

EVALUACION DEL PATRON DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA RADICAL DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*)¹

Amancio Alvarado *
Francisco Sterling *

ABSTRACT

Evaluation of oil palm (*Elaeis guineensis*) root system distribution patterns. A study was carried out, during the 1991 dry season at Coto, Costa Rica, to describe the root system extension pattern of oil palm (Deli x AVROS, *Elaeis guineensis*) and a compact hybrid obtained from backcrossing an interespecific F1 hybrid to *E. guineensis*. Several samples of soil and roots were taken at different depths (0 to 1.08 m at intervals of 0.18 m) and distances (0 to 6.0 m each 0.4 m) from the center of the studied palms, to observe the weight and number of primary, secondary and a combined class formed by tertiary and cuaternary roots. The compact type palms showed a higher number of absorptive roots and total weight of roots. More than 65% of total roots were found in a layer of 50 cm of soil under ground, on both types of genetic materials, but a great reduction was observed after the 20 cm. The compact type palms showed a higher number of the absorptive roots three meter ahead from the streams; in the commercial group this happened at 2 m. Besides the lower vegetative growth the compact palms have a good root system distribution, which is as developed as in commercial palms.

INTRODUCCION

El sistema radicular de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) está formado por una masa de raíces que parten del bulbo y se ramifican horizontal y radialmente, que se han dividido según su posición jerárquica, longitud y diámetro en primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias (Hartley, 1983; Purvis, 1956).

Taillez (1971) mostró que las principales regiones de absorción de la palma se encuentran en los extremos de las raíces primarias, secundarias y terciarias, y a lo largo de la longitud total de las cuaternarias.

Indica además que la mayor absorción mineral tiene lugar en los primeros 0,20 a 0,30 m de suelo.

De igual forma, Hartley (1983), señala que la mayor proporción de raíces absorbentes se presenta en los primeros 0,30 m, mientras que la distancia hasta la cual se extienden depende de la edad, en palma adulta aumenta hasta los 3,5 a 4,5 m, aunque otros autores han detectado mayor extensión en palmas evaluadas a diferentes edades (Chan, 1976).

La extensión de la masa radical depende del tipo de suelo, la profundidad del nivel freático y el origen genético. El segundo de ellos parece ser uno de los más limitantes en cuanto a profundidad, pues cuando la tabla de agua se encuentra a 0,90 ó 1,0 m en época seca, pocas raíces se encuentran bajo ese nivel, mientras que con drenaje libre su desarrollo es profundo (Hartley, 1983; Purvis, 1956).

Se ha descrito para diferentes profundidades y distancias, la concentración de cada uno de las órdenes de raíces; descripciones detalladas han sido dadas por Vine, citado por Purvis (1956), Chan (1976), Hartley (1971) y Tan (1979).

1/ Recibido para publicación el 28 de mayo de 1992.

* Programa de Investigaciones en Palma Aceitera (PIPA), Compañía Palma Tica, Apartado 30, Coto 47, Costa Rica.

Chan (1976) hizo muestreos desde 0 a 1,05 m de profundidad y de 0 a 8,1 m de distancia. Como promedio de 7 profundidades encontró según la distancia un mayor número y peso de raíces cerca de la palma; en el caso de secundarias y terciarias la extensión y concentración se presenta de manera irregular. En el otro sentido, como promedio de 27 distancias observó según la profundidad un aumento en el peso y número de primarias y secundarias entre los 0,15 a 0,60 m seguidos por una reducción entre los 0,60 a 1,05 m; el número de terciarias se reduce entre los 0,15 a 1,05 m.

Son pocos los estudios realizados sobre distribución del sistema radicular entre materiales de diferente origen genético (Ruer, 1967). Un material que en los últimos años ha merecido especial importancia en la investigación en palma aceitera en Costa Rica han sido los llamados compactos, descritos por Sterling *et al.* (1987); caracterizados por su reducido crecimiento vegetativo en relación a las palmas de la especie *E. guineensis*, con una producción y composición del racimo bastante superior a otros híbridos interespecíficos.

Debido a esto, se plantó un trabajo cuyo objetivo es determinar si las características de crecimiento que se observan en las palmas compactas se manifiestan de modo similar en el sistema radicular de manera que pueda afectar la absorción mineral u otro aspecto de su comportamiento.

