

ARTÍCULO CIENTÍFICO

DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA RADICULAR DE VARIEDADES DE MANGOS (*Mangifera indica* L.) EN LATOSOL¹

Andrés J. Amadans Rojas²

ABSTRACT. The experiment was carried out in a orchard of the Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, Piracicaba, State of Sao Paulo, Brazil, in 1989, with the objective of verifying the root system distribution of mango trees of variety Oliveira Neto and Imperial grafted on a root stock of Espada and Coco, 23 years old, on a Brazilian Latossol, classified as series Luiz de Queiroz. For the evaluation of root system, through the amount of root hairs, it was used the Auger method. A number of 16 plants were studied, 4 of each combination (scion/root stock). The soil samples with roots (10 per plant) were taken at distances of 100, 200, 300, 400 and 500 cm from the trunk. The samples, had cylindrical form, 30 cm height and 16 cm of diameter. They were taken from the surface until 120 cm depth. The first sample was taken from 0 to 15 cm and the second from 15 to 30 cm depth, and the author previously destroyed the roots of weeds using herbicide glifosate. Results revealed that there is a higher concentration of root hairs in the surface layers. Influence of the scion on the root system was not observed. However, influence of the root stock were noticeable. There were significant differences among the root stock in the layer from 0 to 15 cm depth, and the variety Espada showed higher amount of root hairs. In the next layer, 15 to 30 cm, there were no statistical differences between treatments; in the layer from 0 to 60 cm depth, the variety Espada also showed higher amount of root hairs. There were no differences between the root stock in deeper layers. Concerning the horizontal distribution, the highest concentration of root hairs were at 100 cm and 200 cm of distance from the stem, with 35,27 % and 25,89 %, respectively. It was verified that the quantity of root hairs decrease with the increase of the distance from the trunk.

Key words: Mango, roots distribution, soil, depth, varieties, root stock.

RESUMEN. El presente experimento fue instalado en el campo de experimentación de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, Estado de Sao Paulo, en 1989; su objetivo fue verificar la distribución del sistema radicular de las variedades de mango Oliveira Neto e Imperial injertados sobre las portainjertos Espada y Coco, con 23 años de edad, sobre un Latosol Brasileiro de la serie Luiz de Queiroz. La evaluación del sistema radicular, a través de la cantidad de raicillas, se realizó según el muestreo de suelo obtenido con barrenos, con pequeñas modificaciones. Fueron utilizadas 16 plantas, cuatro de cada combinación (copa/portainjerto). Las muestras (10 por plantas, 5 de cada lado) fueron retiradas a distancias de 100, 200, 300, 400 y 500 cm del tronco. En cada uno de esos puntos, las muestras, de forma cilíndrica, con 30 cm de altura y 16 cm de diámetro, fueron tomadas hasta la profundidad de 120 cm. En la superficie, las dos primeras muestras representan 0 a 15 cm y 15 a 30 cm de profundidad y el autor destruyó previamente las raíces de las malezas aplicando herbicida glifosato. Los resultados revelaron que hay mayor concentración de raicillas en las camadas más superficiales y no se observó influencia de las variedades sobre el sistema radicular. Sin embargo, se constató la influencia del portainjerto. En los primeros 15 cm de profundidad, hubo diferencias significativas entre los portainjertos y la variedad Espada presentó mayor cantidad de raicillas. En la camada siguiente, 15 a 30 cm no hubo diferencias estadísticas; hasta los 60 cm de profundidad, la variedad Espada también presentó mayor cantidad de raicillas. En las camadas inferiores, no hubo diferencias entre los portainjertos. En la distribución horizontal, la mayor concentración de las raicillas se encuentra a 100 y 200 cm de distancia del tronco, con 35,27 % y 25,89 % respectivamente. Se verificó que hay disminución de raicillas con el aumento de la distancia del tronco.

Palabras claves: Mango, distribución de raíces, suelo, profundidad, variedades, portainjertos.

¹ Trabajo de tesis presentado a la Universidad Estadual de Sao Paulo (ESALQ/USP), para la obtención del título de Master en Agronomía, área de concentración Fitotecnia.

² Profesor de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, División Fruticultura. Casilla de Correo 1618, Campus Universitario, Asunción - Paraguay.

