

## Notas Científicas

### Distribuição de raízes da laranja 'Valência' irrigada por autopropelido

Roberto Testezlaf<sup>(1)</sup>, Christiane Coletti<sup>(1)</sup> e Edson Eiji Matsura<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Campinas, Fac. de Engenharia Agrícola, Caixa Postal 6011, CEP 13083-970 Campinas, SP. E-mail: bob@agr.unicamp.br, chriscoletti@yahoo.com.br, matsura@agr.unicamp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição do sistema radicular de laranjas 'Valência' com porta-enxerto limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), com 36 anos de idade, irrigadas por autopropelido, em Latossolo Vermelho-Amarelo. Foram retiradas amostras de solo em dois raios ortogonais de cinco árvores, um na direção da linha da cultura e outro na entrelinha, até 60 cm de profundidade. A distribuição do sistema radicular foi determinada pela massa de matéria seca das raízes com diâmetro igual ou menor que 1,5 mm. A camada de 0–40 cm apresentou o maior percentual de raízes, para ambos os raios de amostragem, com redução na concentração a partir do final da copa das árvores para as entrelinhas da cultura.

Termos para indexação: *Citrus sinensis*, manejo de irrigação, profundidade de raízes.

### Root distribution of 'Valência' orange under traveler gun irrigation

Abstract – The objective of this work was to evaluate root distribution of 36 years old 'Valência' oranges with *Citrus limonia* Osbeck rootstock, under traveler gun irrigation, in Typic Hapludox. Soil samples were taken from five trees in two orthogonal radii, one in the direction of the crop rows and the other in between rows, at 60 cm depth. The root system distribution was determined by dry weight of the roots with diameters equal or less than 1.5 mm. The 0–40 cm soil layer showed the larger percentage of root, with reduction of root concentration from the end of the tree canopy to between rows.

Index terms: *Citrus sinensis*, water management, root depth.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas cítricas, em que se destacam São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Sergipe, Paraná e Rio Grande do Sul como os principais estados produtores (Caser & Amaro, 2004). Dentre eles, sobressai-se São Paulo com a produção de 80% do total do País, onde a variedade Valência sob o porta-enxerto de limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) é uma das mais importantes.

Entre as técnicas utilizadas na produção citrícola, a irrigação se destaca por apresentar efeitos positivos tanto na produtividade como na qualidade dos frutos obtidos (Coelho et al., 2002). O conhecimento da distribuição do sistema radicular de culturas irrigadas é fundamental para a definição do manejo da irrigação, visto que a profundidade e a distribuição espacial das raízes são utilizadas no dimensionamento e na operação do sistema (Santos et al., 2005). A utilização de valores arbitrários e sem fundamento da profundidade efetiva de raízes pode implicar em uma irrigação mal elaborada e

ineficiente, gastos extras de água, energia ou produtividades não compensadoras (Machado et al., 2001).

Portanto, avaliações do sistema radicular das plantas são recomendadas para se determinar a profundidade efetiva das raízes de absorção de água e de nutrientes em locais específicos e, conseqüentemente, ter a definição correta do volume de água disponível no perfil do solo para as plantas e permitir a instalação apropriada de sensores de umidade ou extratores de solução do solo (Machado & Coelho, 2000; Santos et al., 2005).

Gomes (1996) comparou o sistema radicular de citros da variedade Valência com porta-enxerto 'Limão-cravo', com 6 anos de idade, sob três sistemas de irrigação diferentes, e determinou que a profundidade efetiva das raízes para gotejamento foi em média de 0,50 m, para microaspersão 0,70 m e para o sistema do tipo autopropelido de 0,65 m. Villas Bôas et al. (2002) avaliaram o efeito da fertirrigação sobre a distribuição

do sistema radicular em um pomar de laranja 'Valência' e concluíram: que a maior concentração de raízes ocorreu até 10 cm de profundidade e até 30 cm de distância do emissor, nos tratamentos irrigados; que esses tratamentos apresentaram o maior valor de matéria fresca de raízes; e que não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de gotejamento e microaspersão.

Coelho et al. (2002) concluíram que o sistema radicular da laranja 'Pêra', sob irrigação por microaspersão, apresentou, em profundidade e em distância radial do tronco, expansão maior do que o sistema radicular sob condições de não irrigação. Nesse trabalho, constataram que tanto no perfil ortogonal como no longitudinal de amostragem, a profundidade com maior incidência de todos os diâmetros de raízes foi de 0,5 m.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a distribuição espacial do sistema radicular de árvores de laranja 'Valência' com porta-enxerto limão 'Cravo', com 36 anos de idade, irrigadas pelo sistema do tipo autopropelido.