MATERIALES Y METODOS

Durante la época seca de 1991 se realizaron muestreos de suelo y raíces a varias distancias y profundidades desde la base de la palma; utilizando palmas comerciales Deli x AVROS y compactas de 8 años de edad cuyas características de crecimiento se describen en el Cuadro 1.

Estas progenies estuvieron ubicadas en un experimento en bloques completos al azar en la Estación Experimental Coto, perteneciente al Programa de Investigaciones en Palma Aceitera,

Coto 47, Costa Rica. El muestreo se basó en la metodología de Chan (1976), usando un barreno de 348 cm³ de capacidad (Figura 1) para extraer las muestras, cada una de las cuales fue lavada sobre un cedazo fino con agua a presión, para separar el suelo y material extraño de las raíces. Estas a su vez se clasificaron en primarias (5 a 10 mm de diámetro), secundarias (1 a 4 mm) y una sola clase formada por terciarias más cuaternarias (0,2-1 mm), luego fueron contadas, y se determinó su peso seco.

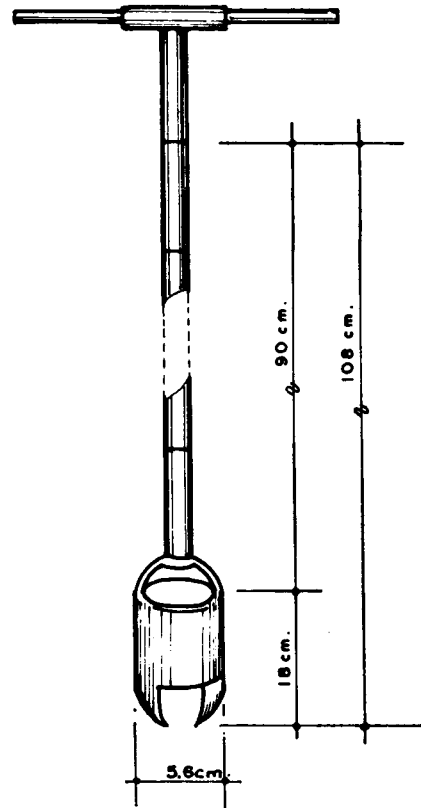


Fig. 1. Diagrama del barreno utilizado en el muestreo.

Cuadro 1. Medidas de crecimiento en palmas aceiteras Deli x AVROS y compactas de ocho años de edad.

Origen	Altura del tronco (cm)	Longitud (cm)		No. hojas total	Área foliar (m ²)	Peso seco foliar (kg)	Razón de Área Foliar
		peciolo	raquis				
Deli x AVROS	319	123	573	38	10,1	3,11	3,24
Compacta	228	119	555	36	11,4	4,62	2,50

Los puntos de muestreo se ubicaron cada 0,40 m en 3 direcciones a partir de la palma central llamadas A, B, y C, desde el centro, hasta 6,0 m y en cada uno de ellos se tomaron las muestras a 6 profundidades, lo que produjo un total de 90 muestras por línea y 270 por palma (Figura 2).

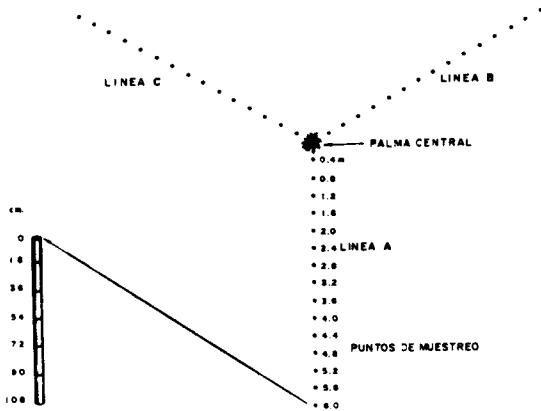


Fig. 2. Ubicación de los puntos de muestreo alrededor de las palmas evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En palmas compactas existe una tendencia clara de reducción en el número de raíces primarias y secundarias de 0 a 1,08 m de profundidad desde la superficie, mientras que en las terciarias esto sucede al pasar de 0,18 a 0,36 m, según se observa en el Cuadro 2 y Figura 3.

