

# Efecto de la Fertilización sobre el Sistema Radicular de la Palma Aceitera, Plantada en Suelos de "Tabuleiro" del Sur de Bahia, Brasil<sup>1</sup>

A C da Gama\*, A. Cadima\*

## ABSTRACT

The effect of NPK fertilization on the root system distribution of 11-year-old oil palms (*Elaeis guineensis* Jacq.) was evaluated in areas with and without burning. The experiment was conducted at the Gregorio Bondar Experimental Station, in a yellow latosol variation "tabuleiro" (Haplorthox). The dosages of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O were 60, 120 and 120 kg ha<sup>-1</sup> applied as ammonium sulphate, triple superphosphate and methodology consisted of: opening of trench, root counting and root diameter measurement, and determination of dry matter production in the 0-20, 20-40, and 40-60 cm soil layers. The root system showed an inconsistent distribution in the soil profile with a predominance of tertiary roots in the 0-20 cm soil layer, of secondary roots in the 0-40 cm soil layer, and primary roots in the 20-40 cm soil layer. In the 40-60 cm soil layer the amount of roots was low. Fertilization promoted an increase in primary and secondary roots and a decrease in tertiary roots, mainly in the burned area. Non-burning and soil compaction by heavy machinery in soil preparation reduced the root number of all sizes. The production of total dry matter was greater in the 20-40 cm soil layer due to a concentration of primary roots, especially in the fertilized burned area. The intercropping oil palm kudzu, in the burned area, promoted the maintenance and accumulation of K and P in the soil profile.

## COMPENDIO

Se evaluó el efecto de la fertilización con NPK sobre la distribución del sistema radicular de palmas aceiteras (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 11 años de edad considerando plantaciones con y sin quema. El experimento se efectuó en la Estación Experimental "Gregorio Bondar" sobre 'Latosols' amarillos, variación 'Tabuleiro' (Haplorthox). Las dosis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, fueron de 60, 120 y 120 kg ha<sup>-1</sup> en la forma de sulfato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio, respectivamente. El método consistió en abrir calicatas, contando el número y midiendo el diámetro de las raíces en las capas de suelo de 0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad, determinando después la producción de materia seca total. Las raíces de la palma aceitera no se distribuyen uniformemente en el perfil del suelo, habiendo predominancia de raíces terciarias en la capa de 0-20 cm; de raíces secundarias en la capa de 0-40 cm y de raíces primarias en la capa de 20-40 centímetros. En la capa de 40-60 cm, la concentración de raíces fue pequeña. La fertilización promovió un aumento en el número de raíces primarias y secundarias y una disminución de raíces terciarias, siendo el efecto superior en el área sujeta a quema. El no emplear la quema y la compactación del suelo, debido al uso de máquinas pesadas en la preparación del terreno, provocaron la disminución en el número de raíces de todos los tamaños. La producción de materia seca fue superior en la capa de 20-40 cm, por la concentración de raíces primarias, especialmente en el área abonada y con quema. La asociación palma aceitera/Kudzu, en el área con quema, promovió una alta acumulación de K y P en el perfil del suelo.

## INTRODUCCION

El sistema radicular de la palma aceitera se divide en cuatro clases: raíces primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias. Las primarias son producidas en la base del tronco y presentan crecimiento vertical y horizontal; las secundarias son emitidas y parten de las raíces primarias con crecimiento en dirección a la superficie del suelo; las terciarias emergen en ángulo recto de las secundarias con mayor densidad en la capa superficial y de éstas emergen las raíces cuaternarias más finas (9, 11).

La distribución del sistema radicular de la palma aceitera ha sido estudiada bajo diferentes condiciones edafoclimáticas por varios autores (8, 10, 14, 15). Se sabe que la textura y la estructura del suelo modifican la capacidad de crecimiento de las raíces de la palma aceitera (3), así como la presencia de concreciones restringe el crecimiento de las raíces a la capa superficial (14, 15). El crecimiento de las raíces es adversamente afectado por la aplicación de dosis altas de abonos (9). Sin embargo, dependiendo del tipo del suelo, fueron encontrados aumentos significativos en la cantidad de raíces en la capa de 30-60 cm (3). La superficie del suelo cubierta con leguminosas, mejora las condiciones de desarrollo del sistema radicular (14).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 9 de diciembre 1988. Los autores agradecen a los Drs. Raúl René Valle Meléndez y Charles José Leondy de Santana por la ayuda en la revisión y por las sugerencias presentadas en la elaboración del presente trabajo.

