

ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE RAICES DE 12 PATRONES INJERTADOS CON NARANJA "FROST VALENCIA" *Citrus sinensis* (L.) OESBECK DE 14 AÑOS DE EDAD, EN CONDICIONES CLIMATICAS DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

Jairo Jaramillo B. Carlos Ocampo S. * Diosdado Baena G.** William Escobar T.****

COMPENDIO

En el Centro Nacional de Investigaciones del ICA, Palmira, se estudió el sistema de raíces de 12 patrones injertados con naranja Frost Valencia, de 14 años de edad, sembrados en un suelo Franco-Arcilloso. Se tomaron muestras a 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 m de distancia de la base del árbol y a profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 y 80-100 cm, considerando cada distancia. Los patrones que mostraron la mayor densidad de raíces fueron: Amblycarpa, Citrange Carrizo y Mandarina Cleopatra. Se encontró correlación directa y altamente significativa entre el sistema de raíces menores de 2 mm de diámetro con la altura y diámetro del árbol, lo mismo que con el volumen de la copa. Estos aspectos son de especial importancia para evaluar el grado de adaptación a diferentes condiciones de suelo, al momento de plantar un huerto.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ROOT DISTRIBUTION IN 12 CITRUS ROOTSTOCKS GROWN IN PALMIRA, THE CAUCA VALLEY

At the ICA National Research Center in Palmira a study of the root system of 12 rootstocks grafted with "Frost Valencia" orange 14 years old grown on clay-loam soil was conducted. Root samples were taken at distances of 1.0, 1.5, 2.0 and 3.0 m from stem and a depth of 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 and 80-100 cm in each distances. The rootstocks Amblycarpa, Citrange Carrizo and Cleopatra Mandarin presented the greater root densities. The height, diameter and the foliage tree volume showed positive correlation with a diameter lesser than two millimeter. That's special importance for the adaptation several soil's conditions.

INTRODUCCION

El Programa de Investigación en Frutales del Instituto Colombiano Agropecuario viene recomendando un grupo de variedades y porta-injertos de cítricos, para diversas zonas ecológicas; no obstante, poco se conoce sobre su grado de adaptación a las variadas condiciones de clima y suelo que prevalecen en el trópico. La escogencia del patrón o porta-injerto es uno de los factores que inciden en el establecimiento de un huerto de cítricos, puesto que es la parte de la planta responsable del suministro de agua y nutrientes lo mismo que del anclaje de la planta (Rios, et al, 1970). La influencia de los patro-

nes sobre las copas y viceversa son a menudo más importantes que la influencia de los factores ambientales. El patrón influye sobre la precocidad, la adaptación a las condiciones de suelo y clima expresadas en términos de vigor, rendimiento, época de la producción, tamaño y calidad de los frutos y tolerancia a enfermedades. De igual manera, una adecuada selección del patrón, aumenta las posibilidades de utilizar material certificado libre de virus, uno de los problemas sanitarios más limitantes en la producción de cítricos (Chandler, 1962; Ochese et al, 1970; Morín, 1983).

* Estudiante de pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

*** Instituto Colombiano Agropecuario. A.A. 233, Palmira.

La profundidad efectiva mínima del suelo, para establecer una plantación comercial de cítricos debe estar entre 1.0 y 1.2 m (Camacho *et al.*, 1976). En lo que respecta a la distribución radicular, existen diferencias acentuadas entre patrones; en algunos las raíces se extienden lateralmente y son de desarrollo vertical extensivo; en otros, la mayoría de las raíces se concentran en los primeros 76 cm de profundidad (desarrollo intensivo).

Los planteamientos anteriores realzan la importancia de estudiar la densidad y distribución de las raíces de los porta-injertos, en procura de racionalizar las prácticas de fertilización y riego en los sitios de mayor actividad radicular. Por tanto, se plantearon los siguientes objetivos para la investigación:

- Estudiar la distribución de las raíces de 12 patrones injertados con naranja "Frost Valencia" de 14 años de edad,
- Estimar la densidad de raíces según su diámetro (menores de 2.0 mm y entre 2.0 y 5.0 mm), y
- Determinar la relación entre desarrollo de raíces y algunas variables indicadoras del crecimiento y desarrollo de la parte aérea de la planta.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en un huerto de 14 años, sembrado a 7 x 7 m con naranja "Frost Valencia" injertada sobre diferentes patrones; establecido en un suelo Franco-Arcilloso, bajo contenido de materia orgánica, pH neutro, relación Ca/Mg cercana a 2:1, buen contenido de elementos mayores y bajo de elementos menores, compactación acentuada por efecto de la maquinaria agrícola (tractor con guadaña).

