

Influencia del árbol de sombra *Erythrina glauca* sobre algunos factores edafológicos relacionados con la producción del cacaotero^o—ANTONIO CADIMA ZEVALLOS,** PAULO DE T. ALVIM***

ABSTRACT

In a cocoa field planted in low humic gley soil, and shaded with Erythrina glauca planted at a distance of 16 x 16 m, it was found that the cocoa trees located close to the Erythrina trees (2,5 m apart) produced more than those found further away (8,4 m apart). This difference in yield showed no apparent relationship with differences in light intensity or degree of shading. An attempt was made to determine the probable reasons for this difference in yield by means of studies on available soil moisture, mineral composition, physical constants of the soil and the distribution of the root system of the cocoa trees and the shade trees.

It was found that at 0 - 30 cm depth the soil moisture content was higher near the Erythrina, but at 30 - 60 cm depth the soil was dryer near the Erythrina, thus indicating that this tree exerts a draining effect on the soil. The lateral roots of the cocoa trees situated near the Erythrina grew to a depth of 60 cm. This was not found with cocoa trees located further away from these shade trees. Moreover, soils found near the Erythrina trees were richer in minerals than soils found further away.

Based on these results it was concluded that the higher yield of the cocoa trees situated near the Erythrina trees resulted from the beneficial effects of those shade trees on the physical and chemical characteristics of the soil around the plant. — The authors.

Introducción

TRADICIONALMENTE el cacaotero es cultivado a la sombra de árboles grandes, y la *Erythrina glauca* es una de las especies que más se recomienda para su sombreado en el Estado de Bahía, Brasil.

En una plantación situada en la Estación Experimental de Uruçuca, se observó que los cacaoteros que se encuentran alrededor de los árboles de *Erythrina* producen más que los que se encuentran distantes de estos árboles. Esa diferencia de producción no está aparentemente asociada con variaciones en intensidad de luz, pues los árboles de sombra son todos de porte grande y cubren el campo de modo uniforme.

El presente trabajo tiene por objetivo principal determinar las probables razones de esa diferencia de producción entre cacaoteros situados próximos y alejados

de los árboles de *Erythrina*, dándose especial atención a los factores edafológicos de reconocida importancia para la producción del cacao, tales como: composición mineral, disponibilidad de agua, densidad aparente, porosidad y profundidad efectiva del suelo. También fueron efectuados estudios con relación a la distribución del sistema radical de los árboles de sombra y de los cacaoteros situados a diferentes distancias de esta leguminosa.

Materiales y métodos

La plantación utilizada en el presente trabajo está situada en la Estación Experimental de Uruçuca, Bahía, en suelos hidromórficos y de topografía plana, que corresponden a la clasificación "Low humic gley". Fue plantada en septiembre de 1938, con progenies obtenidas por autopolinización de 7 selecciones de altos rendimientos de la variedad común. Cada progenie está representada por 16 árboles, dispuestos 4 por lado, en cuadros y a 4 x 4 metros de distancia entre cacaoteros y 16 x 16 metros entre árboles de *Erythrina*. Estas están ocupando los ángulos de las parcelas. Hay un total de 230 cacaoteros y 23 árboles de *Erythrina*.

^o Recibido para la publicación el 20 de Enero de 1967.

** Edafólogo del Centro de Pesquisas do Cacau Itabuna, Bahía, Brasil.

*** Fitofisiólogo Principal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y Coordinador Técnico General del Centro de Pesquisas do Cacau Itabuna, Bahía, Brasil.

