

**RESPUESTA DE HIBRIDOS DE *Theobroma cacao* A DOS
ASOCIACIONES DE SOMBRA EN TURRIALBA, COSTA RICA***

G. A. Enríquez**

RESUMEN

En América Central, existen muchos sistemas para el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*), los más comunes involucran asociaciones con *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora*. Hay pocos estudios que comparen estas dos asociaciones, u otras menos importantes. Este estudio compara las mencionadas asociaciones, con el fin de cuantificar sus diferentes respuestas en la cosecha y ciertas interacciones ecológicas relacionadas.

Se usaron parcelas de 16 árboles (4 x 4) plantadas a 6 x 6 m. Las parcelas vecinas compartieron los mismos árboles en el borde. *T. cacao* se plantó a 3 x 3 m, con 16 árboles por parcela experimental, usando el cruce interclonal "Catongo x Pound - 12". Una parcela central de 8 árboles de *T. cacao* (EET - 400 x SCA - 12 y UF -29 x IMC - 67) también fue estudiada. Un diseño de bloques parcialmente al azar (cuatro repeticiones) se usó en el sitio experimental "La Montaña", Turrialba (600 metros sobre el nivel del mar). El manejo de la parcela para ambas asociaciones fue tan uniforme como fue posible. Desde 1982, *E. poeppigiana* se podó dos veces al año. La primera poda (casi 100%) es en mayo o junio, al inicio de la

* Traducido del inglés por Carmen M. Rojas.

** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

estación lluviosa, y la segunda (cerca de 50%) en noviembre, al inicio del segundo período lluvioso.

El rendimiento de cacao seco fue siempre más alto en asociación con *E. poeppigiana*, con una diferencia promedio de 342 kg de cacao seco ha⁻¹, lo cual es un 66% de aumento. Cada árbol bajo *E. poeppigiana* produjo un promedio de 7 mazorcas más que con la sombra de *C. alliodora*, lo cual es un 62% de aumento. La razón para la diferencia de un 4% entre estos dos métodos de comparación es que, aunque se produjeron mazorcas más grandes con la asociación de *C. alliodora* desde 1981, tomando los promedios del tamaño de las mazorcas de todos los años para la asociación con *E. poeppigiana* aún muestra una leve ventaja (promedio 9% más grande).

El número promedio de chupones por árbol de *T. cacao* fue de 24% menos en la asociación con *E. poeppigiana* (17) que en la de *C. alliodora* (22). Esta característica es económicamente importante ya que se requieren menos días de trabajo para mantener las plantas libres de chupones. Se notó visualmente poca diferencia en el vigor del árbol, aunque hubo un desarrollo del tronco escasamente mayor en la asociación con *E. poeppigiana* (6.34 cm) que con *C. alliodora* (6.01 cm).

INTRODUCCION

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao*) ha sido llevado a cabo tradicionalmente por los agricultores en muchas formas diversas en muchos sistemas ecológicos. El sistema más rápido, fácil y económico usa la sombra del bosque natural (7, 9, 11, 14, 16), seleccionando unos pocos árboles y eliminando el resto para después plantar *T. cacao*. Los rendimientos han sido bajos con este sistema, debido en parte a la dificultad del manejo de la sombra, pero las plantaciones han permanecido productivas por muchos años (a menudo más de 100) (7, 9).

El uso de materiales mejorados y técnicas de manejo modernas para *T. cacao* y los árboles de sombra (18), requiere sistemas bastante diferente a las plantaciones tradicionales (3, 4, 6, 8) con mayor control tanto de *T. cacao* como de la sombra, lo que resulta en una mayor producción. En algunos casos la eliminación de la sombra ha sido recomendada (7), con buenos resultados por un número limitado de años, es decir cosechas ini-

ciales altas, las cuales disminuyen luego rápidamente debido al deterioro de la planta, enfermedades y plagas (13, 17). En realidad, la situación económica del agricultor demanda eficiencia al máximo en el uso de la tierra (10, 15). Una de las mejores formas de maximizar u optimizar el uso de la tierra es la asociación de diferentes cultivos tanto simultáneamente o secuencialmente (6, 7, 15). Aunque también se ha recomendado la plantación de *T. cacao* sin sombra en ciertos países, esto ha sido una falla en otras áreas donde factores tales como el clima, suelo y, en ocasiones, la variedad, no han sido tomadas en consideración (1, 2, 11, 12, 13, 19).