Se seleccionaron 12 patrones de 46 disponibles por su adaptabilidad, producción, calidad de fruto y desarrollo de la copa. Se seleccionaron entre cinco y seis árboles por patrón; para un total de 67 árboles (Cuadro 1).

Se tomaron bloques o muestras de suelo (barreno tipo barril de 12.7 cm de diámetro) a distancias de 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 m del tronco del árbol y a profundidades de 0-20, 20-40, 60-80 y 80-100 cm por cada distancia. Para evitar al máximo la interferencia de patrones vecinos se tomaron las muestras en un solo sentido en línea recta entre árboles de la misma parcela (igual patrón).

Se separaron las raíces según el diámetro, en menores de 2 mm y de 2-5 mm. Se secaron durante 24 horas a 80°C.

La distribución en porcentaje de raíces en las 4 distancias y 5 profundidades para cada patrón se obtuvo con la densidad de raíces por bloque.

Para realizar comparaciones entre la parte radicular y la parte aérea se midió la altura y el diámetro de la copa de cada uno de los árboles evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tendencia horizontal de la distribución de las raíces

La relación entre el porcentaje de peso seco de raíces menores de 2.0 mm (P) y la distancia a partir del tronco del árbol (D) se representa por la siguiente ecuación:

$$P = 28.654 - 4.1731 (D-1) \quad R^2 = 0.9$$

De acuerdo a ésta, 4.1731 representa la disminución porcentual de raíces por cada metro que se aleja del tronco del árbol y 28.654 equivale al porcentaje promedio del raíces a 1 m de distancia.

Para las raíces entre 2.0 y 5.0 mm la relación entre el porcentaje de peso seco y la distancia es de la forma:

$$P = 40.99 - 17.79 (D-1) \quad R^2 = 0.89$$

Las raíces menores de 5.0 mm tienden a disminuir a medida que se aleja del tronco hacia la

CUADRO 1. Identificación de los patrones cítricos con copa "Frost Valencia" seleccionados para su estudio radicular, porte y número de árboles por patrón.

No. de Introd.	N O M B R E		PORTE	No. de árboles
0141	Naranja Salerma	<u>Citrus sinensis</u>	Normal	4
0280	Mandarina Cleopatra	<u>Citrus reshni</u>	Normal	6
1442	Amblycarpa	<u>Citrus amblycarpa</u>	Normal	6
1432	Citrumelo 4475	<u>Citrus paradisi</u> x <u>Poncirus trifoliata</u>	Sub-normal	6
1406	Citrango Carrizo	<u>Citrus sinensis</u> x <u>Poncirus trifoliata</u>	Sub-normal	6
1426	Citrango Troyer	<u>Citrus sinensis</u> x <u>Poncirus trifoliata</u>	Sub-normal	6
1408	Trifoliado Rich 7-5	<u>Poncirus trifoliata</u>	Semi-enano	5
1424	Citrumelo Sacaton	<u>Citrus paradisi</u> x <u>Poncirus trifoliata</u>	Semi-enano	4
1437	Trifoliado x Ruby Or	<u>Citrus sinensis</u> x <u>Poncirus trifoliata</u>	Semi-enano	6
1407	Cristian x Cleopatra	<u>Citrus reshni</u> x <u>Poncirus trifoliata</u>	Enano	6
1429	Trifoliado Kryder 5-5	<u>Poncirus trifoliata</u>	Enano	6
1434	Trifoliado Kryder 15-3	<u>Poncirus trifoliata</u>	Enano	6

PORTE: Normal, mayores de 2.8 m; Sub-normales, de 2.30 a 2.80 m; Semi-enano, de 1.80 a 2.30; Enano, menores de 1.80 m

CUADRO 2. Densidad observada de las raíces menores de dos milímetros en gramos x 10⁴/cm³ para las cuatro distancias evaluadas

