos de comercialización.



La capacitación teórico- práctica en todos los rubros implementados, incluyendo apoyo para la comercialización, fue una prioridad del proyecto.

Establecimiento de parcelas agroforestales y cultivos en parcelas puras por zona.

Para el cumplimiento de las metas del proyecto (generación de ingresos y empleo) se establecieron parcelas con énfasis en sistemas agroforestales (SAFs) y en algunos casos parcelas puras complementadas con árboles bajo la modalidad de árboles en línea y parcelas puras de maderables. En total se establecieron en el litoral Atlántico 178.47 ha más 55.37 km en linderos. En tanto que en la zona de La Esperanza, Jesús de Otoro y Marcala se establecieron 189.56 ha y 31.20 km de linderos con varias especies forestales para un total de 368.03 ha y 86.57 km en linderos o cercas vivas (Cuadro 1).



Cultivos como el rambután y el coco, tienen un gran potencial económico en la costa Atlántica del país, contribuyendo a la vez a la protección de los recursos naturales, gracias al poco uso de insumos que demandan.

Cuadro 1. Área establecida bajo distintos sistemas agroforestales, parcelas puras y linderos durante la ejecución del Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA.

No.	Cultivo- socios establecidos	ha	km	Observaciones
Litoral atlántico				
1	Maderables (parcelas puras)	29.49		Énfasis caoba africana
2	Maderables (en linderos)	--	55.37	Alrededor de las parcelas, principalmente
3	Plátano-caoba	25.0		Sistema taungya (asocio temporal)
4	Coco-plátano-caña/caoba	20.8		/: Maderable en lindero
5	Rambután-plátano/maderables	23.8		Maderable alrededor de parcela
6	Rambután-caoba	13.2		Asocio permanente
7	Frutales-plátano-yuca	15.3		Asocio temporal
8	Aguacate hass	0.21		Asocio temporal
9	Sandía	20.3		Asocio y Parcela pura
10	Cacao-maderables	3.6		Asocio permanente
11	Limón-plátano	3.6		Asocio temporal
12	Aguacate y otros-plátano-yuca	3.6		En asocio temporal
13	Coco-plátano/maderables	3.5		Asocio temporal y maderable en linderos
14	Maderables-yuca (s. Taungya)	3.0		Asocio temporal
15	Rambután-maracuyá/maderables	2.0		Asocio temporal y maderable en linderos
16	Aguacate-plátano/maderables	2.0		Asocio temporal y maderable en linderos
17	Limón persa-yuca/maderables	1.5		Asocio temporal y maderable en linderos
18	Piña-maderables	3.31		Asocio temporal y parcela pura
19	Rambután-piña	3.26		Asocio temporal
20	Coco-caoba	1.0		Asocio permanente
Subtotal		178.47	55.37	
La Esperanza, J. de Otoro y Marcala				
1	Hortalizas varias/maderables	119.28		Parcelas puras y maderables o frutales en linderos
2	Papa	24.0	-	Parcelas puras
2	Maderables (varias especies)	--	31.2	En linderos
3	Frutales c. Frío-Hortalizas	21.25		Asocio temporal
4	Plátano-hortalizas/maderables	25.03		Asocio temporal
Subtotal		189.56	31.20	
Total		368.03	86.57	



Variedad de cultivos de clima frío, incluyendo frutales, promovidos por el Proyecto en la zona de La Esperanza, Intibucá y Marcala y La Paz. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2008.

Ingresos por ventas de productos

El éxito del proyecto se debió en gran parte al apoyo dado a los productores en la parte de manejo de poscosecha y en la comercialización, así como con la logística suministrada (material para riego por goteo, canastas, bolsas y sobre todo en el acompañamiento para los contactos y la formalización de contratos específicos). El total de ingresos por venta de productos (2006–2007 hasta mayo, 2008) ascendió a US\$424,658 en la zona del litoral (venta de plátano, principalmente) y a US\$679,753 en la zona de La Esperanza, (venta de hortalizas y papa, principalmente), Jesús de Otoro (sobresale el ingreso por plátano) y en Marcala (por hortalizas varias y papa), para un total de ambas zonas de US\$1,104,411. Estos ingresos fueron solamente por cultivos anuales, sin incluir lo que sería cosechado (por plátano principalmente) en los siete meses restantes del 2008. La proyección de ingresos probables por cultivos permanentes como el rambután y el coco, por ejemplo, superan los US\$5,000 por hectárea por año a partir del 2010. Además, en base a las experiencias del Programa de Cacao y Agroforestería, para las condiciones de la costa Atlántica donde se establecieron la mayoría de maderables, los ingresos a largo plazo (18 a 25 años) se calcula que superarán los US\$80,000/km de lindero y US\$150,000 ha⁻¹ de parcela pura de maderables.