Apenas hay algunas descripciones de asociaciones *T. cacao*/*Cordia alliodora* aunque la mayoría de las plantaciones de *T. cacao* en Costa Rica y el norte de Panamá tienen *C. alliodora* como un componente de sombra importante (5, 10, 12, 14, 19). Como en la mayoría de las áreas de producción de *T. cacao*, casi todas (95%) de las fincas de *T. cacao* en Costa Rica son pequeñas, con menos de 20 ha (12). A pesar de su tamaño, estas fincas proveen más de un 50% de la producción total.

Los objetivos generales del trabajo aquí presentado son los siguientes (en este informe solo se trata con características de la planta):

1. Una comparación de las dos asociaciones de finca con *T. cacao*, que incluyen los árboles de sombra más comúnmente usados en la zona.
2. Un estudio detallado del ambiente en cada una de las dos asociaciones y su evolución y cambio durante la duración del experimento.

MATERIALES Y METODOS

Las parcelas de *T. cacao* estudiadas en esta presentación son parte de un experimento más grande descrito en mayor detalle en una guía del CATIE para parcelas forestales (5) y en los archivos del Programa del cacao del CATIE (6). Los tratamientos comparados son los árboles de sombra *C. alliodora* vs. *E. poeppigiana* asociados con 3 cruces interclonales de *T. cacao*: 1) Catongo x Pound-12; 2) EET-400 x SCA-12; y 3) UP-29 x IMC-67. *T. cacao* se plantó a una distancia de 3 X 3 m y los árboles de sombra (*E. poeppigiana* y *C. alliodora*) a 6 X 6 m con 4 árboles de sombra por parcela experimental. Una línea central de árboles se compartió como borde (Fig.1). Las parcelas experimentales de *T. cacao* contenían un total de 16 plantas. Los árboles de sombra se plantaron en un diseño de parcelas parcialmente al azar, de modo que las repeticiones 1 y 2 (asimismo 3 y 4) de las asociaciones respectivas están lado a lado

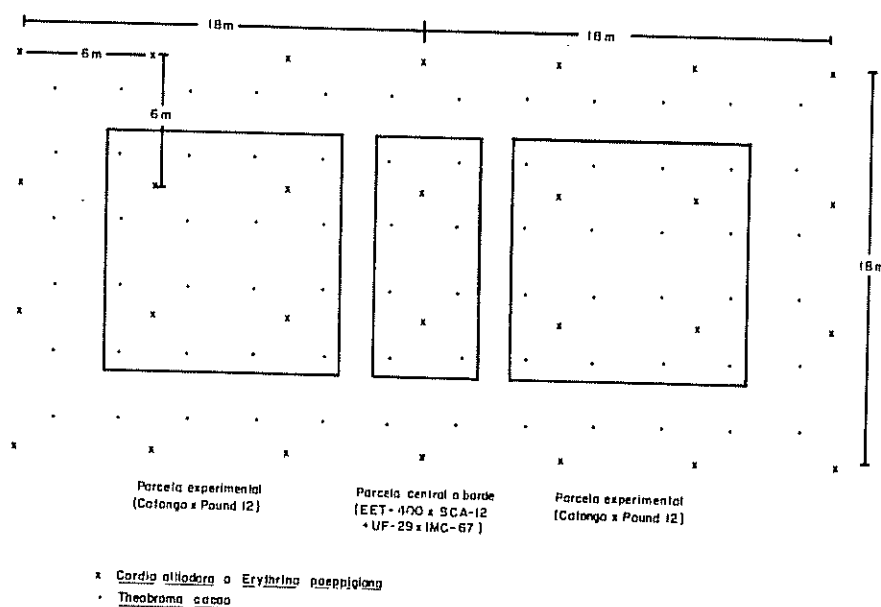


Fig. 1. Disposición de las parcelas de *Theobroma cacao* con *Cordia alliodora* o *Erythrina poeppigiana* en el Experimento Central de plantas perennes. La Montaña, Turrialba, Costa Rica

(debido a la escasez de espacio). En el área central, hubo un grupo de *T. cacao* originalmente plantado como un borde entre-repeticiones y como fuente de polen. Estas plantas, que corresponden a los cruces "2" y "3" previamente mencionados, se usaron también para comparaciones.