Lateralmente, a lo largo de las líneas de muestreo, existen concentraciones de raíces primarias a los 0,4; 4,8 y 6,0 m del tallo desde la palma central, aunque en los dos últimos casos se deba probablemente al traslape de raíces entre palmas vecinas pues corresponden a los puntos intermedios de las líneas de siembra (Cuadro 3). Las raíces secundarias se concentran a los 0,4; 3,2 y 4,8 a 6,0 m, mientras que en las terciarias se observó un mayor número desde los 2,8 hasta 6,0 m.

Las líneas Deli x AVROS presentan a través del perfil estudiado, una tendencia similar a las compactas, sin embargo con menor uniformidad.

Las raíces terciarias al igual que en las compactas se reducen considerablemente al pasar de los 0,18 m superficiales al nivel de 0,19 a 0,36 m (Cuadro 2). A lo largo de la línea horizontal la mayor concentración de raíces primarias en Deli x AVROS se presenta hasta los 0,8 m del tallo desde la palma, luego de lo cual ocurre una reducción hasta los 4,0 m y para aumentar de nuevo entre los 4,8 y 6,0 m, las secundarias mostraron una variación muy irregular y las terciarias se concentraron entre 1,6 a 2,0 m.

La cantidad de raíces primarias en las palmas compactas es superior a las Deli x AVROS a 1,6, 4,8 y 5,6 a 6,0 m. Las secundarias se encuentran en mayor número a 0,4 y de 5,2 a 6,0 m, mientras que las terciarias se presentan en mayor proporción a lo largo de toda la distancia evaluada (Cuadro 3). De esta forma, es claro que las Deli x AVROS poseen una distribución más amplia de las raíces de soporte (primarias y secundarias),

Cuadro 2. Número y peso total de raíces según tipo de palma y profundidad*.

Palma	Profundidad m	Número			Peso (g)		
		Primarias	Secundarias	Terciarias	Primarias	Secundarias	Terciarias
Compactas	0-0,18	33,44	137,89	2881,89	8,48	4,33	3,64
	0,19-0,36	21,00	90,56	791,78	6,75	2,51	0,89
	0,37-0,54	13,00	73,67	649,11	3,97	2,04	0,67
	0,55-0,72	10,00	59,56	483,67	2,42	1,58	0,50
	0,73-0,9	7,44	53,22	432,44	1,01	1,26	0,38
	0,91-1,08	7,67	47,11	379,11	0,84	1,11	0,38
Deli x AVROS	0-0,18	32,78	138,00	1604,33	9,29	2,78	1,88
	0,19-0,36	22,00	95,22	508,44	5,07	2,07	0,52
	0,37-0,54	18,67	61,89	353,00	3,08	1,15	0,36
	0,55-0,72	15,22	61,67	256,89	1,51	1,14	0,24
	0,73-0,9	6,11	55,11	199,89	0,58	0,97	0,20
	0,91-1,08	9,11	48,22	198,22	0,65	0,85	0,16

* Número y peso expresado por profundidad como total de las 15 distancias evaluadas, en un volumen de suelo de aproximadamente 5220 cm³.