INTRODUCCIÓN

El mango es originario de Asia Meridional y el Archipiélago Indiano, donde es cultivado hace más de 4000 años; en América, el primer país que cultivó fue el Brasil. La familia Anacardiaceae, a la cual pertenece el mango (*Mangifera indica* L.), posee 64 géneros y comprende muchas especies de importancia hortícola (MEDINA, 1981).

La India es el mayor productor de mango del mundo con 63,9% del total mundial, seguido por México, Paquistán, Indonesia y Brasil. El Brasil viene aumentando, en ritmo acelerado, nuevas plantaciones en el Centro-Oeste, Sudeste y Nordeste, con la utilización de nuevas variedades. El Nordeste posee condiciones edafológicas favorables para la producción de mango de excelente calidad, tanto en la calidad del fruto como también en su calidad organoléptica (SAMPAIO, 1989). También en el Centro-Oeste, PINTO et al., (1981), afirman que el mango es uno de los cultivos más promisorios para la explotación comercial. Pero, plantaciones a escalas comercial de mango, prácticamente solo se encuentran en el Estado de Sao Paulo y Minas Gerais.

Las investigaciones en el Brasil y en otros países, con esta especie frutal, se concentran en la parte aérea de la planta como el tronco, ramas, hojas, flores, frutos y semillas e investigaciones hechas con relación a la parte subterránea de la planta, la raíz, merecen mayor estudio y atención. Algunos trabajos sobre sistemas radiculares de otras especies frutales ya fueron realizados por varios autores en numerosos países.

Por ejemplo, COWART (1938) e INFORZATO et al., (1975) trabajando con Duraznero (*Prunus persica* B.) verificaron que la mayor concentración de raicillas se encontraban en los primeros 50 cm de profundidad. Resultados semejantes obtuvieron en café INFORZATO y REIS (1963) y CORREA (1982) trabajando con Aguacate. En cítricos, de manera general, el 60 a 70 % de las raicillas se concentran en las camadas de 40 a 70 cm de profundidad (CASTLE y KREZDORN, 1973; MIKHAIL y ZEFTAWI, 1979; MONTENEGRO, 1960; RODRIGUES et al., 1978; MOREIRA, 1983; ARMADANS y SEKI, 1986). Los trabajos realizados en mango, también revelan que la mayor concentración de raicillas se encuentran en las camadas más superficiales del suelo (AVILAN, 1974; BOJAPPA y SINHG, 1974; KHAN, 1960; MOUTOUNET et al., 1977; AVILAN et al., 1978; AVILAN et al., 1979; KOLESNIKON, 1971; y MEDINA, 1981).

Otros factores que influyen en el sistema radicular de los frutales han sido estudiados. Por ejemplo se encontró que la presencia de horizontes compactados (KONG, 1968; YANG, 1970) al igual que la capa freática (FORD, 1973; ROWE et al., 1973; GRABLE, 1966) y el estado nutricional de los cultivos (LAL et al., 1968), junto con el manejo de suelo, influyen directamente en la distribución del sistema

radicular. El efecto de otros factores en la distribución de las raíces de los frutales, tales como la composición química, textura, estructura, agua y temperatura del suelo fueron también estudiados por otros investigadores (WEAVER, 1926; TROCME y GRAS, 1966; ROGERS, 1939; COIT, 1940).

Problemas importantes para el desarrollo del cultivo de mango en el Brasil, tales como: fertilización, irrigación, manejo de suelo y algunos otros cuidados culturales, podrán ser mejor estudiados con el conocimiento del sistema radicular de la planta, para obtener aumento en la producción de los cultivos.

Existen varios métodos utilizados para el estudio de las raíces, los cuales pueden ser agrupados en método de excavación, monolítica, perforación con barrenos, método de paredes de vidrio, evaluación indirecta y por el método de vasos (BOHN, 1979). Entre todos los métodos, el del barreno es el más barato, simple y rápido (KOLESNIKOV, 1979; BOHN 1979; ATKINSON, 1980). Dicho método ya fue utilizado por varios investigadores, entre otros, FORD (1952), MONTENEGRO (1960) y MOREIRA (1983) en cítricos; y CORREA (1982), lo utilizó en aguacate.