\* Investigadores do Centro de Pesquisas do Cacau, CEPEC/CEPLAC, km 22, Rod. Ilhéus-Itabuna, 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.

El presente trabajo tuvo como objetivo el evaluar el efecto de la fertilización sobre la distribución del sistema radicular de palmas aceiteras plantadas en áreas con y sin quema.

## MATERIALES Y METODOS

Los suelos, donde se instaló el experimento, pertenecen al Orden Latosol (Haploorthox), variación 'tabuleiro', de coloración amarilla, baja concentración de hierro, proveniente de sedimentos de la Serie de las 'Barreiras', acidez elevada y baja fertilidad natural (7). Físicamente los suelos se presentan compactados entre 30 y 75 cm de profundidad, con aparentes densidades elevadas (2). 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 (5). La temperatura media anual es de 24°C con media de las máximas de 28.4°C y de las mínimas de 20.3 grados centígrados.

La preparación del área sin quema, para el plantío de la palma aceitera, fue realizada con un tractor de oruga D-7. Ninguna maquinaria pesada fue usada en la preparación del área con quema. El estudio de las raíces de la palma aceitera fue efectuado como parte de un ensayo mayor en dosis de fertilizantes, cuyo delineamiento experimental se hizo a partir de bloques al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones, según el esquema factorial incompleto  $3^3 - 4$  de la FAO (6). La unidad experimental constó de cinco palmas aceiteras híbridas, tipo 'Tenera', variedad 'Bulk', plantadas en julio de 1976 en las dos áreas (con y sin quema).

Raíces de palmas aceiteras de 11 años de edad, fueron estudiadas en los tratamientos con y sin las dosis de 60, 120 y 120 kg ha<sup>-1</sup>, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, en áreas con y sin quema. Nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O fueron aplicados en la forma de sulfato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio, respectivamente. La aplicación de N y K fue fraccionada, aplicando la mitad, junto con el total de P, en noviembre de 1976 y la otra mitad en marzo de 1977. A partir del tercer año de crecimiento en el campo, se aplicó la dosis completa. En las dos áreas (con y sin quema) se plantó Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*) como cobertura. Se empleó el método del perfil de Bohm (1), que presentó una relación más favorable entre el esfuerzo gastado y la información obtenida, modificada para estos estudios. El procedimiento utilizado para la obtención de las raíces consistió en 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 las palmas. 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 cada rectángulo se contó el número y se midió el diámetro de las raíces, así como la materia seca total de las mismas. Las raíces fueron agrupadas en tres clases: menores de 1 mm (terciarias); de 1 a 6 mm (secundarias) y mayores de 6 mm (primarias). Los análisis químicos del suelo fueron determinados