Generación de empleo e ingresos por este concepto

Además del ingreso a las distintas comunidades por concepto de venta de productos, hubo también generación de empleo que significó también ingresos para las familias involucradas. Durante el tiempo del proyecto en la zona del Litoral se generaron 308 empleos permanentes por un valor de US\$311,405 y en la zona del Altiplano (incluyendo Jesús de Otoro y Marcala) se generaron 500 empleos con un valor de US\$379,724.



La generación de empleo de mano de obra no calificada, en zonas donde normalmente la oferta supera la demanda, constituye uno de los principales impactos del proyecto contribuyendo al incremento de ingresos familiares. Proyecto USAID-RED/FINTRAC-FHIA, 2008.

Proyecto CARE/PASOS III-FHIA

Microcuencas Quebrada San Antonio, Ramal de Tierra Firme, La Masica (Atlántida) y Microcuenca Quebrada Sergio Lantagne, Ramal del Tigre Tela (Atlántida)

Introducción

El proyecto se inició a partir del 1 de julio de 2007 mediante la contratación de la FHIA como proveedor de servicios por parte del proyecto PASOS de CARE Honduras.

El objetivo del proyecto fue establecer un proyecto piloto en las microcuencas de la Quebrada Sergio Lantagne, Ramal del Tigre, Tela, Atlántida y Quebrada San Antonio, Ramal de Tierra Firme, La Masica, Atlántida, mediante la implementación de prácticas conservacionistas y productivas que permitan proteger el área manteniendo las familias dentro de las microcuencas.



La FHIA asumió la responsabilidad de establecer en la microcuenca Quebrada San Antonio, Ramal de Tierra Firme, 14 parcelas agroforestales y 6 parcelas agroforestales en la microcuenca de la quebrada Sergio Lantagne, Ramal del Tigre, Tela, Atlántida. Todas estas parcelas en terrenos de productores establecidos, que suministra el agua para 10 comunidades de la parte baja del sector Ramal de Tierra Firme y 10 comunidades situadas en la parte baja del Ramal del Tigre.

La FHIA provee la asistencia técnica y la capacitación, así como el material vegetativo requerido para el establecimiento de parcelas agroforestales, que contribuyan a la sostenibilidad de las familias establecidas en ambas microcuencas y que han decidido no salir del área.

Actividades realizadas

Durante el 2008 se dio seguimiento a las parcelas establecidas en el 2007 y se completó el establecimiento de otras que habían quedado parcialmente establecidas. Fue necesario reponer y resembrar muchas plantas debido a pérdidas por factores climáticos, mal manejo en el campo o previo a la siembra en sitio definitivo (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Sistemas agroforestales por beneficiario establecidos en la microcuenca de la Quebrada San Antonio. Ramal de Tierra Firme. La Masica, Atlántida. 2008.

No	Nombre	Área (ha)	Sistema agroforestal
1	Pedro Pablo López	0.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
2	Guadalupe López	0.023	Rambután - plátano - cacao - maderables
3	Francisco López	0.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
4	Porfirio Galdames	0.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
5	Daniel Suchite	0.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
6	Juan Paz Orellana	0.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
7	Favio Guevara	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
8	Nain López	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
9	Gertrudis Membreño	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
10	Pedro Membreño	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
11	Venancio Membreño	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
12	Timoteo Membreño	2.0	Rambután - plátano - cacao - maderables
13	Francisco Membreño	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
14	Virgilio Gabarretes	1.5	Rambután - plátano - cacao - maderables
Total		21.20	

Cuadro 2. Área de cultivos por agricultor establecida por cada sistema en la microcuenca de la Quebrada Sergio Lantagne. Ramal del Tigre Tela, Atlántida. Diciembre, 2008.