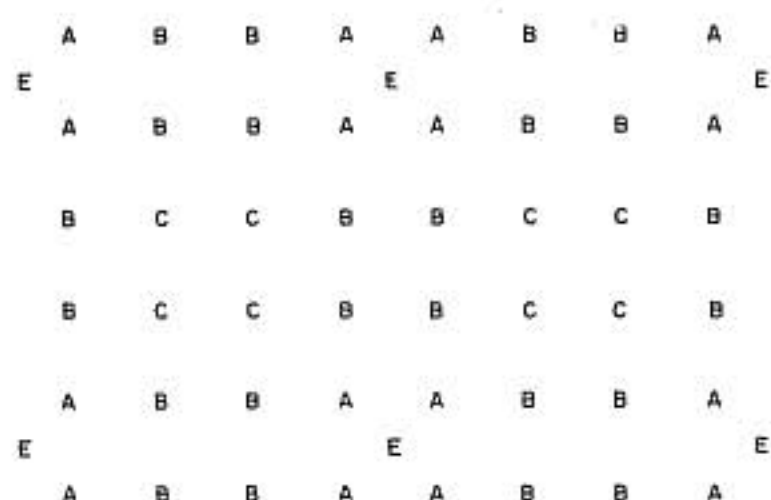


Fig. 1.—Posición de los árboles de cacao en relación a los árboles de sombra: (A) cacaoteros próximos, (B) cacaoteros intermedios, (C) cacaoteros distanciados, (E) árboles de *Erythrina*.

Para comparar las diferencias de producción, se consideraron las siguientes posiciones de los cacaoteros en relación a los árboles de sombra, conforme el esquema en la Fig. 1.

GRUPO A — Próximos: plantas de cacaoteros distanciadas 2,5 metros, alrededor de la planta de *Erythrina*.

GRUPO B — Intermedios: plantas situadas en las hileras laterales y a distancias de 6,3 metros de las plantas de *Erythrina*.

GRUPO C — Distantes: plantas localizadas en el centro de cada cuadro a una distancia de 8,4 metros de las plantas de *Erythrina*.

Los datos individuales y acumulados de producción de 8 años (1948 a 1957) de los árboles considerados en las diferentes distancias fueron analizados bajo un diseño irrestrictamente al azar con diferente número de parcelas, considerando como tratamientos los grupos de las 3 posiciones. Los datos de producción se analizaron estadísticamente por la prueba de Tukey, según la fórmula: $\Delta = q[\frac{1}{2}V(Y)]^{1/2}$; donde q = amplitud total ("Studentized range" en inglés); $V(Y)$ = Variación de contraste entre 2 medias.

La plantación presenta una aparente uniformidad de suelo, edad, desarrollo y estado vegetativo de los árboles de cacao y de los de sombra.

Para el estudio del sistema radical del cacaotero se contaron las raíces en las profundidades de 0 a 30 cm, 30 a 60 cm y 60 a 90 cm, en 8 pares de plantas, una próxima (grupo A) y otra distante de la *Erythrina* (grupo C), adoptándose el método propuesto por Boynton y Sands (1), quienes utilizaron trincheras abiertas a una distancia de 90 cm del tronco de los cacaoteros, con dimensiones aproximadas de 180 cm de largo por 80 cm de ancho y 120 cm de profundidad. En el lado de la trinchera que queda hacia el tronco del cacaotero, se marcaron cuadrados de 30 cm, contándose las raíces de dentro del perfil en cada cuadrado, separándolas en 5

categorías según su diámetro: 0,0 a 0,2 cm, 0,3 a 0,5 cm, 0,6 a 1,0 cm, 1,1 a 2,0 cm y mayores de 2,0 cm.

El sistema radical de la *Erythrina* se compone de dos partes: una que se desarrolla en los primeros 30 cm del suelo, formada por raíces ramificadas que se afinan y dividen en las extremidades, prolongándose hasta 8 metros de distancia, y otra que se desenvuelve verticalmente constanding de varias raíces gruesas divididas en sus extremos y alcanzando profundidades de 80 a 150 cm.

Para determinar posibles diferencias en las características físicas y químicas del suelo, originadas por efecto de la localización de las plantas de *Erythrina*, se analizaron químicamente muestras de 0 a 20 cm de profundidad en 10 lugares, 5 próximas y 5 distantes del árbol de sombra.

Semanalmente también se tomaron muestras para determinar la disponibilidad de agua de 0 a 30 cm, 30 a 60 cm y 60 a 90 cm, en 3 lugares próximos y 3 distantes, utilizándose una sonda tipo Veihmeyer, modificada por los autores. Esta modificación consiste en un aumento del diámetro del tubo (2,5 cm) y en acoplar dos astas de hierro al peso que sirve de batidor, lo que facilita la retirada del tubo del suelo. Trabaja muy bien con todos los tipos de suelos y con diversos porcentajes de humedad.