O experimento foi realizado na Fazenda Sete Lagoas, em Mogi Guaçu, SP, 22°12'30"S e 47°12'0"W, na safra de 1999. O clima da região é do tipo Cwa, segundo Köppen, com inverno seco e ameno, e verão quente e chuvoso, com temperatura média entre 18 e 28°C, e precipitação total anual média de 1.260 mm. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média, cuja análise granulométrica no perfil de 0–0,6 m apresentou os seguintes valores médios: 590 g kg<sup>-1</sup> de areia total, 129 g kg<sup>-1</sup> de silte, 281 g kg<sup>-1</sup> de argila. Os valores médios de densidade de solo, nas camadas 0–0,2, 0,2–0,4 e 0,4–0,6 m, foram 1,63 kg dm<sup>-3</sup>, 1,57 kg dm<sup>-3</sup> e 1,52 kg dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

A propriedade possui área de 2.968 ha de citricultura, irrigada pelo sistema de autopropelido. A área experimental selecionada foi o talhão 206, que possui uma área aproximada de 24 ha, com 66 linhas de plantas e 80 plantas por linha, com total de 5.280 árvores, onde a maioria possui 36 anos de idade. O espaçamento de plantio era 9x5 m. A produtividade do talhão era, em média, de 60 t ha<sup>-1</sup>, aproximadamente 1.500 caixas ha<sup>-1</sup>. O manejo de irrigação consistiu na aplicação de uma lâmina de 65 mm de água a cada 15 dias, no período de abril a novembro, quando a precipitação efetiva não é suficiente para suprir as necessidades hídricas da cultura. Entretanto, mediante a realização de avaliação de campo, constatou-se que a lâmina média aplicada pelo sistema

era de 35,4 mm, manejo que foi utilizado até o instante em que ocorreu precipitação superior a 50 mm.

Foram coletadas amostras de solo de cinco árvores do talhão experimental, com 36 anos de idade, e uniformidade de altura e de diâmetro de copa (5 m na direção da rua da cultura e 4,5 m na direção da linha da cultura) graças ao processo de poda realizado no pomar. As árvores selecionadas localizavam-se no centro do talhão, sem pertencer, entretanto, à linha de sobreposição da irrigação. As amostras foram coletadas com o amostrador de solos mecanizado, desenvolvido por Teixeira et al. (2000), no qual uma rosca sem fim é responsável pela perfuração, enquanto a amostra é coletada dentro de um tubo de PVC de 75 mm de diâmetro por 600 mm de comprimento. O método mecanizado foi selecionado pela sua praticidade e por apresentar a qualidade de coleta semelhante à obtida pelos métodos tradicionais de extração do anel volumétrico e de bloco de solos.

Para cada árvore, foram retirados 15 monólitos de solo, em duas linhas ortogonais: seis na direção da linha da cultura (linha A) e nove perpendiculares à rua da cultura (linha B). A distância entre furos, para retirada das amostras, era de 40 cm, e o primeiro furo foi realizado a 20 cm do tronco. As perfurações foram feitas até a direção do final da copa para a linha direcionada na linha da cultura, e para a outra linha foi retirada mais de uma amostra após o final da copa.

As amostras com 60 cm de comprimento foram divididas em três partes de 20 cm de comprimento, devidamente ensacadas e identificadas, e levadas ao laboratório no Instituto Agrônomo (IAC), que utiliza o método adaptado de Gottingen (Fujiwara et al., 1994), para separação total das raízes. Inicialmente, as amostras foram lavadas e peneiradas até a separação total do solo e das raízes. Depois foram colocadas sobre papel toalha por um período de 24 horas, para serem limpas e levadas à estufa por 48 horas à temperatura de 60°C. Após a secagem, as amostras de raízes, com diâmetro igual ou menor que 1,5 mm, consideradas as principais responsáveis pela atividade de absorção de água e nutrientes, foram separadas com paquímetro e, posteriormente, pesadas e, então, foi calculada a quantidade de raízes por volume de solo.

A partir dos resultados da massa de matéria seca das raízes das cinco plantas avaliadas, foram calculadas a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação, em diferentes profundidades e distâncias, a partir do tronco da árvore, para cada linha amostral. Com esses valores

médios, calculou-se o percentual de matéria seca em cada distância e camada amostrada, em ambas as linhas amostrais.

Foram observados valores elevados do coeficiente de variação ( $CV > 24\%$ ) para todas as distâncias e camadas avaliadas (Tabela 1). Apesar do número de árvores amostrado (cinco) e de se tratar de uma determinação laboratorial, encontrou-se alta variabilidade para a massa de matéria seca média, o que demonstra heterogeneidade da amostragem e crescimento radicular desuniforme em campo. Esse resultado indica que o desenvolvimento do sistema radicular dessa variedade de laranja é muito dinâmico e varia de acordo com o tipo de solo e do porta-enxerto, manejo adotado no pomar, sistema de irrigação e idade das plantas (Alves Júnior et al., 2004). O efeito da idade das plantas (36 anos) foi confirmado no presente estudo, pois foram observadas radículas até nos extremos dos pontos amostrados em cada linha amostral.