No	Nombre	Área (ha)	Sistema agroforestal	Complemento
1	Ernestina Sánchez	2.6	Rambután cacao- plátano	Maderables en el contorno (lindero) de la parcela
2	Margarito Mejia	2.8	Rambután -cacao - plátano/piña	Maderables en el lindero
3	José Maximino Díaz	2.0	Rambután-plátano-cacao	Maderables en lindero
4	Esmerejildo Iglesias	1.0	Rambután-cacao-plátano	Maderables en lindero
5	Ovidio Martínez	0.5	Rambután - Plátano	Maderables en lindero
6	Roberto Mejia	0.3	plátano	Maderables en lindero
Total		9.2		

Entrega de material vegetativo

Para el establecimiento de estas 20 parcelas se entregaron inicialmente 3,758 plantas de rambután, 10,388 plantas injertadas de cacao, 12,000 cormos de plátano y 13,000 hijuelos de piña. Por mal manejo durante el transporte, previo o durante el transplante, agravado ésto con mal manejo en el campo de varias parcelas (control deficiente de malezas, sequía, hoyos muy profundos y animales dentro de las parcelas), lo que ocasionó mucha pérdida de material, principalmente cacao y plátano. En total en ambas microcuencas se perdieron 600 plantas de rambután (16%), 4,466 de cacao (43%), 4,430 de plátano (37%). Sin embargo, en un esfuerzo de CARE-PASOS y la FHIA para que el proyecto continúe en busca de las metas, se repuso el material que más le interesaba a los productores, a juzgar por el cuidado que pusieron a los distintos cultivos, que en este caso fue el rambután.



Las vías de acceso y demás limitaciones de los productores para transportar adecuada y oportunamente el material de siembra aportado por el proyecto, han contribuido a las altas pérdidas del mismo y al estado deficiente de muchas parcelas principalmente en Ramal del Tigre, Tela, Atlántida.



Aquellos parcelas que han sido bien atendidas por los usuarios han respondido a pesar de las condiciones adversas de clima (sequía) y suelo, propias de estas microcuencas. Proyecto CARE/PASOS III-FHIA, 2008.

Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA

Introducción

Se inició este proyecto en julio de 2007 (Fase I) en el cual la FHIA participa como contratante de MIRA para el suministro de material genético y asistencia técnica a productores para el establecimiento y manejo de 100 parcelas agroforestales (Fase I), establecidas con cultivos de alto valor en zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas Jeannette Kawas y Lancetilla, en Tela (Atlántida) y Pico Bonito y Cuero y Salado en La Ceiba (Atlántida). El propósito fue (en Fase I) generar al menos un 25% de aumento de los ingresos generados en el año anterior en el área establecida con estos sistemas agroforestales, contribuyendo a la vez a la conservación de los recursos naturales.



Las actividades se centraron en comunidades de 5 municipios de la costa Atlántica: Tela (11 comunidades), Arizona (3 comunidades), El Porvenir (6 comunidades), San Francisco (7 comunidades) y La Ceiba (2 comunidades). Los trabajos se orientan dentro de una filosofía de “*producir conservando y conservar produciendo*” en busca de una sostenibilidad económica a mediano y largo plazo para los usuarios y sus familias, sin comprometer los recursos naturales.



Las actividades prioritarias se centraron en el apoyo 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 el primer año (12 meses después del trasplante) como plátano, yuca y sandía, entre otros. Se apoyó a los productores con capacitación, asistencia técnica, materiales de siembra y otros, completando el proceso con el apoyo para la comercializar el producto. Esto ha sido para la mayoría de los usuarios una experiencia nueva y agradable, ya que cuando habían cultivado algo diferente a los granos básicos, siempre habían caído en manos de intermediarios inescrupulosos que se llevaban la mejor parte sin arriesgar inversión. En este informe se resumen las actividades realizadas en busca del cumplimiento del objetivo propuesto y se presentan los primeros resultados en lo que a ingresos y generación de empleo se refiere, así como una proyección de los ingresos a obtener durante la Fase II (la Fase I culminó en septiembre, 2008).

Area de influencia

El proyecto se ejecuta en cinco municipios del litoral atlántico: Tela (11 comunidades), Arizona (3 comunidades), El Porvenir (6 comunidades), San Francisco (7 comunidades) y en La Ceiba (2 comunidades). En total el proyecto tiene presencia en 29 comunidades donde participan 107 beneficiarios con un área total de 109 ha en cultivos, 44.9 km en linderos de maderables y 2.25 ha también de maderables en parcelas puras (Cuadro 1 y Figura 1).

Cuadro 1. Municipios, número de comunidades y productores participantes en el Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA. Programa de Cacao y Agroforestería, 2008.