El objetivo de este trabajo es verificar la distribución del sistema radicular (raicillas) de dos variedades de mango, utilizados como portainjertos, y la posible influencia de dos variedades de copas sobre esa distribución.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en un cultivo instalado en la Escuela Superior de Agricultura LUIZ DE QUEIROZ USP (Piracicaba-SP), en el año 1966. El clima de Piracicaba, SP es de Cwa por la clasificación de Köppen (SETZER, 1967), esto es, subtropical húmedo, seco en el invierno, con temperatura media en los meses más cálidos superior a los 22°C y precipitación de 1250 mm anuales. El suelo pertenece al gran Grupo Latossol serie Luiz de Queiroz, con topografía levemente ondulada (RANZANI et al., 1966).

Para este trabajo fueron utilizados mangos de un cultivo experimental con combinación de siete portainjerto y seis variedades de copas. En este trabajo se utilizaron los portainjerto Espada y Coco y las variedades de copa Oliveira Neto e Imperial.

El cultivo fue instalado en 1966, a una distancia de 10 x 10 m. Las raíces fueron colectadas cuando el cultivo tenía 23 años de edad. El material seleccionado estuvo conformado por plantas con desarrollo vegetativo semejantes. En el año en que fue realizado el experimento, este cultivo recibió pocos cuidados culturales. El control de las malezas fue realizado, tanto en el período seco como lluvioso, con rotativa. Las plantas escogidas para el presente estudio no presentaban

síntomas de enfermedad y mostraban buen desarrollo vegetativo.

El delineamiento estadístico utilizado fue en Bloque al azar. Fueron utilizadas 16 plantas, 4 de cada combinación copa/portainjerto. El análisis estadístico fue hecho a través de parcelas sub-dividida (GOMEZ, 1985; CAMPOS, 1984).

Un mes antes del inicio de los trabajos, fue aplicado herbicida sistémico (Glyfosato), para eliminar las malezas en la faja de muestreo. La utilización de ese herbicida determinó la muerte de las raíces de las malezas. Así, esas raíces muertas fueron fácilmente reconocidas y excluidas en la operación de identificación de las raicillas de mango. Este método permitió reducir bastante, o casi eliminar, la dificultad de distinguir, cuando vivas, las raíces de algunas malezas y de mango contenidas en la muestra de tierra. La adopción de este procedimiento, que no es mencionado en la literatura consultada, se reveló muy útil; facilitó y aumentó la precisión en la selección de las raíces de mango. La toma de muestra fue realizada con barrenos, de acuerdo con el método descrito por FORD (1952), y con la modificación propuesta por MONTENEGRO (1960). Así el diámetro del cilindro de tierra extraído fue reducido de 25,4 cm para 16 cm, lo que mejora bastante la ejecución del servicio.

Las muestras de suelo, que contenían las raíces, fueron retiradas y colocadas en bolsas de tejido plástico, debidamente etiquetadas. Se muestreó hasta una profundidad de 120 cm, en base a varios trabajos citados en la revisión de literatura. De esta forma, se constató que la mayor concentración de raicillas se localizan en las capas más superficiales.

Para cada planta fueron tomados diez puntos para retirar las muestras, a partir del tronco. Cinco de ellos en la dirección de los árboles de una misma hilera y otros cinco en la dirección de las hileras vecinas formando un ángulo de 90° con la dirección anterior. La distancia entre los puntos de muestreo fue de 100 cm. a partir del tronco. Por más que el muestreo haya llegado hasta los 500 cm del tronco, para el análisis estadístico fueron utilizados solo hasta los 400 cm de distancia del tronco para evitar, en las últimas muestras, posibles influencias de las plantas vecinas.

Cada una de las muestras de suelo, que contenían las raíces, tenían el volumen de un cilindro de 16 cm de diámetro por 30 cm de altura. La muestra más superficial (0 a 30 cm) fue dividida en dos partes, una de 0 a 15 cm y otra de 15 a 30 cm de profundidad. De esa forma fue posible detallar el estudio del sistema radicular en la región más superficial del suelo. Luego, para el análisis estadístico fueron utilizados los datos de 0 a 30 cm conjuntamente con 30 a 60, 60 a 90 y 90 a 120 cm. Posteriormente fueron analizados los resultados, solamente hasta los 30 cm de profundidad.

