

Efectos de Fertilización sobre Sistema Radicular de Cacao en Suelos de "Tabuleiros" del Sur de Bahia, Brasil¹

A. C. da Gama Rodrigues*; A. Cadima Zevallos**

ABSTRACT

The effect of fertilization with NPK and organic matter on the distribution of the root system of ten-year-old cacao trees (*Theobroma cacao* L.) was evaluated in areas with and without burning. The experiment was carried out in a yellow latosol ("tabuleiro") at the Gregório Bondar Experimental Station, with four treatments of N, P₂O₅ and K₂O in the following proportions: treatment 1, 0, 0, 0 kg·ha⁻¹ and treatment 2, 60, 180, 60 kg·ha⁻¹ in areas with burning; treatment 3, 0, 0, 0 kg·ha⁻¹ and treatment 4, 60, 90, 60 kg·ha⁻¹ in areas without burning. In the latter two treatments, 16 t of bovine manure per hectare were added. The sources of N, P₂O₅ and K₂O were urea, triple superphosphate and potassium chloride, respectively. Dry matter production of lateral roots was determined as well as the volume of the principal root and the trunk. The cacao tree showed a superficial root system in all treatments. Treatment 2 caused significant increases in the dry matter production of the lateral roots and resulted in a longer principal root. Compaction of the soil, due to the use of heavy machines in the preparation of the soil without burning, increased the volume of the lower third of the principal root in treatment 3 and 4. However, treatments 2 and 4 showed a tendency to a greater total volume of the principal root. Only in treatment 3 and 4 was the correlation of total volume of the principal root and volume of the trunk highly significant. In treatment 2 the correlation was negative, but not significant. For trunk volume, there was no significant difference among the treatments.

COMPENDIO

Se evaluó el efecto de la fertilización con NPK y materia orgánica sobre el sistema radicular de *Theobroma cacao* L. con 10 años de edad, en áreas con y sin quema. El ensayo fue efectuado en la Estación Experimental "Gregório Bondar", en latosol amarillo "tabuleiro". Se emplearon cuatro tratamientos de fertilización con N, P₂O₅ y K₂O con las siguientes proporciones: tratamiento 1 (0, 0, 0 kg·ha⁻¹) y tratamiento 2 (60, 180, 60 kg·ha⁻¹) en área con quema; tratamiento 3 (0, 0, 0 kg·ha⁻¹) y tratamiento 4 (60, 90, 60 kg·ha⁻¹) en áreas sin quema. Se adicionaron 16 t/ha de estiércol en los tratamientos 3 y 4. Las fuentes fueron: urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, respectivamente. Se determinó la producción de materia seca en las raíces laterales, el volumen de la raíz principal y del tronco. El cacaotero presentó un sistema radicular superficial en los cuatro tratamientos. El tratamiento 2 aumentó significativamente la producción de materia seca de las raíces laterales y promovió significativamente la mayor longitud de la raíz principal. La compactación del suelo, con máquinas pesadas en el área sin quema, aumentó el volumen del tercio inferior de la raíz principal en los tratamientos 3 y 4. Pero, en los tratamientos 2 y 4 se promovió un mayor volumen total de la raíz principal. En los tratamientos 3 y 4, la correlación entre el volumen total de la raíz principal y el del tronco fue altamente significativo. En el tratamiento 2 la correlación fue negativa, sin ser significativa. En el volumen del tronco, no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

INTRODUCCION

El sistema radicular del cacaotero tiene una raíz principal de forma cónica, con ramificaciones en su extremidad, y, que, dependiendo del tipo de suelo, profundiza hasta 1.50 m (2). Las raíces laterales poseen crecimiento horizontal y se concentran, principalmente, en la capa del suelo de 0-30

¹ Recibido para publicación el 9 de diciembre de 1988.