Municipios	Comunidades	No. de productores	Municipios	Comunidad	No. de productores	
Tela	La Esperanza	15	El Porvenir	Orotina	14	
	Lancetilla	9		El Pino	3	
	San José	9		Ceiba Mocha	3	
	Santiago	4		La Unión	1	
	San Fco. del Portillo	2		Montevideo	1	
	Tres de Mayo	2	San Francisco	Montepobre	1	
	Cedros	2		Las Camelias	8	
	San Isidro	2		Santa Ana	6	
	Piedras Gordas	1		Saladito	2	
	Miramar	1		Sacataloza	2	
	Puerto Arturo	1		Santiago	2	
Arizona	San Martín	4	La Ceiba	Fruterías	1	
	El Portillo	2		Jimerito	1	
	Santa Lucía	2		Toncontín	4	
				La Ausencia	2	
Total					107	

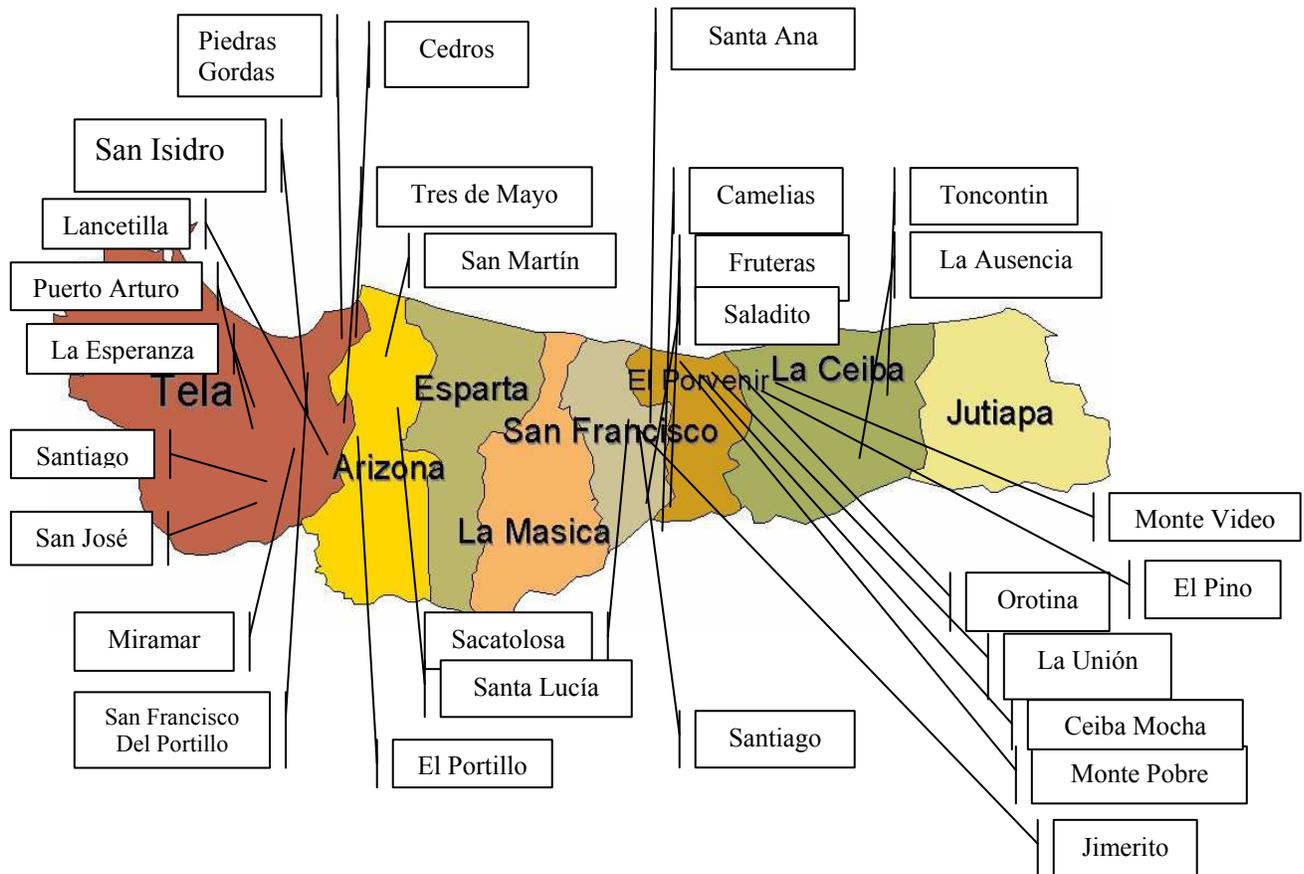


Figura 1. Municipios y comunidades intervenidas por el proyecto 2008.