Las muestras colectadas fueron transportadas al laboratorio, donde fueron lavadas. Se utilizó un tamiz con orificio cuadrado de 1,5 mm de diámetro. En el lavado la tierra se disolvía y quedaban en el tamiz solamente las raíces y los restos vegetales. Las raíces eran colocadas sobre una hoja de papel y en la sombra, a temperatura ambiente para un primer secado. Una vez secas se procedió a la clasificación de las raíces, aplicando el criterio utilizado por FORD (1952), MOREIRA (1983) en cítricos y para aguacate CORREA (1982), quienes consideraron, como raíces de gran actividad, aquellas cuyo diámetro es igual o menor a 1,5 mm.

Realizada la clasificación de las raíces (fisiológicamente activas) fueron colocadas en sobre de papel etiquetado y llevados en estufa a una temperatura de 60 a 70 grados centígrados, hasta un peso constante.

El pesaje fue realizado con la utilización de una balanza eléctrica con una aproximación de 0,01g. Se utilizaron las medias de los pesos de las raicillas de dos locales simétricos en relación del tronco, como representativo de las muestras. A partir de los datos de peso de las raíces secas obtenidas, fueron calculados los porcentajes de raíces existentes en cada local cavado en las diferentes profundidades (distancia vertical); igualmente fueron también calculados el porcentaje de raicillas existente en cada profundidad, en las diferentes distancias del tronco (distancia horizontal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron realizados dos análisis en forma separada. Para la primera se tuvo en cuenta apenas cuatro profundidades: 30, 60, 90 y 120 cm, en tanto que para el nivel de 30 cm de profundidad fueron tomados valores acumulados; esto es, la suma de las dos observaciones de 15 y 30 cm. Para el segundo análisis, se tomaron todos los niveles de los demás factores en estudio, como también los niveles 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Un análisis exploratorio de los datos mostró evidencias de heterogeneidad dentro de la profundidad. Un estudio de heterogeneidad, a través de la relación entre las medias y varianzas, indicó que los análisis con los datos transformados apenas reducía el coeficiente de variación de las sub-parcelas, no alteraba los resultados obtenidos por los test F para los datos originales. En ambos casos, se optó por el análisis con los datos originales.

Distribución Horizontal: En el cuadro 1, se encuentran los resultados referentes al porcentaje de las raíces, en las diferentes distancias del tronco para las variedades de mango estudiadas.

Se verificó que la mayor concentración de raicillas se encuentra en los primeros 100 y 200 cm del tronco (61,16 % del total de las medias) de todos los tratamientos.

Cuadro 1. Distribución porcentual de las raicillas de mango en función de la distancia del tronco.

Distancia del tronco (cm)	O. Neto Espada (%)	Imperial Espada (%)	O. Neto Coco (%)	Imperial Coco (%)	Medias %
100	37,55	33,63	34,92	34,98	35,27
200	23,65	25,50	25,15	29,27	25,89
300	22,65	22,04	20,28	15,97	0,23
400	16,14	18,82	19,64	19,77	18,59

En el cuadro 2 se verifica el análisis estadístico de los datos del experimento. El mismo mostró variación significativa de la distribución horizontal de las raicillas en función de la distancia del tronco; se verificó que la cantidad de raicillas disminuye con el aumento de la distancia del tronco.

En los estudios de las interacciones, los análisis estadísticos no encontraron diferencias significativas, entre las interacciones distancia/portainjerto y distancia/variedades, sin que existiera influencia de los portainjertos ni de las variedades. Resultados similares fueron constatados por KHAN, 1960, que encontró que el 93,3 % de las raíces se concentraba hasta los 180 cm del tronco. Otros autores también obtuvieron resultados similares (BOJAPPA y SINGH, 1973; BOJAPPA y SINGH, 1974; AVILAN, 1974; AVILAN et al., 1979).

Este resultado tiene gran importancia en la aplicación de fertilizantes, los cuales tendrán mayor eficiencia si son colocados en las proximidades del tronco, dado que allí se encuentra el mayor porcentaje de raíces.