* Investigadores del Centro de Pesquisas de Cacao, CEPEC/CEPLAC, km 22, Rod. Ilhéus - Itabuna, 45 600, Itabuna, Bahia, Brasil.

cm (4, 5), y las raíces finas se concentran en el interior de la capa de bioza o "litter", en una profundidad de 5 cm (9, 11, 12, 14).

El cacaotero presenta un crecimiento de raíces de acuerdo con el tipo de suelo (2, 10, 18). Para que exista un crecimiento profundo de la raíz principal, es necesario que el suelo tenga buena porosidad y drenaje, y ausencia de charcos frecuentes. En suelos poco aireados con agua subterránea, cercana a la superficie, el cacaotero presenta, generalmente, una raíz principal raquílica con ramificaciones fibrosas (3). En estas condiciones, en períodos de estíos prolongados, el desenvolvimiento del cacaotero es perjudicado (1).

A medida que aumenta la resistencia a la penetración del suelo, disminuye el crecimiento de las raíces y, consecuentemente, la producción del cacaotero (5). La densidad total del suelo encima de 1.20 g cm^{-3} hace decrecer la producción de materia seca del sistema radicular y restringe la penetración de la raíz principal, con reflejos negativos sobre el desarrollo de la parte aérea de la planta (19). La profundidad de las raíces de cacao es mayor en períodos de estíos, ya que existe una fertilidad natural satisfactoria a lo largo del perfil (4).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre la distribución del sistema radicular de cacaoteros, plantados en áreas con y sin quema.

MATERIALES Y METODOS

El suelo donde se instaló el experimento es Latosol Amarillo, variación "tabuleiro" (Haplorthox), de textura arcillo-arenosa, baja concentración de hierro, elevada acidez, baja fertilidad natural (13) y físicamente compacto entre 30 cm y 75 cm de profundidad, con densidades totales que varían 1.53 g cm^{-3} y 1.41 g cm^{-3} , respectivamente (6). El clima de la región es del tipo Af de Köepen, caliente, húmedo, con precipitación pluvial anual de 1433 mm y sin estación seca definida (8). La temperatura media anual es de 24°C con una máxima de 28.4°C y mínima de 20.3 grados centígrados.

La preparación del área sin quema, para el plantío de cacaoteros, fue realizada con un tractor de rastra. Ninguna máquina pesada fue utilizada en la

preparación del área con quema. El estudio de las raíces de los cacaoteros fue realizado como parte de un ensayo mayor de dosis de fertilizantes, ya que en el área sin quema se utilizaron 16 t ha^{-1} de estiércol bovino en el hoyo de $0.60 \text{ m} \times 0.60 \times 0.60$ metros. La unidad experimental constó de 12 cacaoteros de la combinación híbrida SIC-4 x ICS-8, plantados en julio de 1977 en las dos áreas.

Las raíces de cacaoteros con 10 años de edad fueron estudiadas en los tratamientos con y sin dosis de 60, 180 y 60 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, en el área con quema debido a la falta de uniformidad en el desarrollo de las plantas con el tratamiento central (60, 90, 60). Sin embargo, en el área sin quema las dosis de N, P_2O_5 y K_2O fueron de 60, 90 y 60 kg ha^{-1} , respectivamente.

Los tratamientos fueron ordenados de acuerdo con el Cuadro 1. Nitrógeno, P_2O_5 y K_2O fueron aplicados en forma de sulfato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio, respectivamente. La aplicación de N y K fue fraccionada, aplicando un tercio y dos tercios de las dosis previstas en 1978 y 1979, respectivamente; empleándose las dosis completas a partir de 1980. El procedimiento utilizado para la obtención de las raíces de cacaoteros fue abrir calicatas de 1.50 m de largo, 0.80 m de ancho y 1.00 m de profundidad a 1.00 m de la base de los cacaoteros. Para la recolección de las muestras de tierra, la calicata fue dividida en cinco rectángulos de 0.30 m de largo, 0.20 m de profundidad y 0.05 m de ancho, en las tres profundidades del suelo (0 - 20, 20 - 40 y 40 - 60 cm) (Fig. 1).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para el estudio del sistema radicular del cacaotero (SIC - 4 x ICS - 8).