PATRON	DISTANCIA (m)			
	1.0	1.5	2.0	3.0
Naranja Salerma	0.6	1.7	0.8	1.0
Mandarina Cleopatra	1.9	2.3	2.0	1.7
Amblycarpa	3.4	2.6	3.4	2.2.
Citrumelo 4475	2.0	1.8	1.5	1.0
Citrango Carrizo	2.9	2.7	2.2	1.7
Citrango Troyer	2.1	1.8	1.5	2.0
Trifoliado Rich 7-5	0.8	0.9	0.9	0.8
Citrumelo Sacaton	2.4	1.3	1.2	1.0
Trifoliado x Ruby Or	3.0	1.3	0.8	0.8
Cristian x Cleopatra	1.4	1.4	1.3	1.1
Trifoliado Kryder 5-5	1.5	0.9	1.2	1.3
Trifoliado Kryder 15-3	1.2	0.6	1.2	0.9

periferia (Figura 1).

Tendencia vertical de la distribución de las raíces

El patrón de la distribución de acuerdo con la profundidad indica que las raíces menores de 2.0 mm se encuentran entre los 40 y 80 cm (Figura 2) y las raíces de diámetro entre 2.0 y 5.0 mm presentan una distribución lineal de la forma:

$$P = 37.236 - 0.3448 (p) \quad R^2 = 0.9$$

donde:

P = es el porcentaje de raíces y
 p = la profundidad en centímetros

Densidad de las raíces

Para las raíces comprendidas entre 2.0 y 5.0 mm de diámetro, no se realizó análisis de varianza por no disponer de la información completa. En las raíces menores de 2.0 mm se encontraron diferencias altamente significativas entre patrones para el peso de las raíces. Los patrones más vigorosos radicularmente fueron en su orden C. amblycarpa, C. Carrizo y M. Cleopatra; los patrones con menor densidad fueron los Trifoliados Rich 7-5 y Kryder 15-3 y la Mandarina Salermo; los demás presentaron densidades intermedias (Cuadro 2).

Se encontraron diferencias altamente significativas por efecto de la distancia, la profundidad y su interacción para todos los patrones. La tendencia general en la distribución horizontal y vertical fue concentrar la mayor densidad de raíces en el primer metro de distancia del árbol (Cuadro 3) y en los 40-60 cm de profundidad (Cuadro 4). En la interacción distancia horizontal por profundidad, se encontró la mayor variación.

Los patrones C. amblycarpa, C. Carrizo, C. Troyer, Trifoliado Rich 7-5, presentaron la mayor densidad de raíces a un (1) metro de distancia y entre 40-60 cm de profundidad; C. Sacaton y los Trifoliados Kryder 5-5 y 15-3 presentaron mayor densidad de raíces a un metro

de distancia y en los primeros 20 cm de profundidad; M. Cleopatra y Cristian x Cleopatra presentaron mayor densidad de raíces a 1.5 m de distancia y en los primeros 20 cm de profundidad; Citrumelo 4475 a 1.5 de distancia y entre 40-60 cm de profundidad y Naranja Salerma con mayor concentración de raíces a 1.5 m de distancia y entre 60-80 cm de profundidad.

Distribución de las raíces

Naranja Salerma

El mayor porcentaje de raíces menores de 2.0 mm de diámetro (60.7%) se concentró a 1.5 m de distancia a partir del tronco. Verticalmente, el mayor porcentaje de raíces (52.5%) se localizó entre 40 y 80 cm y sólo un 34.2% en los primeros 40 cm (Cuadro 5; Figura 3).

Las raíces con diámetro entre 2.0 y 5.0 mm se encontraron antes de los 1.5 m (82.6%) del tronco y en los primeros 40 cm (75.7%) de profundidad.

Mandarina Cleopatra

Las raíces con diámetro menor de 2 mm se distribuyeron horizontalmente en forma uniforme hasta los 3 m de distancia del tronco, con tendencia a disminuir y a profundizar a partir de los 1.5 - 2.0 m de distancia. En este punto se encontró el mayor porcentaje de raíces (54.6%). En la distribución vertical se encontró la mayor parte de las raíces en los primeros 20 cm (46.6%).