Cuadro 2. Análisis de varianza de los datos referentes al peso de las raicillas en las muestras del experimento

Causas de la varianza	Grado Libertad	Cuadrado medio
Bloque	3	
PI	1	0,512255*
Var	1	0,2008160
PI*VAR.	1	0,0043066
Residuo (A)	9	0,0621053
Parcelas	15	
Distancia	3	0,5855448**
PI*Dis.	3	0,0373891
Var.*Dis.	3	0,0280764
PI*Var*Dis.	3	0,010733
Residuo (B)	36	0,0225580
Sub-Parcelas	63	
Profundidad	3	2,3675904**
PI*Prof.	3	0,1461148**
Var*Prof.	3	0,0029647
Dis*Prof.	9	0,0069937
PI*Var*Prof.	9	0,0076730
PI*Dis*Prof.	9	0,0137924
Var*Dis*Prof.	9	0,0067644
PI*Var*Dis*Prof.	9	0,0086463
Residuo (C)	144	0,0226615
Total	255	

Media General = 0,316328

C.V. (A) = 19,695% C.V. (B) = 23,740% C.V. (C) = 48,628%

* : Significativo a nivel de 5% de probabilidad.

** : Significativo a nivel de 1% de probabilidad.

Distribución Vertical:

Análisis estadístico de la distribución de las raicillas en las profundidades de 0 a 120 cm. En el cuadro 3 se observa que, de un modo general, las raicillas se concentran en mayor cantidad en las camadas superficiales del suelo, presentan 46,85% en los primeros 30 cm de profundidad, y alcanzan 70,77% en los 60 cm.

Cuadro 3. Distribución porcentual de las raicillas de mango en función de la profundidad del suelo.

Profundidad cm %	O. Neto Espada %	Imperial Espada %	O. Neto Coco %	Imperial Coco %	Medias %
0 - 15	26,68	29,06	18,03	24,17	24,49
15 - 30	19,46	22,82	24,22	22,62	22,28
0 - 30	46,14	51,88	42,25	46,79	46,77
30 - 60	24,05	24,49	24,88	21,81	23,81
60 - 90	14,33	13,27	16,78	14,99	14,84
90 - 120	15,47	10,35	16,08	16,40	14,58

En el Cuadro 2 se verifica que el análisis estadístico mostró efectos altamente significativos en función de la profundidad de donde fue extraída la muestra.

En los estudios de las interacciones, conforme al cuadro 2, el análisis estadístico mostró interacciones entre Profundidad (P) y Portainjerto (PI), independiente de la copa utilizada.

Se realizó el estudio estadístico de la varianza de las cantidades de raicillas en las diferentes profundidades, con el propósito de verificar la influencia de los portainjerto, comparándose las medias por el test de Tukey (cuadro 4).

Se verificó que existe diferencia en la distribución de raicillas de acuerdo con el portainjerto. Así, en los primeros 30 cm de profundidad, la variedad Espada posee la mayor media, lo que representaría aproximadamente 59%, en tanto la variedad Coco llegaría a 40,62%

Cuadro 4. Test de Tukey para las medias de los pesos de las raicillas de cada portainjertos dentro de cada profundidad.

Profundidades (cm)	Portainjertos Total (g)	Peso (g)	Media.	5%	1%
30	Espada	5,625	0,703750	a	a
	Coco	3,845	0,481406	b	b
60	Espada	2,798	0,350156	a	a
	Coco	2,037	0,255156	b	a
90	Espada	1,597	0,200000	a	a
	Coco	1,385	0,176406	a	a
120	Espada	1,516	0,190156	a	a
	Coco	1,408	0,176406	a	a

Medias seguidas por letras distintas difieren entre sí a los niveles de significancia indicada.

D.M.S. 5% = 0,09242 D.M.S. 1% = 0,12363

En la camada inferior (de 30 a 60 cm), también existe diferencia estadística entre los portainjertos, hay mayor cantidad de raicillas en la variedad Espada. Desde los 90 a 120 cm de profundidad, ambos portainjertos no presentan diferencias estadísticas.

La variedad Coco presentó más uniformidad en las camadas más profundas, a partir de los 90 cm. Estudios semejantes mostraron que esa distribución es observada en mango y en otras especies de frutales tales como durazno (*Prunus persica* B.), según COWART, 1938 e INFORZATO et al., 1975. En cítricos se cita los trabajos de MONTENEGRO (1960) y MOREIRA (1983), en mango trabajos de KHAN (1960), PLESSIS y SMITH (1973), GHOSH (1974) y BOJAPPA y SINGH (1974).