La capacidad de campo fue calculada en base al porcentaje de agua retenida en el suelo, después de 2 a 3 días de un período de lluvia. El coeficiente de marchitez se determinó únicamente para la profundidad de 0 a 30 cm, utilizándose el método directo, con plántulas de girasol (*Helianthus annuus*) sembradas en latitas con el suelo en estudio. Las plántulas fueron regadas hasta el apareamiento del primer par de hojas definitivas, ocasión en que la superficie del suelo fue revestida con parafina. Cuando las plántulas presentaron síntomas de marchitez permanente, se determinó en estufa a 105 — 110°C, el contenido de humedad del suelo, con base en el peso seco.

Resultados

Se presentan separadamente los resultados de los estudios del comportamiento de los árboles de cacao en relación con los de *Erythrina*, estimados en la producción de frutos, la distribución del sistema radical del cacaotero y de la *Erythrina*, las características físicas y químicas del suelo y la disponibilidad de agua.

a) *Producción de frutos*: Las medias anuales acumuladas de producción de frutos por cacaotero, entre los años de 1948 y 1957 están resumidas en el Cuadro 1.

La producción media de los cacaoteros distanciados de los árboles de *Erythrina* (grupo C), fue inferior a la producción media de los árboles próximos e intermedios (grupos A y B), habiendo demostrado el análisis estadístico que esta diferencia es significativa a 5 por ciento por la prueba de Tukey. No hubo diferencias significativas entre los promedios de producción de los cacaos considerados como próximos e intermedios, lo

Cuadro 1—Producción media de árboles individuales de cacao a diferentes distancias de las plantas de *Erythrina*, en Uruçuca, Bahía, 1948-57.

Grupos	Distancia de la <i>Erythrina</i> (m)	Número total de plantas	PRODUCCION EN kg DE ALMENDRAS HUMEDAS — POR AÑO	
			Promedio por grupo	Promedio por planta
A — Próximos	2,5	24	16,43	4,11
B — Intermedios	6,3	68	15,14	3,78
C — Distanciados	8,4	48	12,32	3,08

D.M.S. * — 5% por la prueba de Tukey, por grupo:
 Entre tratamientos PROXIMOS Y DISTANCIADOS: 3,19.
 Entre tratamientos INTERMEDIOS Y DISTANCIADOS: 2,46.
 Entre tratamientos PROXIMOS E INTERMEDIOS: 3,10.
 * Diferencia mínima significativa.

que indica que estos últimos son igualmente influidos por la acción de la *Erythrina*.

b) *Distribución del sistema radical* Los resultados del estudio de la distribución del sistema radical de los cacaoteros en 16 trincheras, muestran que el 88,5 por ciento de las raíces se desarrollan en la camada superficial hasta 30 cm de profundidad, estando la mayor concentración en los primeros 15 cm; 10,5 por ciento se sitúan a la profundidad de 30 a 60 cm y apenas 1,0 por ciento en la profundidad de 60 a 90 cm.

Comparando las medias de 8 cacaoteros que se encuentran próximos, con las de 8 distanciados de los árboles de *Erythrina* (Fig. 2) se observa que en los primeros las raíces finas (0,0 a 0,2 cm de diámetro) se profundizan hasta 90 cm, en tanto que en los segundos, no pasan de los 60 cm. En la profundidad de 30 a 60 cm, el número de raíces finas fue 4 veces mayor en los cacaoteros próximos que en los distanciados. En la capa superficial hasta 30 cm, el número total de las raíces contadas fue de 136,6 para los más cercanos y 78,7 para los más distantes.

Cuadro 2—Descripción morfológica del perfil del suelo del grupo "Low humic gley", de la plantación de la Estación Experimental Uruçuca, Bahía.

Horizonte	Prof. cm	DESCRIPCION DEL PERFIL
Ap	0 — 8	Gris muy oscuro (2,5 Y N 3/); franco con sensación de materia orgánica; débil pequeña a grande granular; ligeramente duro, friable, muy plástico, ligeramente pegajoso; transición plana y abrupta.
A3	8 — 15	Gris muy oscuro (2,5 Y N 3/); franco arcilloso; débil pequeña a grande granular; duro, friable, muy plástico, ligeramente pegajoso, transición plana y abrupta.
BG1	15 — 40	Gris oscuro (2,5 Y N 4/); arcilloso; débil a grande prismática; extremadamente duro, muy firme, muy plástico, pegajoso; transición irregular y abrupta (0,22 m a 0,28 m).
BG2	40 — 52	Gris oscuro (5 Y 4/1); moteados escasos, pequeño y prominente, pardo amarillento (10 YR 5/4); arcilla con cascajo; moderada media prismática; extremadamente duro, muy firme, plástico, pegajoso; transición plana y abrupta.
CG1	52 — 72	Gris oscuro (5 Y 4/1); moteados comunes, pequeño y prominente, pardo amarillento (10 YR 5/4); franco arcillo arenoso; moderada pequeña a media bloques subangulares y granos simples; duro, friable, plástico y ligeramente pegajoso; transición plana y abrupta.
CG2	72 — 105	Pardo fuerte (7,5 YR 5/6); moteados comunes, medio y prominente, gris oscuro (5 Y 4/1); arcillo arenoso, moderada pequeña a media bloques subangulares y granos simples; duro, friable, plástico, ligeramente pegajoso; transición plana y abrupta.