por el método de Vettori (16). La comparación entre medias de los tratamientos (dentro de cada área) fue hecha por contrastes.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En ambos sistemas de manejo, las plantas de palma aceitera presentaron alta concentración en el número total de raíces en la capa de 0-20 cm; una reducción del 50% en la capa de 20-40 cm, y un pequeño número en la capa de 40-60 cm (Fig. 1). La cantidad de raíces abajo de 60 cm fue baja. La distribución de los tamaños de raíces en el suelo fue variable. Raíces terciarias predominaron en la capa de 0-20 cm; concentrándose en los primeros 5 cm y disminuyendo en las profundidades subsecuentes. La distribución de raíces secundarias fue más uniforme en las dos primeras capas y las raíces primarias se concentraron en la capa de 20-40 centímetros de profundidad. Esta distribución de las raíces de la palma aceitera parece ser una característica general en la mayoría de los suelos estudiados (3, 8, 9, 11 y 15). En el área con quema (Fig. 1A y 1B), la fertilización no aumentó el número total de raíces en la capa de 0-20 centímetros. En esta capa se encontraron efectos diferenciados para cada tamaño de raíz, habiendo una reducción de raíces terciarias, un aumento significativo de raíces secundarias y un pequeño aumento de raíces primarias. Abajo de la profundidad de 20 cm, hubo un aumento significativo en el número total de raíces debido, principalmente, al mayor número de raíces primarias, pues el número de raíces secundarias y terciarias fue semejante al de la parcela sin fertilización. En el área sin quema (Fig. 1C y 1D) la fertilización provocó un pequeño aumento en el número total de raíces solamente en la capa de 0-20 centímetros. Este incremento fue causado por el aumento de raíces primarias y secundarias, una vez que hubo reducción en el número de raíces terciarias. En las capas más profundas el efecto de la fertilización no fue significativo para las distintas clases de raíces.

La fertilización provocó, en ambos sistemas de manejo, aumentos en el número total de las raíces primarias y secundarias y un efecto depresivo sobre las raíces terciarias (Figs. 2A y 2B). El aumento de raíces primarias y secundarias fue mayor en el área con quema (Fig. 2A). En el área sin quema la compactación del suelo, ocasionada por el uso de máquinas pesadas (12, 13), disminuyó el número de raíces de todas las clases, con excepción de raíces primarias en la parcela sin fertilización, en la que ocurrió un pequeño aumento de esa clase de raíces en las capas de 0-20 y 40-60 cm (Fig. 1C).

El sistema de manejo influyó en la distribución de K y P en el perfil del suelo. En el área con quema hu-