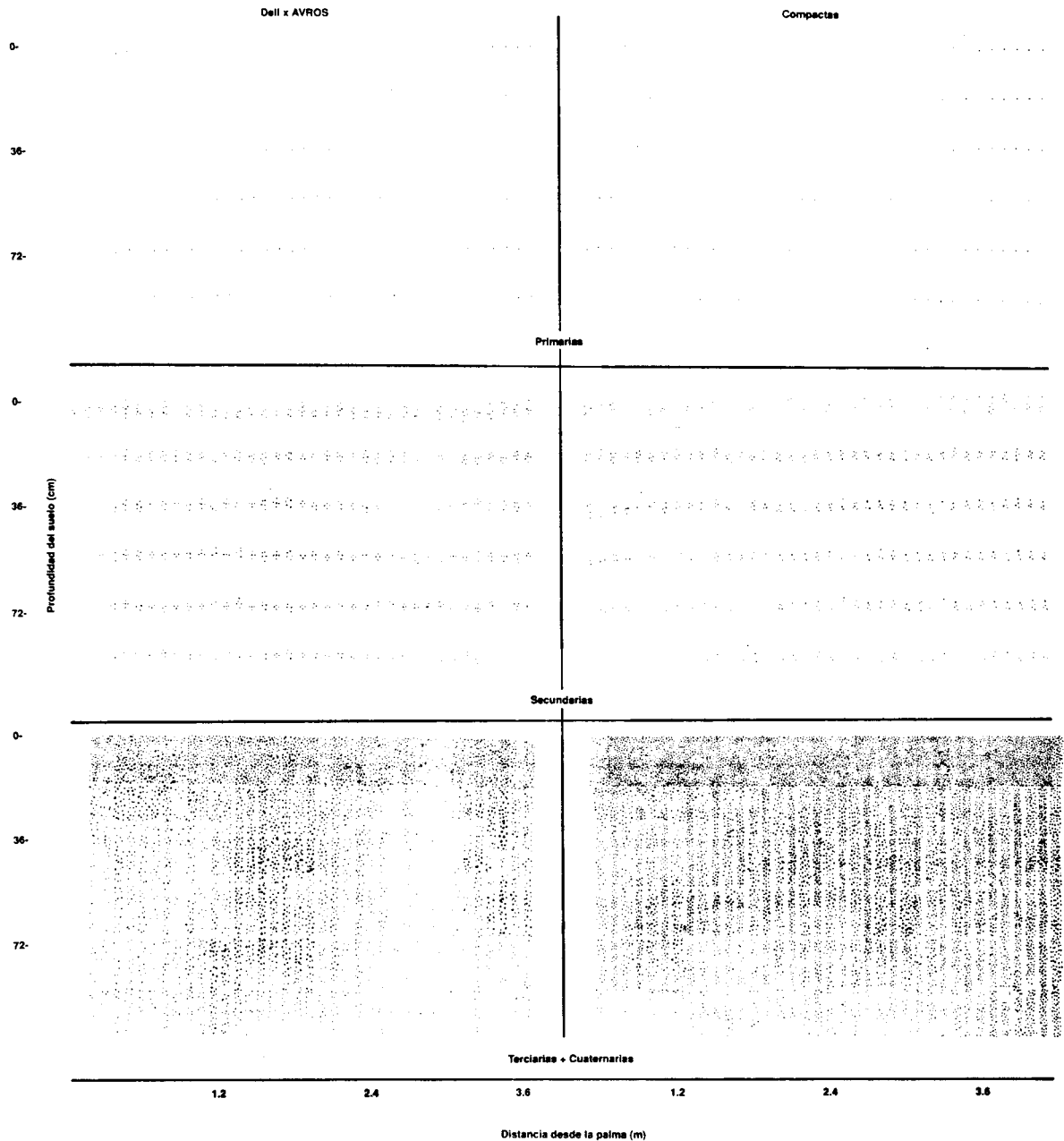


Fig. 3. Número promedio aproximado de raíces observado a través del perfil de suelo en palmas Deli x AVROS y compactas de ocho años de edad, (cada punto representa una raíz).

mientras que en las compactas son las raíces absorbentes las que tienen esta característica.

Considerando el número y peso total de raíces (Cuadro 4, Figuras 3 y 4), resulta evidente que, en las compactas, su estructura hace que sean raíces

más pesadas, pues ante inferior o similar cantidad de primarias y secundarias, su peso es superior.

Tanto las palmas compactas como las Deli x AVROS muestran cantidades similares de raíces primarias hasta los 0,36 y de 0,73 a 1,08 m;

Cuadro 3. Número y peso total de raíces según tipo de palma y distancia*.