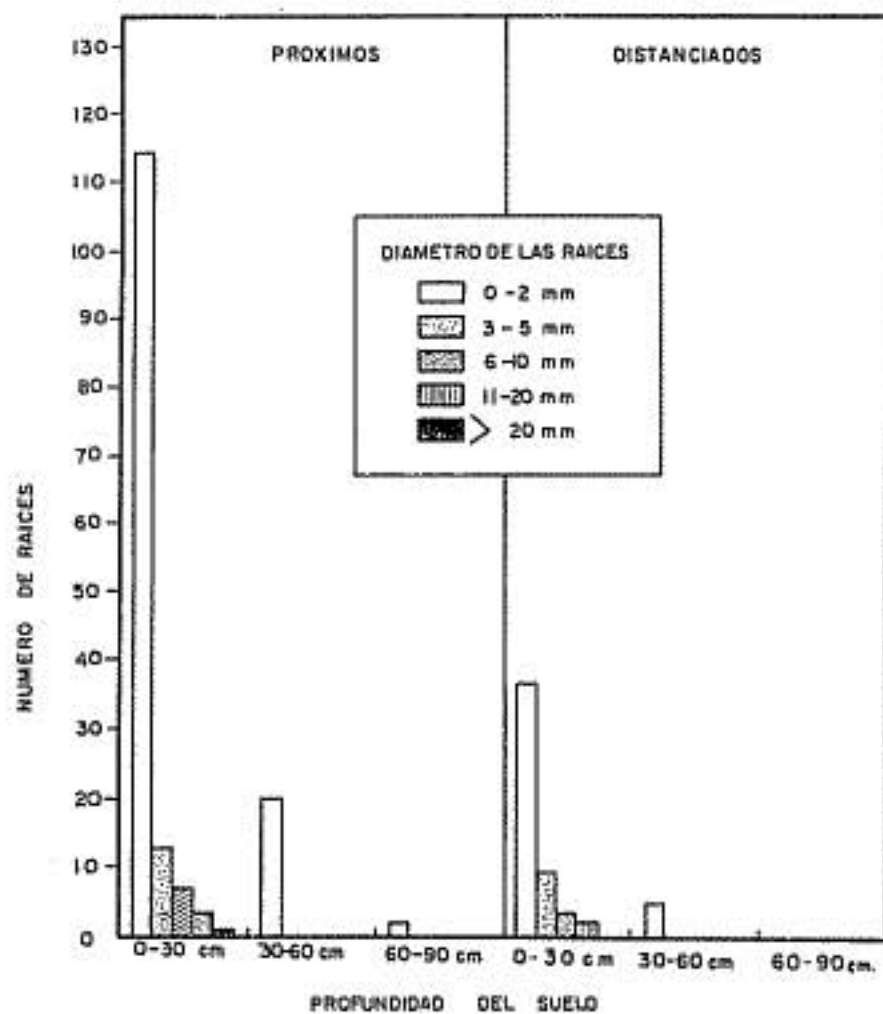


Fig. 2.—Número de raíces de diferentes diámetros por cuadrados de 30 x 30 cm, en cacaoteros próximos y distanciados de las *Erythrina*s (valores promedio de ocho plantas de cada grupo).