El mayor porcentaje de raíces con diámetro entre 2.0 y 5.0 mm (87.4%) se localizó entre el tronco y los 2 m de distancia, presentando la mayor cantidad entre 1.5 y 2.0 m de distancia. Verticalmente, el 42.7% de las raíces se ubicaron en los primeros 20 cm y el porcentaje restante se distribuyó uniformemente hasta completar un m de profundidad.

Citrus amblycarpa

Las raíces con diámetro menor de 2.0 mm se

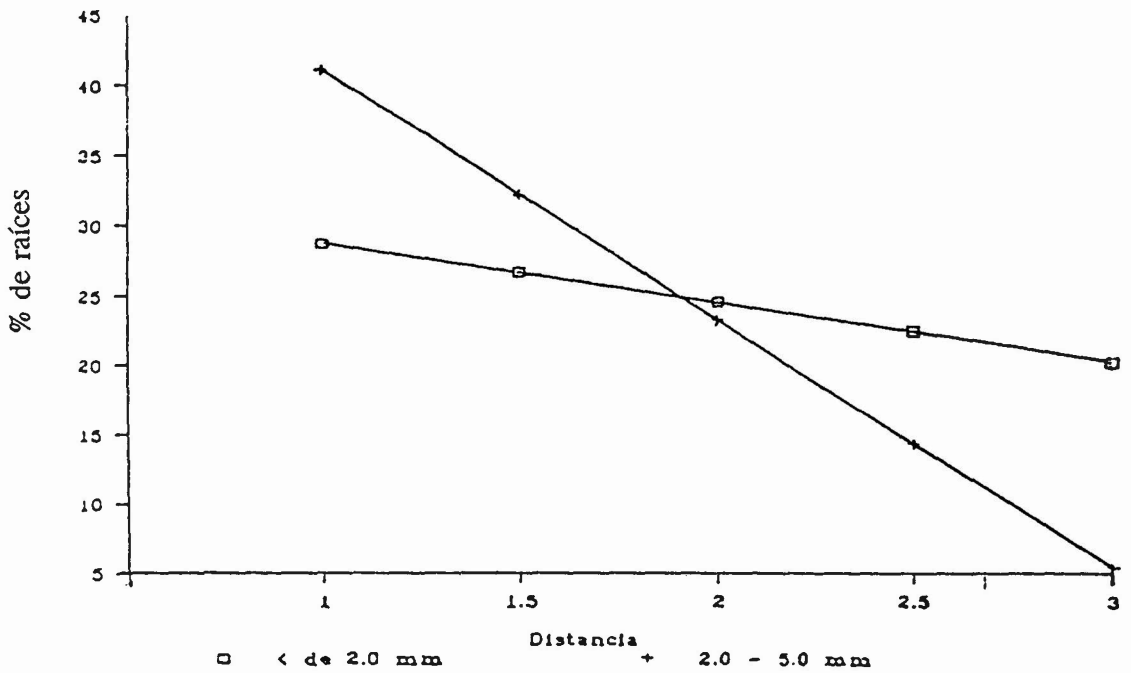


FIGURA 1. Tendencia general en la distribución horizontal de las raíces menores de dos milímetros y de dos a cinco milímetros, para los 12 patrones evaluados.