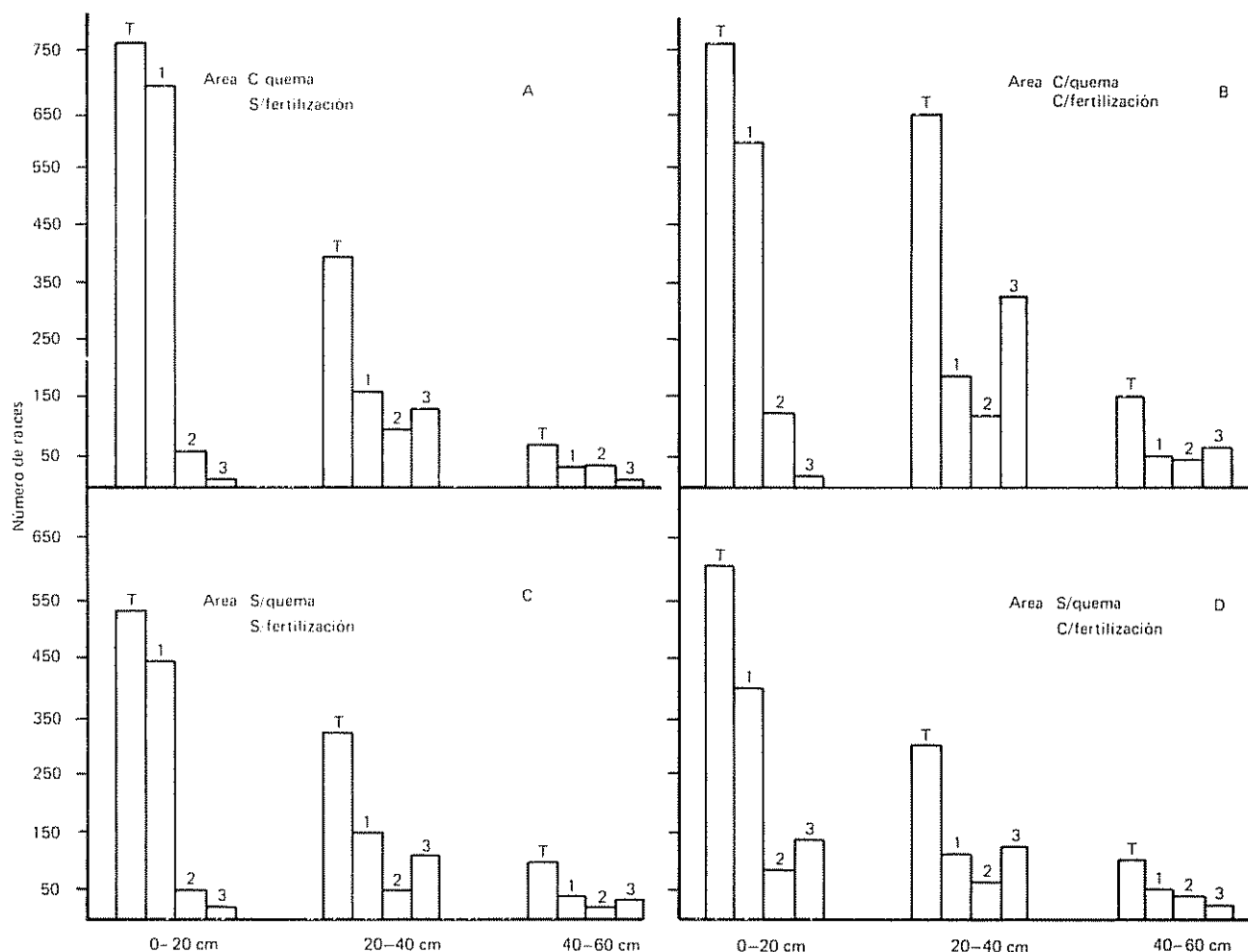


Fig. 1. Número de raíces de palma aceitera por capa de suelo: 1 = total de raíces; 1 = número de raíces menores que 1 mm (raíces terciarias); 2 = número de raíces entre 1 a 6 mm (raíces secundarias) y 3 = número de raíces mayores que 6 mm (raíces primarias)

bo una mayor concentración de estos elementos en profundidades inferiores a 20 cm en la parcela con fertilización (Cuadro 1). Los resultados son corroborados por Chepote, Valle y Santana (4) que observaron en el área con quema y en parcelas con fertilización un aumento de K y P en las profundidades de 0-5, 5-10 y 10-20 centímetros. La cobertura de Kudzú en el área con quema, fue probablemente responsable por el mantenimiento de la concentración de K en el perfil del suelo, a través de la minimización de pérdidas por lixiviación. En el área sin quema el Kudzú no se desarrolló bien. En el área con quema, las cenizas provocaron una elevación significativa de los valores de pH, calcio, magnesio, potasio y fósforo (4, 12, 13). La elevación en los valores de estos parámetros creó condiciones adecuadas para un mejor desarrollo del Kudzú en relación con el área sin quema. El horizonte superficial de esta área fue arrastrado en

la operación de limpieza. Silva (12), al estudiar la influencia de cultivos y sistemas de manejo en las modificaciones de suelos de 'Tabuleiro', observó que la quema fuerte aumentó la concentración de P adicionado al suelo.

En general se observó un aumento en la producción de materia seca total de raíces en la capa de 20-40 cm, que disminuyó bruscamente en la capa de 40-60 cm (Fig. 3). Comparando los sistemas de manejo en las parcelas sin fertilización, se constató en el área sin quema una reducción significativa de la materia seca total solamente en la capa de 20-40 centímetros. Esta reducción fue probablemente ocasionada por la compactación de la capa superficial del suelo por máquinas pesadas, que provocaron una reducción de la porosidad natural y, consecuentemente, de la velocidad de infiltración del agua (12). Se debe conside-