Palma	Distancia m	Número			Peso(g)		
		Primarias	Secundarias	Terciarias	Primarias	Secundarias	Terciarias
Compactas	0,4	1,78	50,89	324,22	5,03	1,51	0,54
	0,8	7,11	33,89	341,44	2,48	0,87	0,46
	1,2	4,67	29,22	322,89	1,43	0,80	0,48
	1,6	6,11	26,67	257,89	1,24	0,80	0,30
	2,0	3,78	27,56	307,22	1,04	0,86	0,32
	2,4	2,22	26,67	305,78	0,62	0,78	0,32
	2,8	2,67	20,11	366,33	0,72	0,49	0,38
	3,2	5,22	32,78	348,22	1,29	0,84	0,40
	3,6	3,89	22,89	429,33	0,92	0,73	0,41
	4,0	3,56	23,22	479,78	0,92	0,64	0,55
	4,4	4,11	25,22	345,00	1,15	0,78	0,37
	4,8	10,00	32,67	433,11	1,79	0,90	0,50
	5,2	8,11	36,11	450,33	1,46	0,92	0,46
	5,6	6,67	32,89	405,33	1,26	0,86	0,45
6,0	12,67	41,22	506,11	2,13	1,04	0,53	
Deli x AVROS	0,4	20,33	31,11	196,11	5,18	0,69	0,28
	0,8	10,33	32,00	147,11	3,10	0,52	0,21
	1,2	7,44	25,78	215,56	1,63	0,58	0,20
	1,6	5,89	36,00	245,67	1,24	0,70	0,25
	2,0	6,67	30,44	248,44	1,20	0,63	0,25
	2,4	5,44	26,22	186,78	0,87	0,58	0,20
	2,8	4,78	26,33	217,56	0,74	0,40	0,20
	3,2	4,11	34,44	188,00	0,48	0,66	0,19
	3,6	4,67	41,67	196,11	0,85	0,65	0,18
	4,0	4,00	28,44	212,11	0,69	0,54	0,23
	4,4	4,22	32,56	220,67	0,82	0,68	0,24
	4,8	5,11	32,33	195,78	0,69	0,57	0,22
	5,2	8,33	26,78	213,56	1,02	0,59	0,23
	5,6	3,11	23,67	211,67	0,64	0,49	0,22
6,0	9,44	32,33	225,67	1,01	0,69	0,25	

* Número y peso expresado por distancia como total de las 6 profundidades evaluadas, en un volumen de suelo de aproximadamente 2088 cm³.

de 0,37 a 0,54 m la línea Deli x AVROS posee más. Las terciarias constituyen en compactas cerca del doble a través de todo el perfil (Cuadro 2, Figura 3).

En términos de peso, su comportamiento es similar. En general, en ambos grupos de materiales, de un 70 a un 75% del total del número de raíces primarias y terciarias y un 65% de secundarias se encuentran de 0 a 0,54 m, hasta 0,90 m se encuentra el 90%.

La reducción en el desarrollo vegetativo mostrado por las palmas compactas (Cuadro 1) no se manifiesta de igual modo en el sistema radical. Es notable la mayor cantidad de raíces absorbentes (terciarias más cuaternarias) en este grupo de palmas a través de todo el perfil de suelo, lo cual podría representar ventaja con respecto a la mayor

capacidad de exploración del sustrato.

La variación a través del perfil de suelo en el número y peso de raíces, es similar, en términos generales, a la informada por otros autores. La distribución se asemeja a la observada por Chan (1976) y Tailliez (1971), en la cual existe una reducción en la magnitud de ambas variables conforme aumenta la distancia y la profundidad desde el eje de la palma.

Las diferencias que existen entre los dos grupos de palmas con respecto a los sitios de mayor acumulación de raíces absorbentes son importantes para un máximo aprovechamiento de los fertilizantes. Las compactas poseen la máxima concentración de raíces aproximadamente a los 3,0 m de distancia desde el eje de la palma, mientras que en Deli x AVROS ocurre a los 2,0 m (Cuadro 3).