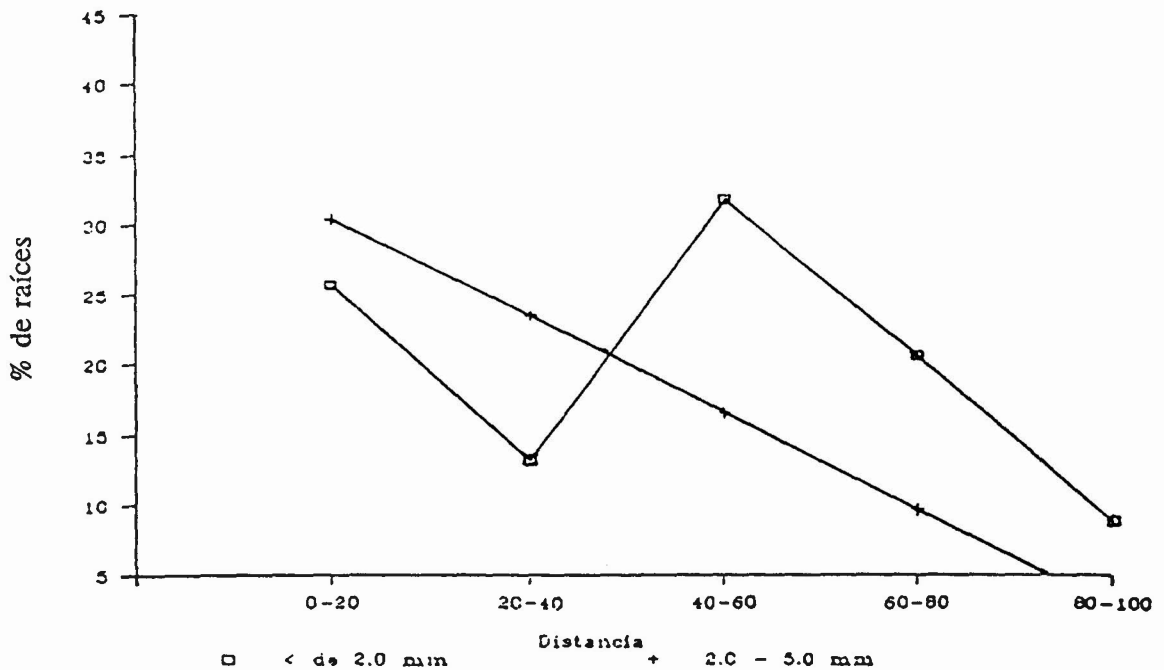


FIGURA 2. Tendencia general en la distribución vertical de las raíces menores de dos milímetros y de dos a cinco milímetros, para los 12 patrones evaluados.

CUADRO 3

Densidad de las raíces menores de dos milímetros y de dos a cinco milímetros para cada patrón

PATRON	DENSIDAD RAICES (g x 10 ⁻⁴ /cm ³)	
	Menores de 2.0 mm	2.0 - 5.0 mm
Naranja Salerma	21.0	13.0
Mandarina Cleopatra	40.0	47.0
Amblycarpa	58.0	30.0
Citrumelo 4475	31.0	23.0
Citrange Carrizo	48.0	27.0
Citrange Troyer	37.0	16.0
Trifoliado Rich 7-5	17.0	11.0
Citrumelo Sacaton	29.0	12.0
Trifoliado s Ruby Or	30.0	17.0
Cristian x Cleopatra	26.0	19.0
Trifoliado Kryder 5-5	25.0	07.0
Trifoliado Kryder 15-3	20.0	05.0

CUADRO 4

Densidad observada de las raíces menores de dos milímetros para las cinco profundidades evaluadas

PATRON	DENSIDAD (g x 10 ⁻⁴ /cm ³)				
	PROFUNDIDAD (cm)				
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
Naranja Salerma	1.2	0.7	1.5	1.3	0.7
Mandarina Cleopatra	4.6	0.8	2.0	1.5	0.9
Amblycarpa	3.6	2.2	4.0	3.5	1.2
Citrumelo 4475	1.7	1.6	2.8	1.2	0.4
Citrange Carrizo	1.1	1.5	5.2	2.8	1.2
Citrange Troyer	1.5	1.1	3.3	2.6	0.8
Trifoliado Rich 7-5	1.6	0.7	1.2	0.5	0.3
Citrumelo Sacaton	2.2	1.2	2.3	1.1	0.6
Trifoliado x Ruby Or	1.7	0.7	3.0	1.3	0.8
Cristian x Cleopatra	1.5	0.6	1.8	1.7	0.8
Trifoliado Kryder 5-5	1.4	0.8	1.8	1.5	0.7
Trifoliado Kryder 15-3	1.4	0.6	1.5	1.0	0.4

CUADRO 5

Distribución horizontal de las raíces de 12 patrones injertados con naranja "Frost Valencia" *Citrus sinensis* (1) Osbeck. Porcentaje del peso total de las raíces de cada portainjerto