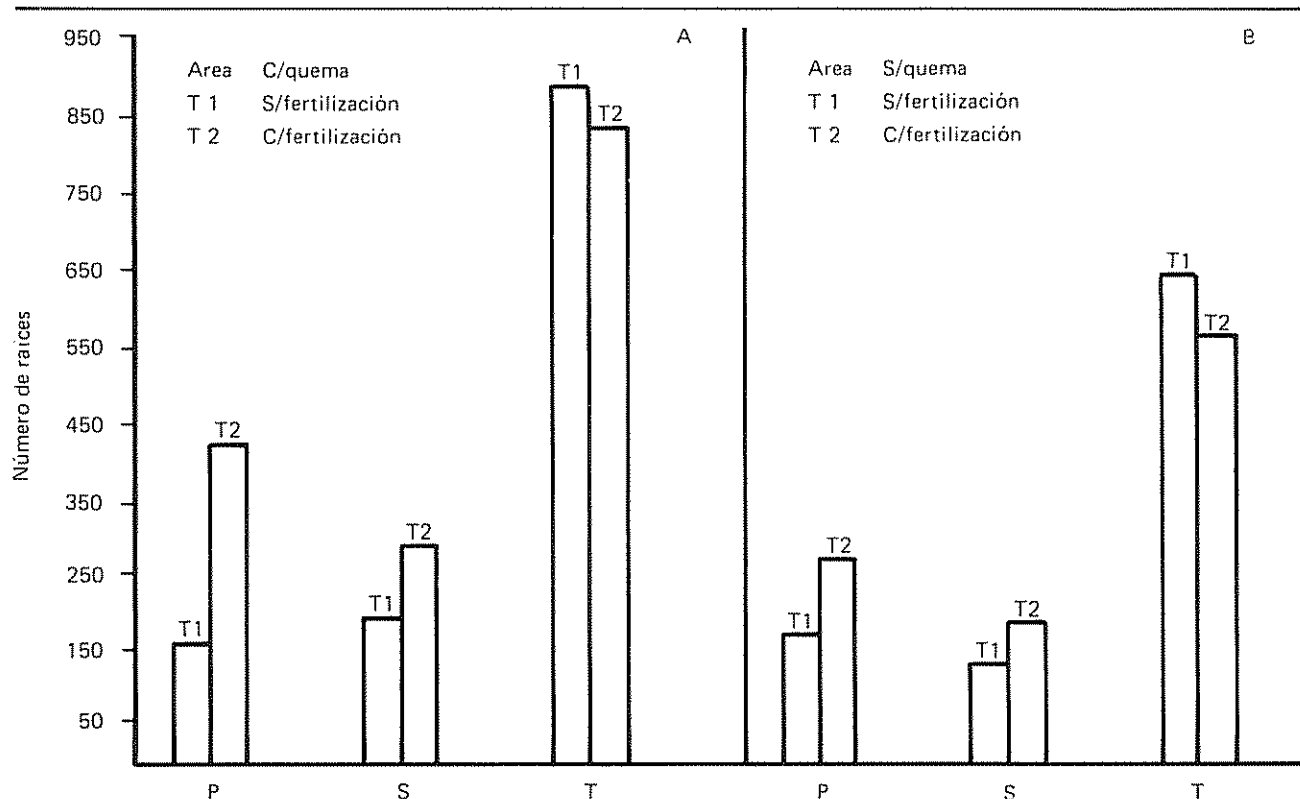


Fig 2 Número total de raíces de palma aceitera por clase de diámetro: P = raíces primarias; S = raíces secundarias y T = raíces terciarias

rar también que los suelos de 'Tabuleiro' se presentan compactados entre 30-75 cm de profundidad con densidad aparente, variando de  $1.53 \text{ g cm}^{-3}$  a  $1.41 \text{ g cm}^{-3}$  (2). Suelos con concreciones disminuyen la producción de masa seca total de las raíces de palma aceitera, haciendo que las raíces primarias y secundarias se desarrollen más en las capas superficiales (14, 15). La fertilización promovió aumentos significativos en la producción de materia seca total, en la capa de 20-40 cm en el área con quema y en la capa

de 0-20 cm en el área sin quema (Figs. 3A y 3B). El aumento significativo de la producción de materia seca total en la capa de 0-20 cm del área sin quema en la parcela con fertilización, se debió al aumento de raíces primarias que representan en promedio el 74% de la producción total de la materia seca del sistema radicular de la palma aceitera (3). Esto fue corroborado por la mayor correlación entre el número de raíces primarias y la producción de materia seca total (Cuadro 2).