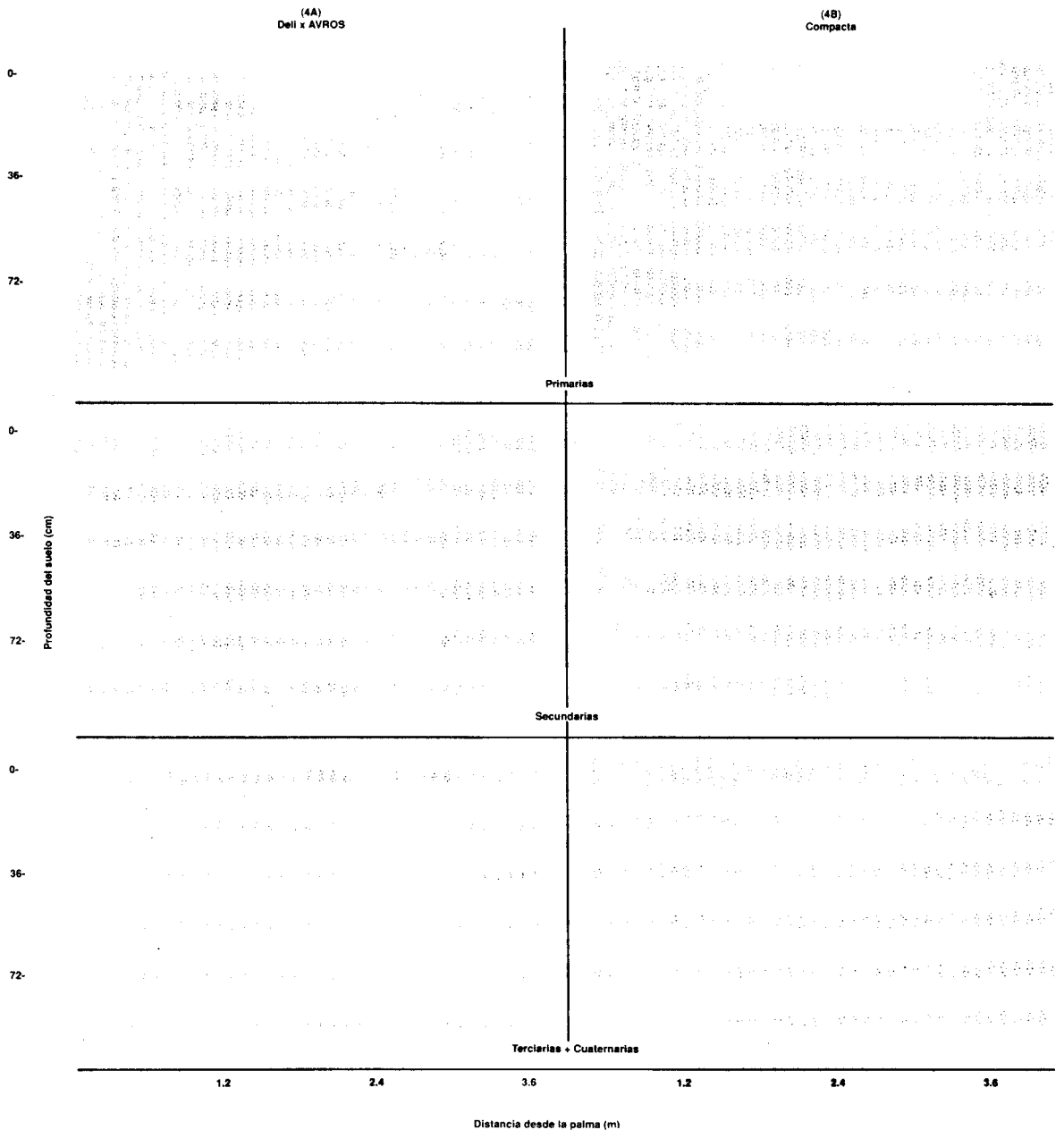


Fig. 4. Peso promedio aproximado de raíces observado a través del perfil de suelo en palmas Deli x AVROS y compactas de ocho años de edad (cada punto representa 10 mg de peso seco).

De esta forma, en compactas hasta los 4,0 m se localiza el 55% del número total de primarias y el 60% de raíces correspondientes a los otros órdenes, mientras que en las palmas Deli x AVROS se encuentra el 70% del número total de primarias y el 65% de secundarias y terciarias; lo

cual refleja de nuevo la distribución más amplia del sistema radical en los tipos compactos.

Tan (1979) encontró diferencias en la zona de máxima absorción según la edad de las palmas y las condiciones físicas del suelo; en plantas de 9 años una gran proporción de terciarias y cuaterna-

Cuadro 4. Número y peso de raíces total según tipo de palma y dirección.*

Palma	Dirección	Número			Peso (g)		
		Primarias	Secundarias	Terciarias	Primarias	Secundarias	Terciarias
Compactas	A	126,33	510,33	8636,00	27,98	13,18	9,31
	B	76,00	421,67	4088,33	19,69	11,89	4,81
	C	75,33	454,00	4144,67	22,77	13,42	5,27
Total		277,67	1386,00	16869,00	70,44	38,49	19,39
Deli x AVROS	A	117,33	515,00	4091,67	21,79	10,10	4,30
	B	107,67	448,33	2814,00	20,99	9,30	3,12
	C	86,67	417,00	2456,67	17,74	7,47	2,66
Total		311,67	1380,33	9362,33	60,52	25,87	10,08

* Número y peso expresado por dirección como total de las 15 distancias evaluadas, en un volumen de suelo de aproximadamente 5220 cm³.

rias se encontraron de 1,2 a 3,6 m en un suelo libre de concreciones, y de 0 a 1,2 m en otro con concreciones nodulares.