En este estudio se observó que las raíces laterales superficiales del cacaotero tienden a dirigirse hacia arriba, hasta pocos centímetros de la superficie, ramificándose en la capa más oscura del suelo.

c) *Factores edafológicos.* En el Cuadro 2 se presenta la descripción del perfil de los suelos; se encontró que el horizonte A, de 0 a 15 cm (horizonte Ap y A3) se caracteriza por ser de coloración gris muy oscuro (2,5 Y N/3), de textura franco arcillosa, muy plástica y de consistencia ligeramente pegajosa. El horizonte de gley (abajo de 15 cm de profundidad) está constituido por arcilla muy plástica y extremadamente dura cuando seca, lo que dificulta la penetración de las raíces de los cacaoteros a las capas inferiores.

En los Cuadros 3 y 4, se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos de 5 muestras superficiales de los suelos próximos y 5 distanciados de los árboles de *Erythrina*, a una profundidad de 0 a 15 cm.

Los contenidos de carbono orgánico, nitrógeno total y cationes cambiabiles (Ca, Mg, K y Na) son más altos en los suelos próximos de los árboles de *Erythrina*. Las determinaciones de densidad real muestran valores medios menores en los sitios próximos a la *Erythrina* que en los apartados, indicando por consiguiente que hay mayor cantidad de materia orgánica en las áreas próximas a esta leguminosa.

En la Figura 3, se resumen los porcentajes de humedad de suelos estudiados durante el período de un

año de observaciones. En los primeros 30 cm de profundidad hay mayor humedad en los suelos cerca de los árboles de *Erythrina* que en los distanciados; de 30 a 60 cm y de 60 a 90 cm ocurrió lo contrario, hubo mayor humedad en los sitios distanciados de estos árboles de sombra que en los próximos, siendo más acentuado en los últimos.

La capacidad de campo calculada fue alrededor de 34,0 por ciento de humedad hasta la profundidad de 30 cm; 35,6 por ciento entre 30 a 60 cm y 33,7 por ciento entre 60 y 90 cm de profundidad. El coeficiente de marchitez en la capa superficial (30 cm) se manifestó con un contenido el 15 por ciento de humedad.

Discusión y conclusión

Se ha establecido que, bajo las condiciones en que se hizo el presente estudio, los árboles de cacaoteros vecinos de los árboles de *Erythrina* produjeron más que los alejados de dichos árboles de sombra. Esa diferencia de producción está aparentemente relacionada con la