Tratamientos*	Quema	N kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	K ₂ O kg ha ⁻¹	Estiércol bovino t ha ⁻¹
1	+	0	0	0	0
2	+	60	180	60	0
3	-	0	0	0	16
4	-	60	90	60	16

* N = urea; P_2O_5 = superfosfato triple; K_2O = cloruro de potasio.

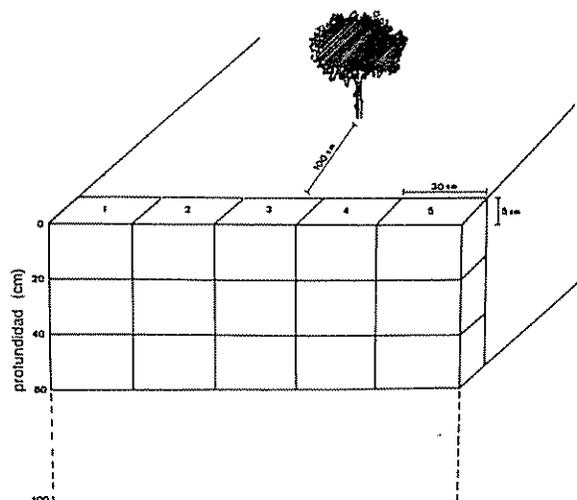


Fig. 1. Esquema del estudio de las raíces laterales del cacaotero por rectángulos en el perfil del suelo.

Las muestras de tierra de cada rectángulo fueron colocadas en sacos de polietileno de tres kilogramos, separándose después las raíces para determinar la producción de materia seca. Se midió también el volumen de la raíz principal y del tronco por la siguiente ecuación:

$$V = A \cdot L \cdot F, \text{ donde}$$

V = volumen (cm³)

A = área de la sección transversal (cm²)

F = factor de corrección igual a 0.7

L = longitud (cm)

El factor de corrección fue utilizado para medir el volumen de la raíz principal y del tronco en la forma de un cilindro.

Los análisis químicos del suelo fueron determinados por el método de Vettori (21). Los procedimientos estadísticos constaron de un análisis de variancia, con aplicación de la prueba F para medir la significancia (5% de probabilidad) y la alta significancia (1% de probabilidad). Para las fuentes de variación, donde hubo diferencia significativa, aplicóse la prueba de Duncan ($P = 0.05$) para comparación del grupo de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Raíces laterales

En todos los tratamientos, el cacaotero presentó gran concentración de raíces en la capa de 0 - 20 cm, con diferencia significativa en las capas subsiguientes (Cuadro 2). El tratamiento 2 difirió significativamente de los otros tratamientos solamente en la capa de 0 - 20 cm, en tanto que los tratamientos 1 y 2 presentaron en la capa de 20 - 40 cm una ligera tendencia a la mayor concentración de raíces (Cuadro 2), probablemente debido al sistema de manejo del suelo empleado, en el cual se utilizó la quema sin el uso de máquinas pesadas. La causa porque el tratamiento 2 difirió significativamente de los otros, se debió al alto tenor de fósforo en la capa de 0 - 20 cm, mientras que en las capas subsiguientes los tenores de ese

Cuadro 2. Producción de materia seca de las raíces laterales del cacaotero por capa de suelo.

Profundidad (cm)	Tratamientos				CV%**
	1	2	3	4	
0 - 20	23.10 aB	47.42 aA	28.03 aB	24.97 aB	33.68
20 - 40	9.26 bA	7.04 bA	3.13 bA	4.36 bA	35.69
40 - 60	2.70 bA	2.64 bA	2.21 bA	2.39 bA	63.68
Total	35.06 B	57.10 A	33.37 B	31.72 B	29.86
CV%*	30.94	21.44	24.77	32.14	

En la columna, medias seguidas por la misma letra minúscula no difieren entre sí al nivel de 5% por el test de Duncan.