Las plantas se mantuvieron en un vivero durante 5 meses antes de transferirlas al campo y no se hizo selección en el momento de plantación. Diez meses después de plantarlas, se inició la poda de formación de *T. cacao* y continuó por casi un año hasta que las plantas tuvieran una forma apropiada. Cuando se plantó, se puso 100 g de 10-30-10 en cada hueco de plantación, lo que equivale a 111 kg. ha⁻¹ de fertilizante como 11 kg de N. ha⁻¹, 33 g P. ha⁻¹ y 11 g x K. ha⁻¹. Cada año, con la excepción de 1981, cada *T. cacao* se fertilizó con 600 g de 18-10-6-5 dividido en 4 aplicaciones. Esto representa 667 g ha⁻¹.a⁻¹ o el equivalente de 120 g N.ha⁻¹.a⁻¹, 67 g P.ha⁻¹.a⁻¹ y 40 g.ha⁻¹.a⁻¹ con un estimado de 33 g S. ha⁻¹ a⁻¹. Al inicio del experimento se aplicó herbicida Glyphosato^R al área total y el cultivo se mantuvo consecuentemente libre de malas hierbas con 6 deshierbes el primer año, 4 el segundo y 2 deshierbes suaves al inicio del tercer año.

En el momento de plantar *T. cacao* (setiembre 1977) el maíz (*Zea mays*) y *gandul* (*Cajanus cajan*) fueron sembrados en asociación como sombra provisional, y el plátano (*Musa paradisiaca*) variedad 'Pelipita' se estableció como sombra temporal. Ya que no había sombra en el momento de la plantación, *T. cacao* se protegió durante 4 a 5 meses con hojas de palmera dobladas encima como techo. Las hojas de palmera se secaron y gradualmente permitieron que la luz pasara a través hasta que el viento o los trabajadores las destruyeron. Después de 5 meses, las hojas de palmera se quitaron. Al mismo tiempo *Z. mays* se cosechó, pero en ese momento *C. cajan* había crecido lo suficiente para dar a *T. cacao* una adecuada sombra de protección. Después de un año se cosechó *C. cajan* y la plantas se quitaron ya que la sombra de *M. paradisiaca* y *C. alliodora* o *E. poeppigiana* dieron suficiente protección al *T. cacao*. Durante el segundo año la *M. paradisiaca* fue gradualmente eliminada en tanto que los árboles de sombra tuvieron suficiente crecimiento. Al final del segundo año todos los *M. paradisiaca* habían sido eliminados, excepto por unas pocas plantas que se dejaron para proveer material de vástago el cual fue cortado y extendido sobre el área para estimular la cría de insectos polinizadores.

Se han estado tomando datos de producción del *T. cacao* individual desde 1979 hasta el presente, aunque la toma de datos se suspendió por 6 meses durante 1981 por razones fuera de control del proyecto. Durante ese periodo, solo se contó el número de mazorcas, y esto se usó como una base para estimar la producción. Las primeras mazorcas se cosecharon al final de 1978, pero desde entonces habían tan pocas que se incluyeron en los datos de rendimiento de 1979.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos para las parcelas experimentales (Catongo x Pound 12) fueron tempranos y altos (Cuadro 1) comparados con los del *T. cacao* no mejorado que empieza a producir 4 o 5 años después de plantado (2, 7, 9, 17). Durante 1979, las plantas asociadas con *C. alliodora* mostraron un mayor rendimiento con una diferencia de 27 kg. ha⁻¹. Durante los años subsecuentes los aumentos en la producción fueron constantes para ambos tratamientos, pero siempre un poquito más alto en la asociación *T. cacao* - *E. poeppigiana*.