Actividades de capacitación

Para la mayoría de los usuarios los rubros agrícolas promovidos por el proyecto eran desconocidos en cuanto a su establecimiento, manejo y comercialización. Así mismo, el concepto de parcelas bajo un enfoque agroforestal era algo nuevo para todos ellos, además de desconocer el proceso de poscosecha y comercialización, pues los pocos que habían cultivado algo diferente a los granos básicos, como sandía por ejemplo, siempre habían vendido a intermediarios, quienes no tienen ninguna consideración a la hora de fijar precios. Por lo antes expuesto fue necesario desarrollar gran actividad en capacitación sobre todos los aspectos relacionados, iniciando con la socialización/motivación de posibles usuarios, selección de áreas, aspectos agronómicos de cada uno de los cultivos a establecer siguiendo principios de agroforestería, pues no es lo mismo el establecimiento y el manejo cuando van en monocultivo que cuando se asocian dos o mas especies. Además se capacitó y acompañó a los usuarios en el proceso de poscosecha y comercialización de plátano y sandía principalmente. Durante la primera fase del proyecto se desarrollaron 290 eventos de capacitación grupal o individual con un total de 1,518 asistencias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Eventos de capacitación y asistencia técnica realizados con los productores y/o trabajadores del Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA. Período octubre, 2007-septiembre, 2008.

Evento	No.	Cultivo	Temática	Asistencias
Demostración práctica	190	Plátano-rambután	Trazado, preparación semilla, abonos orgánicos, siembra y cosecha de plátano	862
Reunions	53	-	Socilización/promoción,	208
Cursos/talleres	18	Rambután, piña, plátano, coco	Cultivo, Manejo agronómico y control de plagas	253
Días de campo	12	Plátano, rambután, yuca, abonos orgánicos	Desinfección de semilla, preparación de abonos, selección y desinfección cangres de yuca	105
Giras intercambio	7	plátano	Establecimiento y manejo	51
Charlas de campo	9	Plátano-rambután	Siembra, trazo, preparación de semilla	29
Reunión	1	Plátano	Contacto con compradores de plátano	10
Total	290	--	--	1,518



La capacitación teórico-práctica en todas las fases hasta la cosecha y comercialización de los rubros promovidos, es un pilar importante para el éxito de proyectos productivos de esta naturaleza. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA.



Asistencia técnica

La asistencia puntual a los productores y trabajadores que les apoyan en sus labores es una actividad prioritaria que demanda considerable dedicación y esfuerzo de parte del personal técnico encargado del proyecto. Esta labor se hizo a través de visitas puntuales y periódicas (según estado del cultivo) de seguimiento para atender individualmente en el campo inquietudes de los productores, incluyendo acompañamiento en contactos de comercialización. En total se realizaron 699 visitas para asistencia directa, incluyendo las que se hacían para entregarles material vegetativo para siembra de sus parcelas.



Para la mayoría de los productores usuarios fue básico el acompañamiento permanente en todas las fases del o los cultivos implementados, ya que desconocían el manejo y comercialización de los mismos.

Establecimiento de parcelas agroforestales

Para el cumplimiento de las metas del proyecto (generación de ingresos y empleo) se establecieron parcelas con énfasis en sistemas agroforestales (SAFs) incluyendo árboles bajo la modalidad de árboles en línea alrededor de las mismas. Los cultivos más demandados por los usuarios fueron rambután y coco como cultivos permanentes y el plátano como cultivo transitorio. También se sembraron algunas parcelas con sandía, yuca o maracuyá como cultivos temporales. En estos sistemas agroforestales donde el cultivo principal es el cultivo perenne, la función del o los cultivos temporales son preponderantes ya que son los responsables de la generación de ingresos en los primeros dos años mientras entran en producción a partir del tercero o cuarto año el o los cultivos perennes, como lo son el rambután y el coco, por ejemplo. Los sistemas más demandados y sembrados finalmente por los productores fueron rambután-plátano/maderables (en lindero), coco-plátano/maderable, rambután-yuca/maderable, coco-piña/maderable, en distintos arreglos. En total se establecieron 101 parcelas y 42.18 km en linderos (Cuadro 3).

El sistema agroforestal conformado por Rambután como cultivo permanente y plátano como cultivo temporal, es uno de los SAFs con mayor potencial económico-ambiental para el litoral Atlántico de Honduras. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA.



Cuadro 3. Parcelas establecidas bajo distintos sistemas agroforestales, incluyendo árboles en línea alrededor de las mismas. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA.