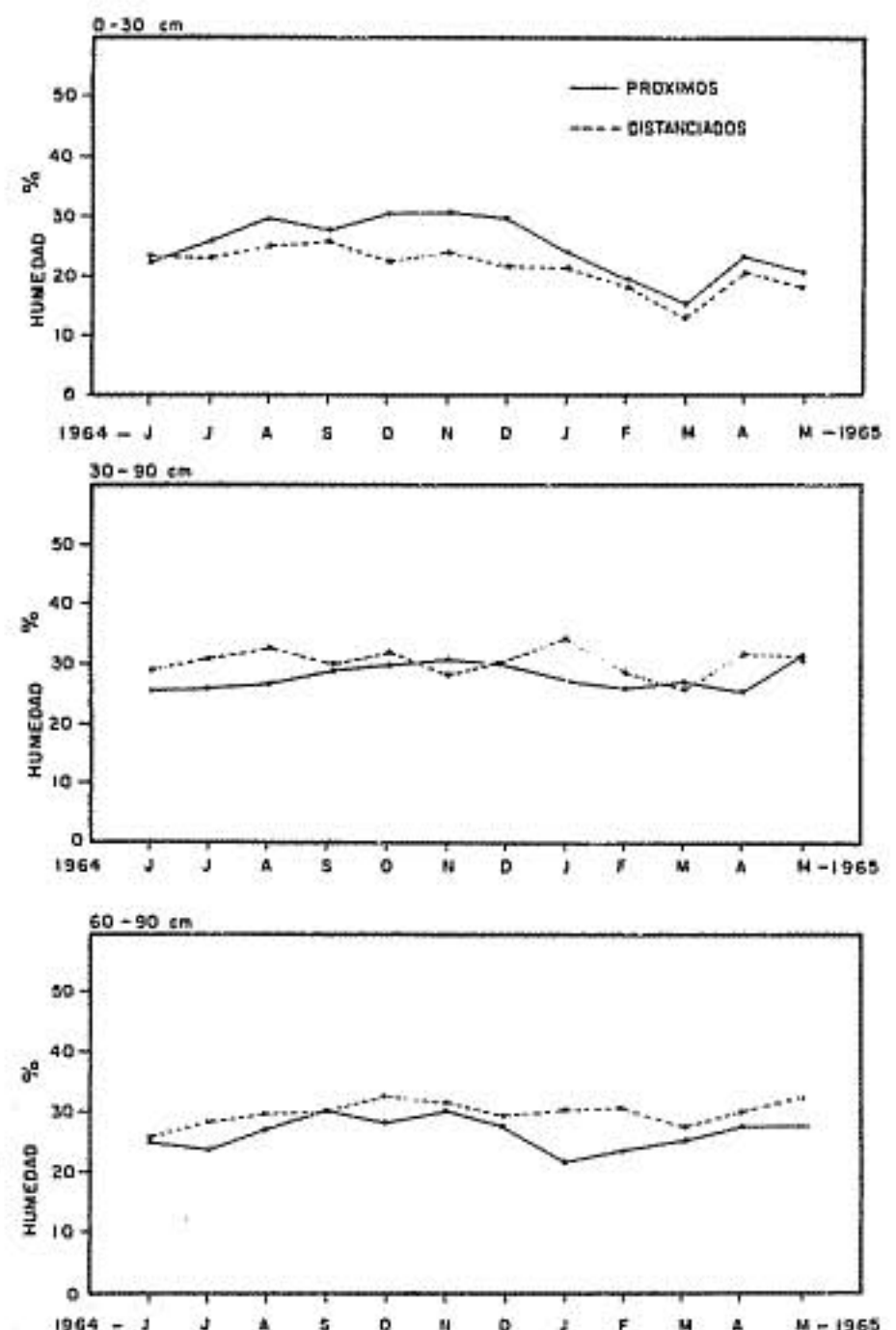


Fig. 3.—Porcentaje de humedad del suelo en las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm, en cacaoteros próximos y distanciados de las *Erythrina*s, durante los meses de junio de 1964 hasta mayo de 1965.

Cuadro 3.—Resultados de los análisis químicos de muestras de suelos colectados en 5 locales próximos y 5 distanciados de los árboles de *Erythrina*.

REFERENCIA		pH agua 1:1	C%	N%	C/N	P ₂ O ₅ (SO ₄ H ₂) 0,05 N mg/100g	mg/ 100 g						V%***	
Áreas	Tratamientos						Ca	Mg	K	Na	S*	H + Al		T**
1	100 a) Próximo <i>Erythrina</i>	4,6	1,10	0,173	6,3	3,4	5,58	3,13	0,15	0,48	9,34	3,75	13,09	71
	110 b) Distante <i>Erythrina</i>	4,8	1,29	0,166	7,8	1,6	3,27	0,58	0,15	0,38	4,38	4,71	9,09	48
2	72 a) Próximo <i>Erythrina</i>	4,6	0,87	0,097	9,0	2,0	2,52	1,56	0,15	0,26	4,49	4,55	9,04	50
	75 b) Distante <i>Erythrina</i>	4,7	0,77	0,066	11,7	4,8	1,60	2,35	0,09	0,31	4,35	5,71	10,06	43
3	40 a) Próximo <i>Erythrina</i>	4,3	2,15	0,225	9,6	2,8	3,04	2,14	0,78	0,32	6,28	10,36	16,64	38
	43 b) Distante <i>Erythrina</i>	4,5	1,22	0,148	8,2	4,7	2,77	2,48	0,14	0,24	5,63	7,06	12,69	44
4	157 a) Próximo <i>Erythrina</i>	4,9	1,18	0,113	10,4	6,7	3,44	1,56	0,24	0,24	5,48	4,22	9,70	56
	139 b) Distante <i>Erythrina</i>	4,6	0,65	0,101	6,5	14,0	2,56	1,22	0,11	0,24	4,13	4,22	8,35	49
5	187 a) Próximo <i>Erythrina</i>	5,6	0,94	0,126	7,5	3,0	5,55	2,44	0,10	0,34	8,09	2,76	10,85	75
	182 b) Distante <i>Erythrina</i>	4,9	0,63	0,095	6,6	8,5	2,64	0,71	0,07	0,22	3,64	3,57	7,21	50
M E D I A	a) Próximo <i>Erythrina</i>	4,8	1,25	0,147	8,56	3,58	4,03	2,17	0,28	0,33	6,74	5,13	11,86	58
	b) Distante <i>Erythrina</i>	4,7	0,91	0,115	8,16	6,72	2,57	1,47	0,11	0,28	4,43	5,05	9,48	46,8

* Suma de cationes cambiabiles

** Suma de cationes cambiabiles + H + Al

*** Saturación de cationes.

influencia de los árboles de *Erythrina* sobre algunos factores edafológicos de importancia para el crecimiento de los cacaoteros.