Análisis estadístico de la distribución de raicillas en las camadas de 0 - 15 cm y de 15 - 30 cm. Como la gran parte de las raicillas se sitúa en las camadas superficiales del suelo, se estudió la variación de las mismas en los niveles de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm de profundidad (cuadro 5). En el mismo se puede verificar que hubo significancia en las distancias (D), para cada una de esas dos camadas.

Cuadro 5. Análisis de varianza de los datos referentes al peso de las raicillas en los niveles de 0 a 15 cm y 15 a 30 cm de profundidad.

Causas de la Varianza	Grado Libertad	Cuadrado Medio	Valor F
Bloques	3		
PI	1	0,4016320	6,87*
Var.	1	0,0136125	0,23
PI*Var.	1	0,0000281	0,0005
Residuo (A)	9	0,0584907	
Parcela	15		
Distancia	3	0,1041336	7,93*
PI*Dis	3	0,0241794	0,79
Var*Dis	3	0,0104703	0,63
PI*Var*Dis	3	0,0032693	
Residuo (B)	36	0,0131347	
Sub-parcela	63		
Profundidad	1	0,0899031	3,39
PI*Prof.	1	0,1237531	10,53**
Var*Prof.	1	0,0073508	0,63
Dis*Prof.	3	0,0016422	0,14
PI*Var*Prof.	1	0,0297070	2,53
PI*Dis*Prof.	3	0,0085547	0,73
Var*Dis*Prof.	3	0,0097586	0,83
PI*Var*Dis*Prof.	3	0,0119357	1,02
Residuo (C)	48	0,0117544	
Total	127		

Media General = 0,295859

C.V. (A) = 28,90% C.V. (B) = 27,39% C.V. (C) = 36,65%

* : Significativo al nivel de 5% de Probabilidad

** : Significativo al nivel de 1% de Probabilidad.

En el cuadro 6, se puede observar que existe un mayor porcentaje de raicillas, próximo al tronco y que ese porcentaje va disminuyendo con el aumento de la distancia del tronco. También se constató que, para la interacción de profundidad/portainjerto, existen diferencias significativas, no así en las demás interacciones.

Cuadro 6. Cantidad de raicillas (en porcentaje del total) existente en el nivel 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm en las diferentes distancias del tronco.

Tratamientos	Prof. (cm)	Distancia del tronco (cm)			
		100	200	300	400
O.Netto	0-15	34,30	23,13	23,56	19,98
Espada	15-30	30,88	23,86	29,21	16,03
Imperial	0-15	28,35	28,94	24,36	18,33
Espada	15-30	28,85	23,51	24,27	23,35
O.Netto	0-15	27,26	23,85	23,26	25,61
Coco	15-30	31,93	29,04	18,37	20,64
Imperial	0-15	32,94	33,26	12,23	21,54
Coco	15-30	32,40	30,27	18,77	18,54
Medias	0-15	31,04	26,63	21,59	20,74

Los efectos del portainjerto sobre las cantidades de raicillas en las profundidades de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm, fueron comparadas por la prueba de Tukey (Cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba de Tukey para medias de portainjertos dentro de las profundidades de 0 a 15 y de 15 a 30 cm.

Profundidad (cm)	Portainjerto	Medias	5%	1%
0-15	Espada	0,400625	a	a
	Coco	0,228408	b	b
15-30	Espada	0,303125	a	a
	Coco	0,25281	a	a

Medias seguidas por letras distintas difieren entre sí.
D.M.S. 5% = 0,11262 D.M.S. 1% = 0,15329

Como se puede observar en el Cuadro 7, para la profundidad de 0 a 15 cm hubo diferencia significativa, tanto para el 5% y 1% de probabilidad. Es decir que, de acuerdo con el mismo cuadro, el portainjerto Espada, independientemente de la copa utilizada, presenta mayor cantidad de raicillas que la variedad Coco en esta camada. Ya en la camada de 15 a 30 cm, no hubo diferencias estadísticas entre los dos portainjertos, ambos presentan un comportamiento similar. Con estos datos se demuestra la importancia de evitar el uso de rastra para el control de malezas, a fin de evitar daños al sistema radicular.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, en las condiciones del experimento, se puede concluir:

-La mayor concentración de las raicillas (46,77%) fue encontrada de 0 a 30 cm de profundidad del suelo, alcanzando 70,58% hasta los 60 cm de profundidad.