No. de parcelas	Sistema agroforestal (Saf)	Área (ha)	Metros Lineales	Parcelas Puras (ha)
64	Rambután-plátano/maderable	65.8	15,400	--
11	Rambután-yuca/maderable	11.1	5,700	0.25
6	Rambután-piña/maderable	6.25	4,600	0.50
6	Rambután-plátano-sandía	5.9	6,800	-
5	Coco-Plátano/maderable	5.26	3,000	0.25
2	Rambután-piña-yuca/ maderable	2.25	600	0.50
2	Rambután-plátano-piña-cítricos/maderable	2.25	1,200	--
2	Rambután-maracuyá-piña/maderable	2.0	2,800	--
1	Rambután-plátano-yuca/maderables	1.0	600	--
1	Rambután-musa valdiviana/maderable	1.0	600	--
1	Rambután-ornamental/ maderable	1.0	600	--
1	Rambután-maracuyá/ maderable	1.0	600	--
1	Rambután-maracuyá-papaya/ maderable	1.0	600	--
1	Rambután-piña-citricos-plátano	1.25	600	--
1	Coco-maderable/maderable	1.0	600	--
1	Coco-piña-plátano/maderable	1.0	600	--
1	Coco-ornamental/maderable	1.0	600	--
107	Total	109.0	44,900	1.50

^{1/} Establecieron parcela pura de maderables (0.25 ha).



El plátano y la piña son cultivos ideales para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos perennes como el Rambután, el coco y los maderables por los ingresos que generan en los primeros años mientras entra en producción el cultivo permanente.





El apoyo con material genético, igual que la asistencia técnica, son prioritarios para el éxito de estos proyectos productivos con productores que por años se han dedicado a cultivos tradicionales.



Ingresos por ventas de productos

La meta principal del proyecto (Fase I) fue el aumento de ingresos para las familias participantes en el proyecto, sin embargo esto fue posible solo parcialmente por la corta duración del mismo que no permite la cosecha de cultivos anuales como el plátano que entra en cosecha a partir del año de trasplante. Otros cultivos como la sandía, con ciclo de producción más corto, si permitió obtener ingresos a unos cuantos productores que asociaron este cultivo con el rubro permanente (rambután principalmente). Unas pocas parcelas (establecidas en los primeros tres meses del proyecto) entraron en producción obteniéndose L 627,250 (US\$ 33,013) entre solamente 13 productores que cosecharon parcialmente en el 2008 (Cuadro 4).



2008-07-24



2008-02-14

El productor *Joel Jonsosn* de la comunidad de Orotina, El Porvenir (Atlántida), fue uno de los primeros en acogerse al Proyecto y por lo tanto uno de los que más ingresos alcanzó a recibir en la Fase I del Proyecto.

Cuadro 4. Ingresos parciales obtenidos por trece productores hasta diciembre, 2008. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA, 2008.

Productor	P r o d u c t o s				Total (L)	Total (US\$)
	Cormos (L)	Plátano (L)	Yuca (L)	Sandía (L)		
Joel Jonson	20,600	120,880	-	-	141,480	7,446
Daniel Alcerro	6,000	44,098	-	-	50,098	2,637
Medardo Medina	3,600	39,740	-	22,000	65,340	3,439
Miguel Á Orellana	7,500	64,943	-	50,000	122,443	6,444
German Herrera	10,000	43,810	-	25,000	78,810	4,148
Cesar Núñez	6,000	31,135	-	-	37,135	1,954
Isa Joel Ruiz	14,300	111,564	-	-	125,864	6,624
Eliseo Hernández	8,300	34,700	-	-	43,000	2,263
David López	-	24,250	-	-	24,250	1,276
Cecilio escobar	-	-	68,000	-	68,000	3,579
Melecio Bustillo	-	-	-	20,000	20,000	1,053
Carlos Lagos T	-	-	-	19,500	19,500	1,026
Adrián Morales	-	11,500	-	-	11,500	605
Total	76,300	535,030	68,000	136,500	807,420	42,495

Proyección de ingresos

Como se anotó antes la mayoría de las parcelas entrarán en producción después de mes de septiembre cuando cierra el período objeto de este informe, debido a que fueron instaladas en su mayor parte en el 2008. En base a la experiencia en otros proyectos con sistemas agroforestales similares donde entra el plátano como cultivo acompañante temporalmente del rambután o el coco, los ingresos esperados para el 2008-2009 (Fase II) superarán los L.7.0 millones (US\$368,421), (considerando ingresos por plátano y otros rubros como yuca y piña).