Outro fator que pode ter contribuído para o tipo de distribuição das raízes encontrado foi o sistema de irrigação utilizado. O sistema de autopropelido aplica a

lâmina de irrigação sobre toda a área plantada, o que limita a profundidade do perfil umedecido de solo, pois não cria um padrão de distribuição espacial concentrado de raízes para as camadas avaliadas, em contraste com o comportamento encontrado por Villas Bôas et al. (2002) e Alves Júnior et al. (2004), que observaram maior concentração de raízes na região úmida formada pelo emissor de irrigação.

Ao longo da linha A, até a distância de 60 cm entre plantas, a camada de 0,4–0,6 m apresentou, individualmente, a maior quantidade de raízes (Tabela 1). Entretanto, quando se considera a somatória da massa de matéria seca das raízes até a camada de 0,4 m, elas representam percentual maior de raízes, comparadas com às da camada de 0,4–0,6 m de profundidade, resultado também encontrado por Coelho et al. (2002). A partir da distância de 1 m do tronco, o maior percentual de raízes foi encontrado na camada de 0–0,2 m, e a partir desse ponto até a projeção da copa (2,2 m) houve redução na distribuição de raízes para as outras profundidades, o que confirma os resultados obtidos por Villas Bôas et al. (2002), que detectaram que à medida

**Tabela 1.** Média, porcentagem, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação de massa de matéria seca de raízes, em diferentes distâncias do tronco e profundidades das camadas.

Distância do tronco (m)	Profundidade das camadas (m)	Linha A				Linha B			
		Média (g)	Porcentagem	DP (g)	CV (%)	Média (g)	Porcentagem	DP (g)	CV (%)
0,20	0–0,2	0,39	28,1	0,09	24	0,53	34,0	0,26	49
	0,2–0,4	0,46	33,1	0,23	50	0,72	46,0	0,57	79
	0,4–0,6	0,54	38,8	0,47	88	0,31	20,0	0,21	66
0,60	0–0,2	0,42	24,3	0,38	90	0,56	39,5	0,22	39
	0,2–0,4	0,51	29,5	0,28	55	0,42	29,6	0,12	29
	0,4–0,6	0,80	46,2	0,74	93	0,44	30,8	0,12	27
1,00	0–0,2	0,38	45,8	0,11	28	0,59	33,8	0,31	53
	0,2–0,4	0,33	39,8	0,14	43	0,45	26,0	0,19	42
	0,4–0,6	0,12	14,5	0,07	58	0,70	40,2	0,56	80
1,40	0–0,2	0,64	51,2	0,30	47	0,69	40,6	0,25	36
	0,2–0,4	0,40	32,0	0,26	65	0,45	26,3	0,18	41
	0,4–0,6	0,21	16,8	0,09	43	0,56	33,1	0,56	99
1,80	0–0,2	0,54	49,5	0,17	31	0,64	44,9	0,24	37
	0,2–0,4	0,28	25,7	0,17	61	0,50	35,1	0,20	40
	0,4–0,6	0,27	24,8	0,12	46	0,28	20,0	0,22	77
2,20	0–0,2	0,60	50,0	0,36	59	0,29	28,0	0,13	45
	0,2–0,4	0,27	22,5	0,13	49	0,36	34,5	0,29	80
	0,4–0,6	0,33	27,5	0,27	80	0,39	37,5	0,43	109
2,60	0–0,2	- <sup>(1)</sup>	-	-	-	0,29	28,7	0,10	35
	0,2–0,4	-	-	-	-	0,28	28,1	0,16	56
	0,4–0,6	-	-	-	-	0,43	43,2	0,26	61
3,00	0–0,2	-	-	-	-	0,15	25,0	0,07	48
	0,2–0,4	-	-	-	-	0,19	31,4	0,10	54
	0,4–0,6	-	-	-	-	0,26	43,6	0,32	121
3,40	0–0,2	-	-	-	-	0,31	33,0	0,07	24
	0,2–0,4	-	-	-	-	0,49	52,0	0,41	85
	0,4–0,6	-	-	-	-	0,14	15,0	0,04	27

<sup>(1)</sup>Não amostrado.

que se distancia do tronco, ocorre diminuição na concentração de raízes com o aumento da profundidade.