En las parcelas centrales, los cruces interclonales (UF-29 x IMC-67 + EET-400 x SCA-12) mostraron una diferencia marcadamente mayor que aquellos en la parcela experimental (Catongo x Pound 12), con un promedio mucho más alto en la asociación *E. poeppigiana* indicando que la

respuesta a o el beneficio obtenido de la sombra difiere para cada material genético (cruce interclonal). La diferencia entre los promedios totales para los dos tipos de asociación da un valor de 342 kg.ha⁻¹.a⁻¹, lo cual es bastante considerable para la producción de *T. cacao*. Si solo las parcelas experimentales son examinadas, se encuentra un incremento de 24%, mientras que la parcela central conteniendo los otros dos cruces muestra un incremento de 125%.

Cuadro 1. Rendimiento promedio de *Theobroma cacao* (peso seco; kg.ha⁻¹.a⁻¹) Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	Año	Parcela experimental		Parcela central		
		Catongo	Pound-12	UF-29	EET-400	-
		x		x	+	x
				IMC-67	SAC-12	x
	1979		97		12	
<i>Theobroma cacao</i>	1980		427		566	
	1981*		625		448	
+	1982		648		370	
<i>Cordia</i>	1983		895		503	
<i>alliodora</i>	1984		909		687	
	\bar{X}		600		431	516
<i>Theobroma cacao</i>	1979		70		30	
	1980		459		409	
+	1981*		1,272		1,972	
<i>Erythrina</i>	1982		729		968	
<i>poeppigiana</i>	1983		991		1,081	
	1984		945		1,359	
	\bar{X}		744		971	858

* Valores estimados.

Durante los primeros dos años el número de mazorcas por árbol fue levemente superior para *T. cacao* asociado con *C. alliodora*, pero al inicio de 1981 hubo un aumento considerable en el número de mazorcas por

árbol, especialmente para *T. cacao* asociado con *E. poeppigiana* (Cuadro 2). Como en el caso del rendimiento, las diferencias son más marcadas en las parcelas centrales que en las parcelas experimentales, especialmente durante 1984 y en menor grado en 1983.

Durante el primer año, en el caso de la parcela experimental, el índice de mazorcas (número de mazorcas por kg de cacao fermentado seco) fue más bajo (en otras palabras, mejor) para *T. cacao* asociado con *C. alliodora* (Cuadro 3). En la parcela central, el valor fue muy alto para *T. cacao* asociado con *C. alliodora*, pero se obtuvo de muy pocas, mal formadas mazorcas y no se debería considerar típico (1). Los índices para parcelas con *E. poeppigiana* fueron mejores durante 1980 y 1981, pero al inicio de 1982 se incrementaron notablemente tanto en las parcelas experimentales como en las centrales mostrando una ventaja para la asociación con *C. alliodora*.

Comparando los promedios para las parcelas centrales, dejando fuera los datos no confiables para 1979, se puede ver una leve ventaja para la parcela con *C. alliodora* (22.7 vs 23.1 para la asociación con *E. poeppigiana*). En las parcelas experimentales, los valores para los promedios generales son también similares, pero las mazorcas de la asociación *T. cacao* - *E. poeppigiana* fueron levemente más grandes que las de la asociación *T. cacao* - *C. alliodora*. Esto tiene ventajas económicas ya que el agricultor tiene que procesar menos mazorcas por área, transportar menos mazorcas y gastar menos tiempo abriéndolas.

Una de las características menos deseables del híbrido *T. cacao*, debido a su precocidad y vigor, es el desarrollo de chupones o yemas vegetativas a partir del tronco principal. Esto lleva a la formación de una serie de estratos. El manejo moderno de *T. cacao* recomienda el mantenimiento de solo un estrato, lo cual implica la necesidad de quitar continuamente los chupones (1, 2, 7, 16).

En este ensayo hubo una marcada ventaja para la asociación *T. cacao* - *E. poeppigiana*, especialmente con el material genético usado en la parcela experimental, donde el número promedio de chupones por *T. cacao* es bastante constante a través del tiempo, pero difiere en un 39% del promedio para *T. cacao* en la asociación con *Cordia alliodora* (Cuadro 4). En la parcela central, hubo solo un 17% de ventaja para la sombra de *E. poeppigiana*. Dentro de cada asociación hay grandes diferencias entre los cruces híbridos de las parcelas experimentales y centrales, con aumentos de más de un 100%. Comparando los promedios de las asociaciones se muestra una ventaja para la sombra de *E. poeppigiana*, ya que la asociación *T. cacao* - *C. alliodora* tiene un 20% más de chupones.