Los ingresos por plátano se calcularon en base al ejercicio siguiente:

- Número de parcelas con plátano como cultivo temporal (80)
- Calificación promedia del estado de cada una de las parcelas en base a una escala de 1 a 10, según condiciones de suelo y manejo (incluyendo estado fitosanitario). En este caso se consideró 8.0 (el promedio fue de 8.7)
- Porcentaje de plantas con racimo comercial en base a una densidad de siembra de 1,800 plantas/parcela (algunos no disponen de área suficiente). En es caso se consideró que el 80% producirán racimo comercial (1,440).
- Precio de venta por racimo en base a lo comercializado hasta ahora en la zona: L.70.00/racimo (el rango de precio en la zona en el 2008 fue de L.60.00 a 100.00/racimo).

En base a lo anterior, tenemos:

Total ingresos (2008-2009) por concepto de plátano: $80 \times 0.8 \times 1,800 \times 0.80 \times L 70.00$
 = L.6,451,200 = US\$339,537

Si consideramos el ingreso de otros rubros que se cosecharán entre el 2008 y 2009, tendremos un ingreso aun mayor (Cuadro 5).

Cuadro 5. Proyección de ingresos a corto plazo (2008-2009) en parcelas establecidas. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA. Octubre, 2008.

Cultivo	Area (ha)	Ingresos totales proyectados (2008/09)	
		L	US\$
Plátano	80.00	6,451,200	339,537
Yuca	7.25	500,000	26,315
Piña	6.07	485,600	25,558
Maracuyá	2.40	140,000	7,368
Papaya	0.35	46,680	2,457
Total	--	7,623,480	401,236^a

^a Lo cual significa un ingreso promedio general de US\$ 3,972/productor en base al total de 101 productores (participantes en Fase I).

La proyección de ingresos a mediano plazo por concepto de rambután o coco y de madera a largo plazo nos indica que los mismos superarán los L.90,000 (US\$4,737) ha⁻¹ por los cultivos y L.1,6 millones (US\$84,210)/km por concepto de la madera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Proyección de ingresos a mediano y largo plazo con distintos rubros agrícolas y maderables. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA. Octubre, 2008.

Cultivo	Ingresos proyectados ha ⁻¹ Año 4°.		Ingresos proyectados ha ⁻¹ 5° Año en adelante	
	(L)	US\$	(L)	US\$
Rambután	93,600	4,926	156,000 ^a	8,210
Coco	62,400	3,284	117,000 ^b	6,158
Madera	Ingresos proyectados al año 20: L 1,600,000=US\$ 84,210 ^c			

^a En base a 156 árboles/ha, 1,000 frutos/árbol vendidas a L.1.00/fruto

^b En base a 156 plantas/ha, 150 cocos/planta y L.5.00/fruto

^c En base a 80 árboles, 400 pies tablares/árbol y L.50/pie tablar

Generación de empleo e ingresos por este concepto

Además del ingreso a las distintas comunidades por concepto de venta de productos, hubo también generación de empleo que significa a la vez ingresos para las familias involucradas, ya que en muchos casos es la misma familia la que asume la mayor cantidad de trabajos a desarrollar en las parcelas. Durante el año se generaron en las dos zonas de influencia del proyecto aproximadamente 14,400 días-hombre que a razón de L.100.00/jornal ascienden a L.1,440,000 (US\$75,800).



El Proyecto ha constituido una fuente de empleo local de mano de obra no calificada y no competitiva por otros rubros. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA.

Visita de la comisión supervisora a la parcela del productor *Raúl Lobo* localizada en La Masica, Atlántida. Proyecto USAID-MIRA/CAFTA-FHIA.



6. EVOLUCIÓN DE LAS HIDROTURBINAS EN LA FHIA

Además de hacer modificaciones y mejoramiento en algunas unidades que ya requerían reparaciones por su desgaste regular, durante el año 2008 también se trabajó en el diseño y fabricación de nuevos prototipos de microturbinas más compactas y eficientes que las anteriores, tanto en la utilización de piezas metálicas periféricas como en la velocidad de rotación de sus rodets.

Se fabricaron dos modelos de turbina de eje vertical con un múltiple de entrada lineal y descarga de agua a través de tres boquillas de regulación independiente, orientados a optimizar el caudal aprovechable en la fuente de abastecimiento durante el verano sin perder la eficiencia y las revoluciones características en los rodets de las microturbinas Pelton.