En la línea, medias seguidas por la misma letra mayúscula no difieren entre sí al nivel de 5% por el test de Duncan.

* Coeficiente de variación en la línea.

** Coeficiente de variación en la columna.

elemento fueron equivalentes para todos los tratamientos (Cuadro 3). La presencia de raíces activas en las capas inferiores a 20 cm, por menor que sea su concentración, es de mucha importancia porque proporciona un volumen mayor del suelo que ha de ser explorado, especialmente en los suelos de "tabuleiro" que se caracterizan por su baja fertilidad (13).

Cuadro 3. Concentración de fósforo en el suelo.

Profundidad (cm)	Tratamientos			
	1	2	3	4
	$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$			
0 - 20	4	15	2	3
20 - 40	1	2	1	1
40 - 60	1	1	1	1

Los resultados obtenidos demuestran que independientemente de los tratamientos aplicados, el cacaoero presenta en promedio un sistema radicular superficial con un 78% de sus raíces concentradas en la capa de 0 - 20 cm (Cuadro 4), en tanto que las raíces menores que 5.0 mm se localizan en la capa organomineral del suelo, situada inmediatamente abajo del "litter". De un modo general, los tratamientos 3 y 4 presentaron una distribución relativamente uniforme de sus raíces en relación con las raíces del rectángulo central (no. 3) de cada capa del suelo (Cuadro 4). Los tratamientos 1 y 2 no presentaron ese tipo de comportamiento, probablemente debido a la mayor cantidad de materia orgánica en descomposición, derivada de los restos vegetales de la planta original. La localización de esta materia orgánica ocurrió de modo diferenciado en el área de influencia del sistema radicular del cacaoero y, consecuentemente, ahí hubo mayor concentración de raíces. La fertilización mineral tendría la tendencia de proporcionar una distribución relativamente uniforme del sistema radicular del cacaoero, debido a la forma de aplicación del abono en una superficie de 9.0 m² comprendida por cuatro plantas de cacao.

Raíz pivotante

Solamente ocurrieron diferencias significativas entre los tratamientos para las mediciones de la

Cuadro 4. Distribución porcentual de las raíces laterales del cacaoero por rectángulos en el perfil del suelo.

		Tratamiento 1					
		1	2	3	4	5	Total
Profundidad (cm)	0	6.64	9.96	23.84	10.31	15.13	65.88
	20	14.01	5.96	1.01	1.69	3.75	26.42
	40	0.92	1.83	0.75	3.85	0.36	7.70
	60						
		Tratamiento 2					
		1	2	3	4	5	Total
Profundidad (cm)	0	21.26	32.79	12.70	8.86	7.41	83.02
	20	2.60	1.51	1.31	4.78	1.93	12.33
	40	0.53	0.35	1.62	1.10	1.04	4.65
	60						
		Tratamiento 3					
		1	2	3	4	5	Total
Profundidad (cm)	0	9.65	11.78	35.14	12.31	15.12	84.00
	20	3.08	1.22	1.64	3.00	0.44	9.38
	40	4.40	0.34	0.64	0.33	0.91	6.62
	60						
		Tratamiento 4					
		1	2	3	4	5	Total
Profundidad (cm)	0	16.44	21.98	8.60	15.91	15.78	78.70
	20	3.60	1.45	5.23	1.98	1.49	13.75
	40	0.08	3.25	1.05	1.52	1.65	7.55
	60						