PATRON mm	PESO TOTAL RAICES (%)							
	1.0 (m)		1.5 (m)		2.0 (m)		3.0 (m)	
	>2 mm	2.0-5.0 mm	>2 mm	2.0-5.0 mm	>2 mm	2.0-5.0 mm	>2 mm	2.0-5.0
Naranja Salerma	14.4	34.2	40.7	43.9	20.0	10.5	24.9	6.9
Mandarina Cleopatra	23.5	21.4	29.0	36.5	25.6	29.5	21.9	12.2
Amblycarpa	29.5	22.7	22.3	25.1	29.0	33.7	19.0	18.5
Citrumelo 4475	32.0	32.1	28.9	37.2	23.4	29.5	15.7	1.2
Citrango Carrizo	30.7	28.9	28.0	36.2	23.2	19.8	18.1	15.1
Citrango Troyer	28.3	33.8	24.7	47.4	20.3	14.4	26.7	4.4
Trifoliado Rich 7-5	23.3	47.7	26.1	51.9	26.8	0.4	23.8	-
Citrumelo Sacaton	40.1	60.3	22.8	26.2	20.1	30.3	17.0	3.2
Trifoliado x Ruby Or	50.5	49.0	22.6	45.9	13.1	1.6	13.8	3.5
Cristian x Cleopatra	26.8	53.8	26.7	22.9	25.1	14.2	21.4	9.1
Trifoliado Kryder 5-5	30.5	63.4	18.0	36.6	24.7	-	26.8	-
Trifoliado Kryder 15-3	30.4	58.6	16.7	22.5	30.3	18.9	22.6	-