Cuadro 1. Concentración de potasio y fósforo a diferentes profundidades, en las áreas estudiadas.

Profundidad (cm)	Area con quema				Area sin quema			
	K		P		K		P	
	SF <sup>1</sup>	CF <sup>2</sup>	SF	CF	SF	CF	SF	CF
	meq/100 g		$\mu\text{g g}^{-1}$		meq/100 g		$\mu\text{g g}^{-1}$	
0-20	0.06	0.17	1	57	0.05	0.10	1	12
20-40	0.05	0.21	1	10	0.08	0.11	1	3
40-60	0.03	0.12	1	5	0.02	0.04	1	2

1 - SF = Sin fertilización.  
2 - CF = Con fertilización

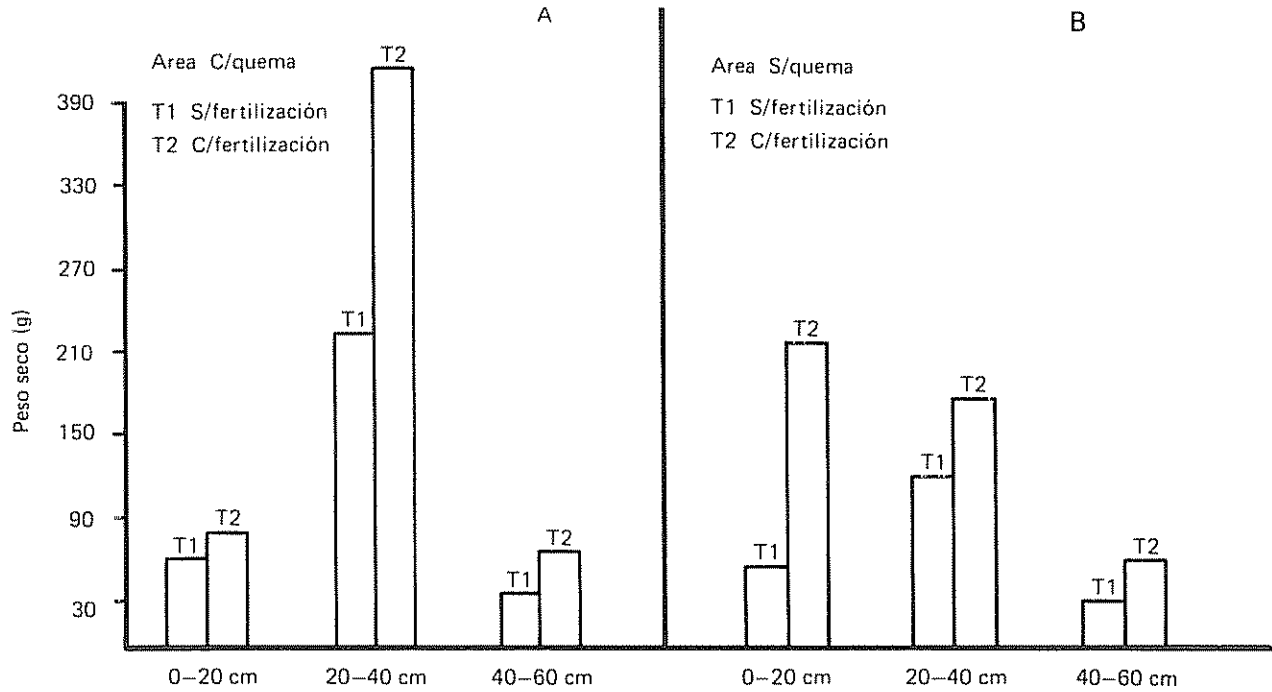


Fig 3 Producción de masa seca total de raíces de palma aceitera

Cuadro 2. Correlación entre el número y masa seca total de raíces en la palma aceitera.