longitud de la raíz principal, altura de la bifurcación y volumen del tercio medio (Cuadro 5). El tratamiento 2 presentó mayor longitud en la raíz principal que los otros tratamientos. Este presentó el mayor volumen del tercio medio y la menor altura de bifurcación, difiriendo solamente de los tratamientos 3 y 4, respectivamente. La mayor longitud de la raíz principal del tratamiento 2 evidencia el efecto positivo de la fertilización mineral en suelos con alta densidad total. La raíz principal del cacaoero tiene su crecimiento restringido en suelos con densidad total arriba de 1.20 g·cm⁻³ (19) y los suelos de "tabuleiro" presentan en las profundidades de 30 - 75 cm una densidad total de 1.53 a 1.41 g·cm⁻³, respectivamente (6). La longitud de la raíz principal de los tratamientos 3 y 4 en relación con el tratamiento 1, demuestra que la fertilización mineral y la materia orgánica minimizaron los efectos negativos de la alta densidad total (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efectos de los tratamientos de la fertilización sobre el tronco y la raíz principal del cacaotero.

Tratamientos*	VLTI	VLTR	VLSR	VLMR	VLIR	CPIV	BPIV
1	9 432 a ²	3 486 a	1 906 1 a	1 336 4 ab	243 9 a	80 00 b	48 32 ab
2	10 107 a	4 914 a	2 604 2 a	2 009 8 a	299 8 a	96 20 a	38 92 b
3	12 940 a	3 573 a	2 250 7 a	891 6 b	430 6 a	74 87 b	52 12 ab
4	12 797 a	4 306 a	2 465 7 a	1 405 7 ab	434 4 a	81 75 b	60 50 a
CV%	35 55	35 67	36 27	33 21	31 69	7 15	21 36

* VLTI = volumen del tronco; VLTR = volumen total de la raíz principal; VLSR = volumen del tercio superior de la raíz principal; VLMR = volumen del tercio medio de la raíz principal; VLIR = volumen del tercio inferior de la raíz principal (cm); CPIV = longitud de la raíz principal; BPIV = altura de la bifurcación de la raíz principal (cm).

En la columna medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel del 5% por el test de Duncan

En el área sin quema el empleo de máquinas pesadas provocó un aumento de la densidad total en la capa de 0 - 30 cm (20) que, probablemente, causó el mismo efecto en las capas subsiguientes del suelo. En ese mismo tipo de suelo con pasto *Brachiaria humidicola*, el uso de máquinas pesadas provocó un aumento acentuado de la densidad total (15) que varió de 1.47 a 1.62 g.cm⁻³ en la capa de 10 - 50 centímetros.

La penetración de raíces en el suelo puede ser impedida por la compactación del suelo, causando variaciones en las características estructurales de las raíces (7). En suelos compactos, la tasa de crecimiento radicular es reducida, mostrando un aumento del diámetro de las raíces (16, 17). Para que una raíz penetre en el suelo es necesario que desarrolle una presión elevada suficiente para dislocar y deformar la capa compacta. Así, las bajas presiones son suficientes solamente para producir variaciones estructurales en las raíces (16).

En condiciones de laboratorio una planta puede sobrevivir, absorber nutrientes, crecer y producir sin problemas mecánicos, siempre que tenga suplementos de agua y nutrientes (16). Entonces se puede deducir que una planta en crecimiento en suelo compacto tendrá un desarrollo perjudicial si el agua y nutrientes fuesen escasos. De cierto modo, esa deducción puede ser comprobada al analizar el volumen total de la raíz principal (Cuadro 5), no habiendo diferencias significativas entre los tratamientos. Todavía, los tratamientos 2 y 4, que llevaron fertilización mineral, presentaron en

promedio un aumento de 1080 cm³ en relación con los tratamientos 1 y 3. Estos presentaron un volumen total semejante en relación con la raíz principal, debido, probablemente, al uso de materia orgánica en el hoyo del plantío que disminuyó los efectos negativos de la alta densidad total al aumentar la capacidad de retención de agua y al proporcionar nutrientes.