Cuadro 2. Número promedio de mazorcas por planta de *Theobroma cacao* en el Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	Año	Catongo x Pound-12	UF-29 x IMC-67	+ EET-400 x SAC-12	- x
<i>Theobroma cacao</i> +	1979	1.7		0.4	
	1980	9.3		10.9	
	1981	14.2		10.5	
	1982	13.2		7.3	
	1983	20.2		10.1	
<i>Cordia alliodora</i>	1984	20.5		13.6	
	\bar{X}	13.2		8.8	11.0
<i>Theobroma cacao</i> +	1979	1.3		0.4	
	1980	9.0		7.3	
	1981	21.3		32.4	
	1982	16.0		23.7	
	1983	22.8		23.9	
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1984	22.0		32.7	
	\bar{X}	15.4		20.1	17.7

Cuadro 3. Índice de mazorcas (número de mazorcas.kg⁻¹ cacao seco) en el Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	Año	Catongo x Pound-12	UF-29 x MC-67	+ EET-400 x SAC-12	- x
<i>Theobroma cacao</i> +	1979	19.7		35.3	
	1980	24.3		21.5	
	1981*	25.3		26.6	
	1982	22.6		21.8	
	1983	25.1		22.4	
<i>Cordia alliodora</i>	1984	25.1		21.9	
	\bar{X}	23.7		24.8 (22.7)**	24.2
<i>Theobroma cacao</i> +	1979	20.6		14.0	
	1980	21.8		18.9	
	1981*	18.6		18.2	
	1982	24.4		27.2	
	1983	25.6		24.6	
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1984	25.9		26.7	
	\bar{X}	22.8		21.6 (23.1)**	22.2

* Valores estimados

** Promedios excluyen 1979.

Cuadro 4. Número promedio de chupones por planta de *Theobroma cacao*. Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	Año	Catongo x Pound-12	UF-29 x IMC-67	+ EET-400 x SCA-12	- x
<i>Theobroma cacao</i> +	1979	4.2		20.1	
	1980	14.2		52.1	
	1981	16.9		32.1	
	1982	19.7		25.1	
	1983	13.1		18.1	
<i>Cordia alliodora</i>	1984	18.8		24.6	
	\bar{X}	14.5		28.7	21.6
<i>Theobroma cacao</i> +	1979	4.3		17.4	
	1980	10.4		38.4	
	1981	11.3		22.9	
	1982	13.5		17.9	
	1983	11.4		27.2	
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1984	11.7		22.9	
	\bar{X}	10.4		24.5	17.4

En términos económicos, un número menor de chupones es importante ya que se necesita menos mano de obra para tenerlos bajo control. Es también importante desde el punto de vista de la energía gastada por el árbol en tanto que trata de desarrollar chupones para lograr una mayor altura debido a la competencia por la luz. La respuesta diferente puede resultar del manejo de la sombra en las dos asociaciones. En el caso de *C. alliodora*, los árboles de sombra solo recibieron una poda de formación general la cual se realizó en todo el experimento (incluyendo otros tratamientos no mencionados aquí). El dosel de los *C. alliodora* es alto y no muy denso, lo que resulta en una difusión plena de luz indirecta (18), especialmente cuando estos árboles deciduos pierden sus hojas. Ya que los árboles de sombra de *E. poeppigiana* están a 6 x 6 m, requieren más manejo de lo normal. Se hizo una poda ligera por año durante los primeros 4 años, hasta que los árboles adquirieron una forma sólida y deseable. Empezando en 1982, se hizo una poda semestral, consistiendo en la eliminación del 100% del dosel de la sombra al inicio de la estación lluviosa. Esto varió levemente de año a año pero tuvo lugar entre abril y junio. En noviembre, cuando hay otro período de alta precipitación, el 50% del dosel de la sombra fue de nuevo eliminado. El dosel de la sombra se dejó intocable durante los períodos secos y menos lluvioso en Turrialba (6, 18). Este manejo puede causar que el *T. cacao* produzca menos chupones cuando está bajo *E. poeppigiana* que cuando está bajo *C. alliodora*.

Cuando los árboles se clasificaron de acuerdo a su vigor en junio de 1985, usando una escala de 3 valores, se encontró que las diferencias entre los promedios de las asociaciones eran muy pequeñas (Cuadro 5).