Se observó que las raíces laterales inferiores de los cacaoteros más productivos (situados cerca de los árboles de sombra) se profundizaron hasta 90 cm, teniendo por consiguiente, mayor posibilidad de exploración del horizonte C que es rico en minerales primarios. Esto no sucede con los cacaoteros más distanciados, cuyas raíces no alcanzan profundidades mayores de 60 cm. Las raíces de la *Erythrina* que crecen en profundidad cerca del tronco alcanzaron hasta 1,50 m y probablemente abrieron entradas en el suelo para las raíces de los cacaoteros vecinos, permitiéndoles llegar a capas más profundas del terreno. Esto no sucedió con los cacaoteros distanciados de los árboles de *Erythrina*, puesto que en esta área solo existen raíces superficiales de esta leguminosa, las cuales compiten con las de cacaotero por agua y nutrientes; en otras palabras, las raíces de los cacaoteros no encuentran condiciones favorables para profundizarse en las capas inferiores del suelo.

Por lo expuesto, se ve que las plantas de *Erythrina* favorecen el desarrollo de las raíces de las plantas de cacaotero que se encuentran en sus proximidades. De esta forma el cacaotero es estimulado por un crecimiento radical capaz de explorar un mayor volumen del suelo, colocando a disposición de la planta mayor cantidad de nutrientes.

En la capa superficial hasta 30 cm de profundidad, el suelo presentó mayor contenido de humedad en las áreas próximas a la *Erythrina*, lo que se debió probablemente al hecho de que en esta región la leguminosa tiene solamente raíces gruesas, con pocas radículas o pelos absorbentes, no habiendo por consiguiente competencia de humedad con el cacaotero. Los cacaoteros distanciados aparentemente sufren la competencia de las raíces de la *Erythrina* que posee gran cantidad de radículas finas en la misma camada de las raíces activas del cacaotero.

Entre 30 a 60 cm de profundidad, los suelos que se encuentran próximos a los árboles de *Erythrina* tienen

Cuadro 4.—Resultados de las determinaciones de densidad y porosidad en muestras de suelos colectados en 5 locales próximos y 5 distanciados de las plantas de *Erythrina*, Estación Experimental de Uruçuca, Bahía

Número del perfil y del cacaotero	Localización	DENSIDAD		Porosidad natural %
		Aparente	Real	
1 — 100	Próximo	1,58	2,63	39,92
2 — 110	Distanciado	1,57	2,65	40,75
3 — 72	Próximo	1,66	2,68	38,06
4 — 75	Distanciado	1,65	2,67	38,20
5 — 40	Próximo	1,24	2,58	51,93
6 — 43	Distanciado	1,38	2,67	48,31
7 — 157	Próximo	1,61	2,63	38,78
8 — 139	Distanciado	1,78	2,65	32,86
9 — 187	Próximo	1,68	2,63	36,12
10 — 182	Distanciado	1,69	2,70	37,40
M E D I A	Próximos	1,55	2,63	40,96
	Distanciados	1,61	2,67	39,50

menos humedad, debido quizás a la mayor cantidad de raíces finas de la *Erythrina* que se encuentran en esta camada, absorbiendo por consiguiente más agua. En los sitios de los cacaoteros distanciados, la utilización del agua por la *Erythrina* es menor, porque sus raíces de absorción están localizadas en la capa superficial del terreno.

En la profundidad de 60 a 90 cm la absorción de agua es grande cerca de la *Erythrina* ya que las raíces finas y pelos absorbentes de esta leguminosa son de gran actividad en las capas más profundas del suelo y por consiguiente hay menos humedad, facilitando la aeración. En esta camada las raíces del cacaotero profundizaron más, produciéndose por consecuencia un mayor desarrollo del árbol y una mayor capacidad de producción. Los cacaoteros distanciados de los árboles de *Erythrina* no profundizaron su raíz pivotante debido al alto contenido de humedad del suelo en las capas más profundas, dificultando la aeración.