Los efectos de las condiciones físicas y químicas del suelo sobre el crecimiento de la raíz principal del cacaotero demuestran la importancia de analizar esos efectos en cada área de la raíz. En este análisis no se debe olvidar que los efectos de la densidad total son más evidentes en el tercio inferior de la raíz, que es la zona de mayor fricción con el suelo en virtud de su crecimiento longitudinal. Sin embargo, los efectos de la fertilización mineral y de la materia orgánica pueden ser analizados en toda la extensión de la raíz principal.

Interacción entre raíz principal, raíces laterales y tronco

A pesar de que la diferencia no es significativa al nivel del 5%, los tratamientos 3 y 4 presentaron un volumen del tronco mayor que el de los tratamientos 1 y 2 (Cuadro 5). La correlación entre el volumen del tronco y el volumen total de la raíz principal fue altamente significativa ($\alpha = 0.01$) solamente para los tratamientos 3 y 4 (Cuadro 6). En el tratamiento 2, la correlación fue negativa y demostró que la fertilización química, al promover el crecimiento de

la raíz principal, influyó negativamente en el desarrollo del tronco. En ese mismo tratamiento, resultados semejantes ocurrieron en la correlación entre el volumen total de la raíz principal y la producción de materia seca de las raíces laterales de todo el perfil del suelo y solamente de la capa de 0 - 20 centímetros. Sin embargo, la producción de

materia seca de las raíces laterales del tratamiento 2 fue significativamente mayor que la producción de los otros tratamientos (Cuadro 2). Solamente en el tratamiento 4 hubo significancia en la correlación entre el volumen del tronco y la producción de materia seca de las raíces laterales de todo el perfil del suelo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Correlación entre el volumen del tronco, el volumen total de la raíz principal, la producción de la materia seca de las raíces laterales del cacaotero de todo el perfil del suelo y de la capa (0 - 20 cm).

	Tratamientos							
	1		2		3		4	
	VLTR	VLI	VLTR	VLT	VLTR	VLT	VLTR	VLT
MS1	0.759	0.615	-0.934	0.611	0.363	0.433	0.914	0.950
MS2	0.929	0.622	-0.921	0.579	0.329	0.389	0.907	0.919
VLT	0.851		-0.842		0.994		0.994	

VLT = volumen del tronco; VLTR = volumen total de la raíz principal; MS1 = materia seca de las raíces laterales de todo el perfil del suelo; MS2 = producción de materia seca de las raíces laterales de la capa de 0 - 20 cm.

CONCLUSIONES

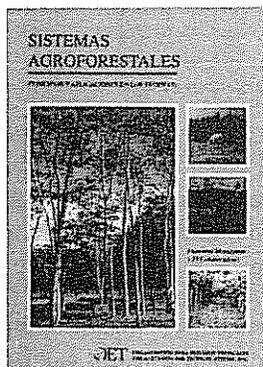
- Aumentos significativos de materia seca en las raíces laterales en la capa de 0 - 20 cm, con el tratamiento 2. Este mismo provocó un crecimiento significativo en longitud de la raíz principal.
- Debido al uso de máquinas pesadas en el área sin quema, la compactación del suelo provocó un aumento del volumen del tercio inferior de la raíz principal en los tratamientos 3 y 4. Todavía la fertilización mineral aumentó, en promedio, 1080 cm³ del volumen total de la raíz pivotante en relación con los tratamientos sin fertilización.
- Correlación entre el volumen del tronco y el volumen de la raíz principal fue altamente significativa ($\alpha = 0.01$) para los tratamientos 3 y 4.

LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P.T. 1960. Las necesidades de agua del cacao. Turrialba (Costa Rica) 10(1):6-16.
2. CADIMA Z., A. 1970. Estudo do sistema radicular do cacauero em alguns tipos de solos da região cacauera do Sul da Bahia. Ilhéus, BA, Bra., CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico no. 5. 28 p.
3. CADIMA Z., A. 1971. Efeitos da água subterrânea sobre a produção de cacau. Cacau Atualidades (Brasil) 8(3):8-10.
4. CADIMA Z., A.; CORAL, F.J. 1972. Sistema radicular do cacauero em duas unidades de solos do Estado de São Paulo. Revista Theobroma (Bra.) 2(4):16-22.
5. CADIMA Z., A.; ALVIM, P.T. 1973. Algunos factores del suelo asociados con la productividad del cacaotero en Bahia, Brasil. Revista Theobroma (Bra.) 3(2):13-26.
6. CADIMA Z., A. 1984. Condutividade hidráulica de um Oxisol (Haplorthox) variação tabuleiro. Revista Theobroma (Bra.) 14(2):149-157.
7. FELDMAN, L.J. 1984. Regulation of root development. Annual Review of Plant Physiology 35:223-242.
8. FROTA, P.C.E. 1972. Notas sobre o clima da região cacauera da Bahia. Cacau Atualidades (Brasil) 9(2):17-24.
9. HARDY, F. 1944. Some soil relations of the root system of cacao: Further results of investigations in Trinidad. Tropical Agriculture (Tri.) 21(10):184-195.

10. HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, C.R., IICA. 439 p.
11. KUMMEROW, J.; KUMMEROW, A.; ALVIM, P.T. 1981. Root biomass in a mature cacao (*Theobroma cacao* L.) plantation. *Revista Theobroma (Bra.)* 11(1):77-85.
12. KUMMEROW, J.; KUMMEROW, M.; SILVA, W.S. DA. 1982. Fine-root growth dynamics in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Plant and Soil* 65:193-201.
13. LEAO, A.C.; SILVA, L.F. DA. 1976. Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental "Gregório Bondar". Ilhéus, BA, Bra., CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico no. 40. 24 p.
14. McCREARY, C.W.R.; McDONALD, J.A.; MULLOON, V.I.; HARDY, F. 1943. The root system of cacao: Results of some preliminary investigations in Trinidad. *Tropical Agriculture (Tri.)* 20(11):207-220.
15. RODRIGUES, A.C. DA G.; CADIMA Z., A. 1991. Efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema radicular de pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26(3):439-445.
16. RUSSEL, R.S.; GOSS, M.J. 1974. Physical aspects of soil fertility: The response of roots to mechanical impedance. *Netherland Journal of Agriculture Science* 22:305-318.
17. RUSSEL, R.S. 1977. Plant root systems: Their function and interaction with the soil. London, McGraw-Hill. 298 p.
18. SILVA, J.V. DA. 1960. Contribution for the study of root system development on coffee tree and cacao tree in some soils of Sao Tomé. *Estudos Agronomicos (Portugal)* 1:225-257.
19. SILVA, L.F. DA.; PEREIRA, C.P.; MELO, A.A.O. 1977. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento de plântulas de cacau (*Theobroma cacao* L.) e na penetração das raízes. *Revista Theobroma (Bra.)* 7(1):13-19.
20. SILVA, L.F. DA. 1983. Influência de cultivos esistemas de manejo nas modificações edáficas dos Oxisols do tabuleiro (Haplorthox) do Sul da Bahia. In *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (19., 1983, Curitiba, PR, Bra.)*. Programa e Resumos. Campinas, SP, SBCS. p. 103-104.
21. VETTORI, L. 1960. Método de análise de solo. Rio de Janeiro, Bra., Ministério da Agricultura, EPFS. 24 p.

LIBRO RECOMENDADO



US\$30.00

Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos. F. Montagnini et al. Organización de Estudios Tropicales. 622 p. ISBN 9968-9717-0-7.

Este libro de texto trata con amplitud, en sus ocho capítulos, aspectos ecológicos y descriptivos de los principales sistemas agroforestales. Estos constituyen una respuesta positiva ante el avance de la deforestación y el deterioro ambiental.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.