Utilizando el banco de pruebas disponible en la FHIA se ejecutaron muchas comprobaciones para correlacionar la presión de trabajo en los inyectores de agua versus el caudal entregado por el múltiple de la turbina y la variación de la potencia de salida en el eje primario. Con estas pruebas se estaban reproduciendo diversas condiciones similares a las que generalmente ocurren en los tramos altos de las quebradas típicas del litoral atlántico de Honduras en un amplio rango de pendiente o caída vertical total.

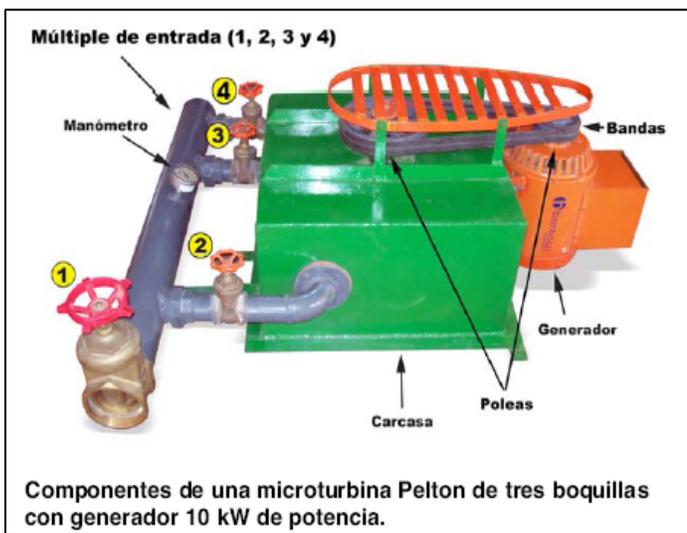
Por otra parte y tomando en consideración la importancia de facilitar el desmontaje de los componentes más importantes de las microcentrales en aquellas aldeas remotas donde no existen talleres bien acondicionados, se diseñaron rodets y múltiples de entrada que se puedan desarmar sin dificultad para reemplazar piezas cuando sea necesario.

Partiendo de las ecuaciones $V_{jet} = C_v \sqrt{2g \cdot H_n}$, $Q_{jet} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j_{et} \cdot N_{jet}$

se diseñaron nuevos tazones y se fundieron en hierro colado; estos tazones con arista central y un ángulo de deflexión del chorro de agua bien calculados optimizan el par de torsión del rodete con caudales moderados en un rango entre 18–30 l/s.

Respondiendo a solicitudes de empresarios agroindustriales interesados en el concepto microhidro, se hicieron aforos en diversos sitios en los municipios de Omoa, Cortes; Marcala, La Paz; Masaguara, Intibucá y Yoro, Yoro.

Después de interpretar los datos de campo obtenidos durante las evaluaciones de campo, se escribieron informes técnicos detallados y se proporcionó amplia información sobre las condiciones encontradas, indicando especificaciones sobre el equipo necesario para aprovechar el potencial de generación de electricidad en cada sitio, especialmente durante la época de verano que es la temporada crítica para operar los sistemas a su máxima capacidad de diseño.



Como la viabilidad de un proyecto está significativamente influenciada por las condiciones hidrológicas y topográficas de la microcuenca y por el diseño o capacidad del equipo instalado, se acostumbra elaborar un estudio de prefactibilidad básico, tomando en cuenta los factores siguientes:

- Visita al sitio preseleccionado y medición de caída vertical, caudal disponible, longitud de la tubería de conducción requerida por el proyecto.
- Estudio de la obra civil necesaria para establecer la derivación de agua, instalación y anclaje de la tubería de presión y cimentación de casa de máquinas y canal de descarga.
- Cálculo de la potencia firme que se puede obtener en diferentes épocas del año, según la abundancia o escasez de agua en la quebrada o río.
- Estimación del costo total aproximado para ejecutar el proyecto y el costo promedio por kilowatt de potencia instalada.
- Este análisis se realiza para prevenir costosos errores que podrían ocurrir si un proyecto se ejecuta desconociendo los lineamientos técnicos pertinentes.



Mediante el banco de pruebas de la FHIA, es posible reproducir toda una gama de condiciones de operación del equipo que se va a entregar a las aldeas beneficiadas.

El dimensionamiento apropiado de los tazones es el punto de partida para diseñar microturbinas Pelton más eficientes.





Ningún proyecto microhidro puede diseñarse correctamente sin las mediciones preliminares de caudal disponible en verano y el salto de agua en el sitio seleccionado.