Cuadro 5.a. Vigor promedio para *Theobroma cacao**. Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	Catongo		\bar{X}	UF-29	EET-400	\bar{X}
	\bar{X}	\bar{X}		\bar{X}	\bar{X}	
	x Pound-12 mín.	máx.		x IMC-67 mín.	x SCA-12 máx.	
<i>Theobroma cacao</i> + <i>Cordia alliodora</i>	4.8	3.0 6.0	5.0	3.0	6.0	4.9
<i>Theobroma cacao</i> + <i>Erythrina poeppigiana</i>	4.9	3.3 5.7	5.0	3.7	6.0	4.9

* Escala: 3= vigor pobre 5: vigor mediano 7: vigoroso

Cuadro 5.b. Distribución de frecuencias de las clasificaciones del vigor para *Theobroma cacao*. Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	Frecuencia	Catongo	UF-29	EET-400
		x Pound-12	x IMC-67	x SCA-12
<i>Theobroma cacao</i> + <i>Cordia alliodora</i>	1.0 - 3.0	1	1	
	3.1 - 5.0	37	6	
	5.1 - 7.0	26	9	
<i>Theobroma cacao</i> + <i>Erythrina poeppigiana</i>	1.0 - 3.0	0	0	
	3.1 - 5.0	39	7	
	5.1 - 7.0	25	9	

En forma general el diámetro del tronco del *T. cacao* está positivamente asociado con el rendimiento; en otras palabras, entre más grande es el diámetro, más grande el rendimiento. Durante 1980, en ambas asociaciones, hubo un desarrollo mayor en el sistema con *E. poeppigiana* (Cuadro 6). Esto se repitió en 1982 para Catongo x Pound - 12, pero en los otros cruces híbridos se dio un mayor desarrollo en la asociación con *C. alliodora*. Comparando el desarrollo desde enero 1984 hasta junio 1985 todos los cruces híbridos mostraron un mejor desarrollo bajo *E. poeppigiana*. Al comparar los diámetros finales del tronco, se puede ver una pequeña ventaja para la asociación con *E. poeppigiana*. La mayor producción de *T. cacao* en la asociación con *E. poeppigiana* parece estar relacionada al crecimiento de *T. cacao*.

Cuadro 6. Aumento promedio en el diámetro del tronco de *Theobroma cacao* (cm)*. Experimento Central, CATIE, Costa Rica

Asociación	mes/año	Catongo	UF-29	EET-400
		x Pound-12	x IMC-67	x SCA-12
<i>Theobroma cacao</i> + <i>Cordia alliodora</i>	4/80-10/80	0.7		0.8
	1/82-5/82	0.8		1.2
	1/84-6/85	1.7		1.8
	4/80-6/85	6.0		5.6
<i>Theobroma cacao</i> + <i>Erythrina poeppigiana</i>	4/80-10/80	0.9		0.8
	1/82-5/82	0.9		0.9
	1/84-6/85	2.1		1.8
	4/80-6/85	6.3		6.7

* Promedios tomados a 30 cm sobre el nivel del suelo

CONCLUSIONES

1. La asociación *T. cacao* - *E. poeppigiana* tiene ventajas sobre la asociación *T. cacao* - *C. alliodora*, al producir 342 kg.ha⁻¹.a⁻¹ más de cacao. Esto representa un 66% de aumento sobre *T. cacao* - *C. alliodora*.

2. Aunque la asociación *T. cacao* - *C. alliodora* produce menos mazorcas por árbol^{1.a}, ha producido frutos con mayor tamaño en los últimos años, lo cual proporciona una ventaja económica al reducir la mano de obra para la cosecha y el costo de transporte y apertura de la mazorca. Sin embargo, para el promedio general de todos los años de este estudio, la asociación *T. cacao* - *E. poeppigiana* aún tiene una ligera ventaja en el índice de la mazorca.
3. El *T. cacao* en la asociación con *E. poeppigiana* produce menos chupones representando un ahorro de la mano de obra en el manejo del cultivo.
4. Las ventajas económicas de la asociación *T. cacao* - *E. poeppigiana* podrían cambiar con la cosecha de *C. alliodora*.