-No hubo influencia de las copas sobre la distribución de raicillas.

-Existe marcada influencia de los portainjertos sobre la distribución del sistema radicular en los primeros 60 cm de profundidad. Tanto en la camada de 0 a 30 cm, como de 30 a 60 cm de profundidad, la variedad Espada presentó mayor cantidad de raicillas que la variedad Coco.

-En los primeros 15 cm de profundidad, hubo diferencia significativa entre los portainjertos. La variedad Espada fue la que presentó mayor concentración de raicillas hasta los 15 cm de profundidad.

-La mayor concentración de las raicillas fue encontrada entre los primeros 100 a 200 cm de distancia del tronco, con 35,27% y 25,89% respectivamente, disminuyendo en las distancias mayores.

LITERATURA CITADA.

ARMADANS, A. J. y V. T. SEKI. 1986. Distribución y profundidad de las raíces. *In* Estudio de las raíces de los cítricos. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, 7p.

ATKINSON, D. 1980. The distribution and effectiveness of root of the crops. *In* Horticultural Reviewers. Ed. by J. Janick. Mailing, 2: 424-490.

AVILAN, L. 1974. Sistema radicular del Mango (*Mangifera indica* L.) en un Regosol Aluvial. *Agronomía Tropical* 24 (1): 3-10.

AVILAN, L y L. MENESES. 1979. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución de las raíces del mango (*Mangifera indica* L.). *Turrialba (C.R.)*, 29 (2): 117-122.

AVILAN, L., L. MENESES y A. GUADARRAMA. 1979. Estudio de los sistemas radiculares del Mango (*Mangifera indica* L.) y el grapefruit (*Citrus paradisi* Mac. Fadyen) cultivados en suelos de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical* 29: 173-182.

AVILAN, L., O. CHAURAN y M. FIGUEROA. 1978. Evaluación del estado nutricional del Mango (*Mangifera indica* L.) y el aguacate (*Persea americana* Mill) y distribución radicular del Mango cultivados en suelos de las mesas orientales de Venezuela. *Agronomía Tropical* 28(1): 3-18.

BOHN, W. 1979. Methods of studying root systems. Berlin, Springer-Verlag. 188 p.

BOJAPPA, K.M. y R.N. SINGH. 1973. The feeder root distribution pattern of young and old mango (*Mangifera indica* L.) trees. *Indian Journal of Horticulture* 32: 123-127.

BOJAPPA, K.M., y R.N. SINGH. 1974. Root activity of mango by radiotracer technique using ³²P. *India Journal of Agriculture Science*. 44 (4): 175-180.

CAMPOS, H. 1984. Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar. Piracicaba. FEALQ. 292 p.

CASTLE, W.S. y A.H. KREZDORN. 1973. Rootstock effects on root distribution and leaf mineral content of Orlando tangelo trees. *Proceedings Florida State Horticulture Society (USA)*. Lake Alfred 86: 80-84.

COIT, J. E. 1940. Avocado tree root development. *California Avocado Association Yearbook*. Los Angeles 24: 46-49.

CORRÊA, L. de S. 1982. Distribuição do sistema radicular de cultivares de abacaterio (*Persea spp.*) num solo podzólico vermelho amarelo. Tese de Doutorado-ESALQ/USP. Piracicaba. 42 p.

COWART, F. F. 1938. Root distribution and top growth of young peach trees. *Proceedings American Society Horticulture Science*, St. Joseph 36: 145-149.

FORD, H. W. 1952. The effect of spreading decline on the root distribution of citrus. *Proceedings Florida State Horticultural Society*, Flórida 65: 47-50.

GHOSH, S. P. 1974. Some aspects of root systems of sweet orange, guava and mango. *Punjab Horticultural Journal* 14: 3-38.

GOMES, F. P. 1985. Curso de estatística experimental. 11 Edição. Piracicaba, ESALQ/USP. 466 p.