Número de raíces	Masa seca total
Total	0.338***
Primarias	0.971**
Secundarias	0.679*
Terciarias	-0.061

1\* Significativo a  $\alpha = 0.05$ \*\* Significativo a  $\alpha = 0.01$ 

## CONCLUSIONES

- 1) Las raíces de la palma aceitera presentaron una distribución diferenciada en el perfil del suelo, habiendo predominancia de raíces terciarias en la capa de 0-20 cm, de raíces secundarias en las capas 0-20 cm y de 20-40 cm, y de raíces primarias en la capa de 20-40 centímetros.
- 2) La fertilización en el área con quema provocó un aumento en el número de raíces secundarias y una disminución de las raíces terciarias en la capa de

0-20 cm y en las otras capas un aumento solamente de raíces primarias. En el área sin quema, la fertilización provocó aumento de las raíces primarias y secundarias y una reducción de las raíces terciarias en la capa de 0-20 centímetros.

- 3) Las máquinas pesadas usadas en el área sin quema provocaron una disminución del número de raíces de todos los tamaños.
- 4) La producción de materia seca fue predominante en la capa de 20-40 cm debido a la concentración de raíces primarias, especialmente en el área con quema.
- 5) La asociación palma aceitera/Kudzú en el área con quema, promovió una mayor acumulación de K y P en el suelo.

## LITERATURA CITADA

1. BOHM, W. 1979. Methods of studying root systems. Ecological Studies 33. Springer-Verlag, Berlin.
2. CADIMA, Z.A. 1984. Condutividade hidráulica de um Oxisol (Haplorthox) variação tabuleiro Revista Theobroma (Brasil) 14(12):149-157.

- 3 CHAN, K.W. 1977. A rapid method for studying the root distribution of oil palm, and its application. In Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference (1976, Kuala Lumpur). Proceedings. Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters. pp 131-151
- 4 CHEPOTTE, R.E.; VALLE, R.R.; SANTANA, C.J.L. DE. 1988. Resposta do dendezeiro à adubação mineral. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Brasil) 12:257-262.
- 5 FROTA, P.C.E. 1972. Notas sobre o clima da região cacauera da Bahia. Cacau Atualidades (Brasil) 9(2):17-24.
- 6 HAUSER, G.F. 1971. Guia tipo para las investigaciones sobre fertilidad de los suelos en terrenos de agricultores. Roma. FAO. (Boletim de Suelos no. 11). 58 p.
- 7 LEÃO, A.C.; SILVA, L.F. DA. 1976. Levantamiento detallado dos solos da Estação Experimental Gregório Bondar. Brasil. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico no 40. 24 p.
- 8 OLIVIN, J. 1965. Une méthode d'observation du système racinaire du palmier à huile. Oléagineux 20(12):731-733
- 9 PURVIS, C. 1956. The root system of the oil palm: its distribution, morphology and anatomy. Journal of the West African Institute for Oil Palm Research 1(4):61-82.
- 10 RUER, P. 1967a. Répartition en surface du système racinaire du palmier à huile. Oléagineux 22(8/9): 535-537
- 11 RUER, P. 1967b. Morphologie et anatomie du système racinaire du palmier à huile. Oléagineux 22(10): 595-599
- 12 SILVA, L.F. DA. 1981. Alterações edáficas em "solos de tabuleiro" (Haplorthoxs) por influência do desmatamento, queima e sistema de manejo. Revista Theobroma (Brasil) 11(1):5-19
- 13 SILVA, L.F. DA. 1983. Influência de cultivos e sistemas de manejo nas modificações edáficas dos Oxisols do tabuleiro (Haplorthox) do Sul da Bahia. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (19, 1983, Curitiba, Brasil). Programa e resumos. Campinas, SP, Brasil, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. pp. 103-104.
- 14 TAILLIEZ, B. 1971. The root system of the oil palm on the San Alberto Plantation in Colombia. Oléagineux 26(7):435-447
- 15 TAN, K.S. 1979. Root development of oil palm on inland soils West Malaysia. In Soil physical and crop production in the tropics. Ed. by R. Lal, D.J. Greeland, Chichester, England, John Wiley. pp 363-374
- 16 VETTORI, L. 1969. Método de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, EPFS. 24 p.