Esto indica que un factor importante de considerar cuando se realizan este tipo de trabajos es la variación que puede sufrir el sistema radical de un mismo grupo de palmas cuando crecen en condiciones diferentes de suelo, por la resistencia mecánica que este ejerce. Además de esto, la dificultad para la extracción y procesamiento de las muestras en suelos arcillosos al utilizar el método del barreno se incrementa enormemente. Chan (1976) indicó las ventajas de este método y, aunque no se logra una figura exacta sobre la forma en que se distribuye la masa radical, es posible aproximarse a la realidad y presentar comparaciones válidas entre tratamientos.

El menor desarrollo vegetativo que muestran las palmas compactas en su parte aérea no constituye, en apariencia, ninguna desventaja en lo que a la producción y extensión de raíces se refiere. Es clara su superioridad bajo las condiciones de este estudio sobre los tipos Deli x AVROS, tanto en el número y distribución de las raíces terciarias y cuaternarias, como en el peso total de los cuatro órdenes.

A causa de que un alto porcentaje de las raíces absorbentes se encuentra muy superficial, especialmente en los materiales compactos, es necesario tomar en cuenta aspectos de manejo tales como evitar prácticas que disturben la capa superior del suelo para evitar el daño a las raíces, favorecer el mantenimiento de la humedad a través de un buen manejo de las coberturas y lograr una adecuada distribución de los fertilizantes para lograr su máximo aprovechamiento. Sin embargo esta distribución superficial del sistema radical en compactas podría significar un aspecto negativo

en términos de tolerancia al déficit hídrico y debería tomarse en consideración al elegir el ambiente donde se pretenden establecer estos tipos de materiales de siembra.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio sobre el patrón de distribución de distribución de sistema radicular de la palma con el tipo Deli x AVROS (*Elaeis guineensis*) y un híbrido compacto obtenido del retrocruzamiento de un híbrido interespecífico F1 (*E. guineensis* x *E. oleifera*) con *E. guineensis*, en Coto, Costa Rica en la época seca del año 1991. Se extrajeron muestras de suelo y de raíces a diferentes profundidades (0 a 1,08 m a intervalos de 0,18 m) y distancias (0 a 6,0 cada 0,4 m) desde las palmas evaluadas, y se determinó el número y peso de las raíces primarias y secundarias y una clase combinada formada por terciarias y cuaternarias.

Las palmas compactas mostraron un mayor número de raíces absorbentes, así como un mayor peso de los cuatro tipos de raíces.

Más del 65% del número total de raíces en ambos tipos de materiales genéticos se encuentra en los primeros 50 cm de suelo, pero hay una reducción drástica después de los 20 cm. En las compactas se observó una acumulación de raíces absorbentes aproximadamente a los 3 m del tallo de la palma, mientras que en los tipos comerciales esto se notó a los 2 m de distancia.

A pesar de mostrar un menor desarrollo vegetativo, los tipos compactos de palma muestran un adecuado sistema radical, distribuido equilibradamente y en una proporción similar a las palmas comerciales.

LITERATURA CITADA

- CHAN, K.W. 1976. A rapid method for studying the root distribution of oil palm, and its application. *In* International Development in Oil Palm, Kuala Lumpur. pp 131-152.
- HARTLEY, C.W. 1983. La palma de aceite, México, Continental. 958 p.
- PURVIS, C. 1956. The root system of the oil palm, its distribution morphology and anatomy. *J. of WAIFOR.* 4:60-82.
- RUER, P. 1967. Répartition en surface du système racinaire du palmier à huile *Oléagineux.* 22:535-537.
- STERLING, F.; RICHARDSON, D.L.; CHAVES, C. 1987. Some phenotypic characteristics of the descendant of Q49:238, an exceptional hybrid of oil palm. *In* Oil Palm Conference, PORIM. Kuala Lumpur.
- TAILLEZ, B. 1971. La système racinaire du Palmier à huile sur la plantation de San Alberto (Colombie). *Oléagineux,* 26, 435.
- TAN, K.S. 1979. Root development of oil palms on inland soils of West Malaysia. *In* Soil physical and crop production in the tropics. Ed. by R., Lal y D.J., Greeland, Chichester, England, John Wiley. pp. 363-374.