GRABLE, A. 1966. Soil aeration and plants growth. *Advances in Agronomy* 18: 57-106.

INFORZATO, R y A. J. REIS. 1963. Estudo comparativo do sistema radicular dos cafeeiros Bourbon Amarelo e Mundo Novo. *Bragantia*, Campinas 22: 741-750.

INFORZATO, R., O. RIGITANO, G. B. BARRETO, M. AJIMA y H. J. SCARANARI. 1975. Estudo do sistema radicular do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch). *Revista Agricultura de Piracicaba* 1: 23-28.

KHAN, M. 1960. System of mango (*Mangifera indica* L.). *Punjab Fruit Journal* 23 (82/83): 113-116.

LESNIKOV, V. 1971. The root system of fruit plants, Moscow, Mir. Publishers. 269 p.



- KONG, L. 1968. Effect of soil compaction on the growth of young cane plant. Soil and fertilizer in Taiwan. 75 p.
- LAL, K.N., O.N MEHROTRA y J. TANDON. 1968. Growth behavior, root extension and juice characters of sugar cane in relation to nutrient deficiency and drought resistance. Indian Journal of Agricultural Science. 38 (5): 790-810.
- MEDINA, J. C. 1981. In Manga: da cultura ao processamento e comercialização. Ed. by J. C. Medina. Campinas ITAL, 1981, Cap.1, p.9-241 (Série Frutas Tropicais, 8).
- MIKHAIL, E. H. y B. M. E. ZEFTAWI. 1979. Effect of soil types and rootstocks on root distribution, chemical composition of leaves and yield of Valencia oranges. Australian Journal of Soil Resources, Melbourne 17: 335-342.
- MONTENEGRO, H. W. S. 1960. Contribuição ao estudo do sistema radicular das plantas cítricas. Tese de MSc. Piracicaba, ESALQ/USP 143 p.
- MOREIRA, C. S. 1983. Estudo da distribuição do sistema radicular da laranja Pera (*Citrus sinensis*, Osbeck), com diferentes manejo de solo. Tese de livre-Docência. Piracicaba ESALQ/USP. 92 p.
- MOUTOUNET, B, B. AUBERT, J. GOUSSELAND y P. TLAW-CHAN. 1977. Etude de L'enracinement de quelques arbres fruitiers sur sol farrallitique brun profond. Fruits 32(5): 321-333.
- PINTO, A. C. Q., R. G. PEDRAZZI y P. J. C. GENU. 1981. Avaliação de sete variedades de mangueira (*Mangifera indica* L.) introduzidas na região dos cerrados. In VI Congresso Brasileiro de Fruticultura, Recife 3: 930-942.
- PLESSIS, S. F. y J. H. E. SMITH. 1973. Citrus and Subtropical fruit. Journal 474: 4-7.
- RANZANI, G., O. FREIRE y T. KINJO. 1966. Carta de solos do Municipio de Piracicaba. Piracicaba (SP). 85 p.
- RODRIGUES, O., R. INFORZATO y T. SOBRINHO. 1978. Estudo do sistema radicular de três porta-enxertos para citrus em viveiro. Revista Brasileira de Fruticultura 1 (1): 23-30.
- ROGERS, W. S. 1939. Root studies VII. A survey of the literature on root growth, with special reference to hardy fruit plants. Journal Pomol. and Horticultural Science London, 17: 67-84.
- ROWE, R. y D. BEARDSSELL. 1973. Waterlogging of Fruit tree. Horticultural Abstracts 43(9): 533-548.
- SAMPAIO, J. 1989. Aspectos Gerais da mangicultura no Nordeste. In Anais do II Simpósio sobre Mangicultura, Jaboticabal p. 47-55.
- SETZER, J. 1967. Atlas climático ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual de Bacia Paraná-Uruguaí-CESP, São Paulo. 61p.
- TROCME, S. y R. GRAS. 1966. Suelo y Fertilización en Fruticultura. Trad. J. I. de la Vega. Madrid. Mundi-Prensa.
- WEAVER, J.E. 1926. Root Development of field crops. New York, Mc Grow-Hill. Book Co. 291 p.
- YANG, C. 1970. Soil hardness in relation to root growth in sugar cane. Soil and Fertilizer in Taiwan. 27: 18-29.