El contenido de elementos nutritivos, siempre mayor en los suelos cercanos de los árboles de *Erythrina*, puede deberse en gran parte a la mayor cantidad de materia orgánica producida por la caída de flores, hojas y ramas menores de los árboles de sombra, beneficiando más a los cacaoteros que se encuentran próximos a los árboles de sombra y menos a los distanciados. Hardy (2) menciona que en Trinidad, 50 árboles de *Erythrina* que sirven como sombra en un acre de tierra, contribuyen con más o menos 20 libras de nitrógeno, resultante de las flores que caen y, posiblemente, de la cantidad adicional

de hojas que se desprenden. Esto equivale a 200 libras de sulfato de amonio por acre.

La densidad real de los suelos fue menor en los locales próximos de la *Erythrina*, debido sin duda a la presencia de mayor contenido de materia orgánica, lo que viene a confirmar la composición química con relación al carbono.

En las áreas con cacaoteros próximos a la *Erythrina*, en la profundidad de 0 a 30 cm, la humedad del suelo se mostró más alta, debido probablemente a la inexistencia y escasez de raíces absorbentes de los árboles de sombreado. Esto no ocurre en las áreas de cacaoteros distantes de la leguminosa, donde el porcentaje de humedad del suelo fue menor, quizás por la presencia en esta área de raíces superficiales más finas de los árboles de *Erythrina*, absorbiendo agua con más intensidad. En las capas más profundas, de 60 a 90 cm, sucede acentuadamente lo contrario, siendo el suelo más húmedo en el área de los cacaoteros situados distantes de la leguminosa, suponiéndose que en ésta hay poca absorción de humedad, por el hecho de que las raíces laterales de la leguminosa no se profundizan. Cerca de los árboles de sombra la humedad es menor debido a la gran concentración de raíces.

En las capas superficiales, en períodos más secos, comparando áreas situadas próximas y distantes de los árboles de *Erythrina*, se observa que la diferencia de humedad es mínima, en tanto que en las capas más profundas esa diferencia es mayor.

Los valores de la densidad real son menores en los sitios próximos a los árboles de *Erythrina*, debido a la mayor cantidad de materia orgánica, lo que fue confirmado por el mayor contenido de carbono encontrado en los análisis químicos. Las determinaciones de la porosidad del suelo, en relación con la densidad real y aparente, muestran que en promedio los suelos son más porosos en los sitios próximos que en los distanciados de los árboles de sombra.

Como consideración final, se debe tener presente que la plantación de cacao utilizada en ese estudio se encuentra en terreno de poca profundidad y con mal drenaje. Es de esperar que en terrenos profundos (bien drenados) y de alta fertilidad natural, la influencia benéfica de la *Erythrina* sobre la producción de cacaoteros vecinos sea menos acentuada o nula.

Resumen

En una plantación de cacao situada en terrenos de drenaje imperfecto "low humic gley", se observó que los cacaoteros localizados al lado de los árboles de *Erythrina* producen más que los que se encuentran distanciados de estos árboles de sombra.

En el presente trabajo se determinan las probables razones de esa diferencia de producción estudiándose datos de disponibilidad de agua en el suelo, composición mineral, constantes físicas y distribución del sistema radical del cacaotero y de los árboles de sombra.

Se verificó que los terrenos situados al lado de los árboles de sombra son más ricos en elementos minerales que los distanciados. Se observó también que en la capa de 0 a 30 cm el tenor de humedad es más alto cerca de los árboles de *Erythrina*, que lejos de ellos, verificándose lo contrario de 60 a 90 cm de profundidad. Las raíces laterales inferiores de los cacaoteros situados al lado de los árboles de *Erythrina*, se profundizaron más de 60 cm mientras que las de los que se encontraban distanciados raramente alcanzaron esa profundidad.

Con base en esos resultados, se concluye que la mayor producción de los cacaoteros situados en la proximidad de los árboles de *Erythrina* resulta del efecto benéfico ejercido por este árbol de sombra sobre las características físicas y químicas del suelo.

Literatura citada

1. BOYNTON, D. y SANDS, F. Preliminary study of the relation of depth rooting of cocoa trees to soil drainage. In Conferencia Interamericana de Cacao, 5ª Turrialba, Costa Rica, 1954. Vol. 1 - Sección "Suelos"
2. HARDY, F. Rasgos principales de los suelos de cacao. In Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. pp. 73-84.