Ao longo da linha B, até a distância de 0,20 m do tronco, a camada de 0,2–0,4 m apresentou, individualmente, a maior quantidade de raízes, e de 0,60 a 1,8 cm de distância, a camada com maior concentração de raízes foi a de 0–0,2 m, com exceção da distância de 1 m, onde a camada de 0,4–0,6 m apresentou, praticamente, a mesma massa média de raízes (Tabela 1). Entretanto, quando se considera a somatória da massa de matéria seca das raízes até a camada de 40 cm, elas representam porcentual maior de raízes, quando comparadas às da camada de 0,4–0,6 m de profundidade. Esse resultado é ligeiramente inferior aos valores encontrados por Gomes (1996), que constatou a profundidade efetiva das raízes de 0,65 m para a mesma variedade de laranja e com o mesmo porta-enxerto, irrigado por autopropelido, mas com idade de 6 anos e, também, abaixo dos resultados obtidos por Coelho et al. (2002), que definiram em 0,50 m a profundidade de maior incidência dos diâmetros de raízes, apesar de terem utilizado microaspersão.

Apesar do baixo número de amostras de solo coletadas, os valores de densidade encontrados indicam a presença de camadas compactas, que podem ter sido um dos fatores que restringiu a penetração das raízes nas diferentes profundidades amostradas. Entretanto, de acordo com Mazza et al. (1994), os efeitos negativos da compactação, sobre o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cítricas, podem ser reduzidos pelo regime hídrico que a irrigação impõe ao solo, o que explica o crescimento de raízes no perfil do solo mesmo em condições físicas não ideais.

A maior concentração de raízes na camada de 0–0,4 m do solo, para as duas linhas amostradas, pode ser explicada pela concentração de matéria orgânica nessa camada, tendo sido encontrados valores em torno de 2,7 e 3,3% de matéria orgânica na camada de 0–0,17 m, horizonte Ap; e de 1,6% para o perfil de 0,17–0,35 m, horizonte AB.

Considerando-se a distância do tronco até a projeção da copa (2,6 m), a linha B de amostragem (entre linhas) apresentou maior quantidade de raízes do que a linha A

(entre plantas), resultado provável do manejo adotado no pomar com a disposição dos restos de capinas dentro dessa posição. Entretanto, após a projeção da copa, ocorreu diminuição na concentração de raízes, tanto com o aumento da distância como da profundidade do solo.

## Referências

- ALVES, JÚNIOR, J.; LOURENÇÃO, M.S.; SILVA, T.J.A.; SILVA, C.R.; FOLEGATTI, M.V. Distribuição do sistema radicular de plantas jovens de lima ácida 'Tahiti' sob diferentes níveis de irrigação. *Irriga*, v.9, p.270-281, 2004.
- CASER, D.V.; AMARO, A.A. Evolução da produtividade na citricultura paulista. *Informações Econômicas*, v.34, p.7-12, 2004.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F. das C.; ARAUJO, E.C.E.; VASCONCELOS, L.F.L. Distribuição de raízes de laranja 'Pêra' sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.603-611, 2002.
- FUJIWARA, M.; KURACHI, S.A.H.; ARRUDA, F.B.; PIRES, R. C.M.; SAKAI, E.A. **A técnica de estudo de raízes pelo método do trado**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. 9p. (Boletim Técnico, 153).
- GOMES, E.M. **Estudo comparativo do sistema radicular de citros sob três tipos de irrigação**. 1996. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Campinas, Campinas.
- MACHADO, C.C.; COELHO, R.D. Estudo da distribuição espacial do sistema radicular do limão 'Cravo' enxertado com lima ácida 'Tahiti'. *Laranja*, v.21, p.359-380, 2000.
- MACHADO, C.C.; COELHO, R.D.; COELHO FILHO, M.A. Adaptação radicular do porta-enxerto limão 'Cravo' à irrigação localizada. *Laranja*, v.22, p.215-230, 2001.
- MAZZA, J.A.; VITTI, G.C.; PEREIRA, H.S.; MENEZES, G.M.; TAGLIARINI, C.H. Influência da compactação no desenvolvimento do sistema radicular de citros: sugestão de método qualitativo de avaliação e recomendações de manejo. *Laranja*, v.15, p.263-275, 1994.
- SANTOS, D.B.; COELHO, E.F.; AZEVEDO, C.A.V. de. Water uptake by lemon roots under different irrigation frequencies. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.9, p.327-333, 2005.
- TEIXEIRA, M.A.; MAGALHÃES, P.S.G.; BRAUNBECK, O.A. Equipamento para extração de amostras indeformadas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.693-699, 2000.
- VILLAS BÔAS, R.L.; MORAES, M.H.; ZANINI, J.R.; PAVANI, L.C.; CAMARGO, D.A.; DUENHAS, L.H. Teores de nutrientes na folha, qualidade do suco e massa seca de raízes de laranja 'Valência' em função da irrigação e fertirrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, p.231-235, 2002.