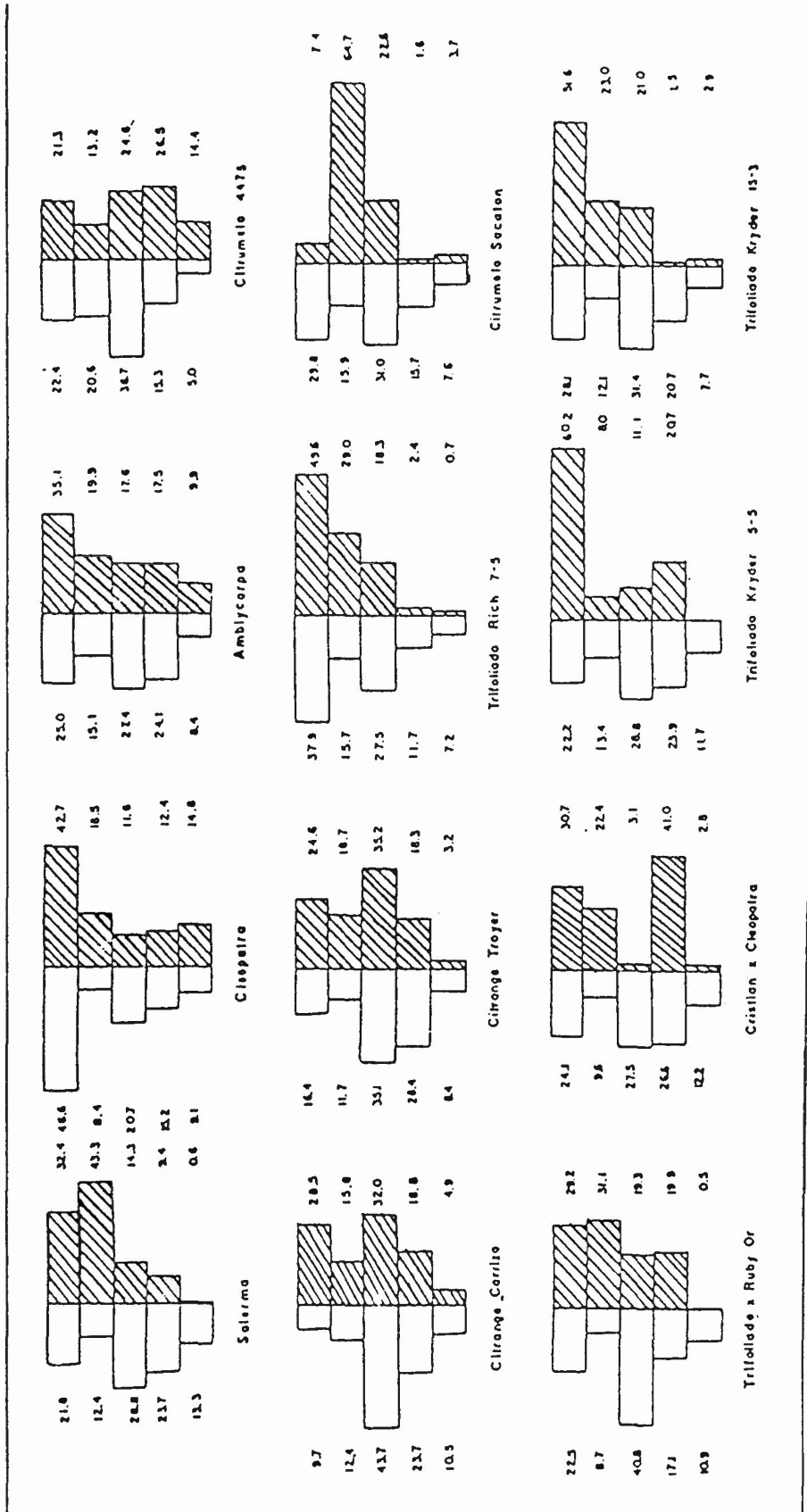


FIGURA 3. Distribución vertical de las raíces menores de dos milímetros □ y de dos a cinco milímetros ▨ para los 12 patrones evaluados.

distribuyeron horizontalmente en porcentajes similares hasta los 2.0 m. Verticalmente, el mayor porcentaje de raíces (51.5%) se localizó entre los 40 y 80 cm de profundidad, en los primeros 20 cm se encontró el 25% de las raíces.

Las raíces con diámetro entre 2.0 y 5.0 mm se comportaron en forma similar, con el máximo porcentaje horizontalmente a los 2.0 m y verticalmente en los primeros 40 cm (55%).

Citrumelo 4475

Las raíces con diámetro menor de 2.0 mm se concentraron horizontalmente hasta los 2.0 m de distancia (84.3%) y verticalmente en los primeros 60 cm (80%). El mayor porcentaje (36.7%) se localizó entre los 40 y 60 cm de profundidad y solamente se encontró el 22.4% en los primeros 20 cm de profundidad.

Las raíces con diámetro de 2.0 y 5.0 mm se comportaron en forma similar, pero su distribución vertical fue más uniforme. El mayor porcentaje (51%) se encontró entre 40 y 80 cm de profundidad.

Citrange Carrizo

Las raíces menores de 2.0 mm se distribuyeron horizontalmente en mayor porcentaje (58.7%) hasta los 1.5 m del tronco del árbol. Verticalmente, el mayor porcentaje de raíces (67.4%) se encontró entre 40 y 80 cm de profundidad y solo el 22.1% en los primeros 40 cm.

Las raíces con diámetro entre 2.0 y 5.0 mm se distribuyeron horizontalmente en igual forma, pero verticalmente el 78.5% de las raíces se encontró en los primeros 60 cm, presentando el máximo (35.2%) entre los 40 y 60 cm.

La tendencia general fue a disminuir y profundizar las raíces a medida que se alejan del eje principal del árbol.

La altura, el diámetro y el volumen de la copa presentaron correlación con la densidad de raíces en todos los porta-injertos: aquellos con mayor

densidad de raíces fueron más vigorosos aereamente y aquellos con menor densidad de raíces, alcanzaron menor porte aéreo.

En los resultados hay que tener en cuenta que además de la variación genética debida al tipo de patrón, se considera que otro factor que pudo haber influido es la presencia de diferentes virus de los cítricos en el huerto estudiado (Tristeza y Exocortis).

BIBLIOGRAFIA

1. CAMACHO, B.S. *et al.* Efecto del nivel freático en el desarrollo radicular de árboles cítricos en Colombia. *Rev. Comalfi.* Vol. 3, No. 4 (1976); p. 231-241.
2. CHANDLER, W.H. *Evergreen orchards.* 2 ed. Philadelphia : Lea and Febiger, 1964. 535 p.
3. MORIN, C. *Cultivo de cítricos.* 2 ed. San José : IICA, 1985. 598 p.
4. RIOS, C.D. *et al.* *Cítricos.* Bogotá : ICA, 1970. p. 41-133.