RECONOCIMIENTO

El autor quiere agradecer al Ing. Antonio Mora por la asistencia en la tabulación de los datos.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVIM, P. de T. El problema del sombreado del cacao desde el punto de vista fisiológico. Conferencia Interamericana de Cacao. Palmira, Colombia. 7:294-303. 1958.
2. ALVIM, P. de T. *T. cacao*. In *Ecophysiology of Tropical Crops*. Ed. P. de T. Alvim and T. T. Kozlowski. London, Academic Press, 1977. pp. 279-313.
3. BEER, J. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems* (In Press).
4. CASTAÑEDA A., L.A. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento. Tesis M.S. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1981. 169 p.
5. COMBE, J.; GEWALD, N.J. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1979. pp. 263-267.

6. ENRIQUEZ, G.A. Experimento central de cultivos perennes. Turrialba, CATIE, Archivos Programa de Cacao. 1977. 18 p.
7. ENRIQUEZ, G.A. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Materiales de Enseñanza N° 22. 1985. 239 p.
8. ESCALANTE, E., BENACCHIO, S. y REYES, H. Algunos resultados preliminares en la investigación sobre sistemas de producción en la región de Barlovento. Cauagua, Venezuela. In De las Salas, G. ed. Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. Actas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1979. pp. 105-110.
9. HARDY, F. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. 439 p.
10. HUNTER, J.R.; CAMACHO, E. Some observations on permanent mixed cropping in the humid tropics. Turrialba 1 (1):26-33. 1961.
11. HUXLEY, P. A. ed. Consultative Meeting Plant Research and Agroforestry, Nairobi, Kenya, 1981. Proceedings. Nairobi, ICRAF, 1983. 617 p.
12. JIMENEZ, J.G. El cacao en la estructura y función de las fincas cacaoteras de la Región Brunca de Costa Rica. Tesis M.S. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1982. 136 p.
13. MAGALHAES, W.S.; ALVIM, P. de T.; PEREIRA, C.P. Competicao de sombra previsorio em cacauero; Informe Anual. Itabuna, Brasil, CEPEC. 1965.
14. MARTINEZ, A.; ENRIQUEZ, G. La sombra para el cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Boletín Técnico N° 5. 1981. 93 p.
15. NAIR, P.K.R. Intensive multiple cropping with coconuts in India. Principles. Programmes-Prospects. Verlag, Paul Parey, Berlin, 1979. 148 p.
16. PRENTICE, W.E. Rehabilitación de tierras cansadas en la alta amazonía ecuatoriana. In Taller Sistemas Agro-forestales en América Latina. Actas. De las Salas, G. ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp. 159-162.
17. URQUHART, D.M. Cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 332 p.

18. WILLEY, R.W. The use of shade in coffee, cocoa and tea. Horticultural Abstracts 45(12):791-798. 1975.
19. ZAFFARONI, E.; ENRIQUEZ, G.A. Asociación de cultivos perennes; una alternativa de diversificación en áreas tropicales para pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 17 p.

ASOCIACIONES ENTRE CACAO (*Theobroma cacao*) Y ARBOLES DE SOMBRA EN EL SUR DE BAHIA, BRASIL

P. Cabala Rosand*
M. Santana*
A. Cadima Zevallos*

RESUMEN

Se hace una revisión de la información sobre combinaciones de *Theobroma cacao*-árboles de sombra en el sur de Bahía, Brasil. Se presentan las principales especies de árboles de sombra, después de una descripción de las características climáticas y del suelo del área. Se discuten datos con respecto a la producción de biomasa y al ciclo de nutrientes para la asociación de *T. cacao-Erythrina* spp. Se deducen inferencias prácticas para el manejo de plantaciones de *T. cacao* de la consideración de los modelos del ciclo de nutrientes, y se presenta un sistema de fertilización recomendado recientemente.

INTRODUCCION

Originario de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, el árbol de cacao (*Theobroma cacao*) fue introducido en la parte sur de Bahía por el año 1850 (2), allí encontró condiciones edafo-climáticas favorables así como también la ausencia de algunos enemigos naturales que se presentaban en su habitat natural, lo que facilitó la expansión del cultivo. En la última

* Centro de Investigación del Cacao, Ilhéus, Bahía, Brasil.