

**SISTEMA RADICULAR DE LARANJEIRAS IRRIGADAS EM DIFERENTES
PORCENTAGENS DE ÁREA MOLHADA**

MARCOS A. F. DE LIMA¹; REGINA C. M. PIRES²; JOSÉ A. QUAGGIO³; MATHEUS
L. ZANNI⁴; VICENTE D. MARTARELLO⁵

Nº 11137

RESUMO

A irrigação por gotejamento proporciona o desenvolvimento intenso do sistema radicular na região do bulbo úmido aplicando água em alta frequência, desta forma a distribuição e profundidade do sistema radicular consistem em importantes informações para o planejamento e manejo da água na irrigação e para a fertirrigação. Diante do exposto, o presente projeto tem por objetivo avaliar a distribuição e a profundidade do sistema radicular da laranja Pêra enxertada em tangerineira Sunki irrigada por gotejamento em diferentes porcentagens de área molhada, em Nova Europa, Estado de São Paulo. O experimento será implantado em pomar de laranja Pêra em porta-enxerto de Tangerina Sunki com de quatro anos de idade, no município de Nova Europa. O experimento será implementado em blocos ao acaso com 4 tratamentos com 4 repetições, totalizando 16 parcelas. Os tratamentos consistiram em T1: irrigação por gotejamento com 1 linha de tubogotejador por linha de plantio, T2: irrigação por gotejamento com 2 linhas de tubogotejador por linha de plantio, T3: irrigação por gotejamento com 4 linhas de tubogotejador por linha de plantio, T4: sem irrigação. Todos os tratamentos apresentaram maior densidade de peso (mg cm^{-3}) na camada de 0 a 0,3m até a distância de 90 cm da linha de plantio. A irrigação localizada proporcionou concentração das raízes nas camadas superiores do solo, sendo a porcentagem efetiva das raízes encontradas em até 0,3m de profundidade.

ABSTRACT

Drip irrigation consists on the application of water in high frequency causing the intense development of the root system. The root systems and its distribution are important for the water management and fertigation programming. The aim of this work

¹ Bolsista CNPq/PIBIC: Graduação em Ciências Biológicas, PUCCAMP, Campinas-SP, mfradelima@gmail.com

² Orientador: Pesquisador, Centro de P & D de Ecofisiologia e Biofísica / IAC, Campinas-SP.

³ Colaborador: Pesquisador, Centro de P & D de Solos e Recursos Ambientais/IAC, Campinas-SP.

⁴ Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP.

⁵ Bolsista CNPq/PIBIC: Graduação em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP.

was to evaluate the root system of “Pêra” orange grafted onto tangerineira Sunki irrigated by drip and microsprinkle irrigation in different percentage of area irrigated in Nova Europa, SP. The methodology was done by measuring the weight density of the roots on 4 different treatments: T1: One drip irrigation line; T2: Two drip irrigation lines; T3: microsprinkle irrigation; T4: Non irrigation. All four treatments presented higher weight density in 0 – 0,3 m depth at 90cm of the planting line. The localized irrigation caused concentration of roots on the superficial layer of the soil, and the effective percentage of roots were found at 0,3m depth.

INTRODUÇÃO

A irrigação em citros teve início no Brasil na década de sessenta, destinada somente ao cultivo de frutas *in natura* e produção de mudas cítricas. No início da década de noventa, a irrigação passou a ser implantada também em pomares de frutas destinadas a produção de suco. Devido a comprovada viabilidade econômica, chegou a ultrapassar a área irrigada utilizada à produção de frutas de mesa (PIRES *et al.*, 2005).

A irrigação em citros teve grande atenção pela adoção de novos porta-enxertos, resistentes à morte súbita de citros (MSC) que são sensíveis ao déficit hídrico. Zanini e Pavani (1998) salientam que o grande interesse pela irrigação de citros também ocorreu pela expectativa de possibilitar a convivência com a clorose variegada dos citros (CVC) e, de modo geral, evitar que os pomares ficassem depauperados e mais suscetíveis à ocorrência de pragas e doenças. O notável crescimento da área irrigada atualmente no estado de São Paulo na citricultura necessita de investigação de técnicas e estratégias para o manejo da água com vista ao seu uso racional.

A irrigação por gotejamento é uma técnica em que a água aplicada na região ativa do sistema radicular da planta, com alta frequência de forma a manter a umidade do solo próxima a sua capacidade de campo (PIRES *et al.*, 2005). O método de irrigação por gotejamento possibilita economia de mão de obra, água e energia e reduzidas perdas por ação do vento e por escoamento superficial. Este sistema facilita a automação da irrigação e a fertirrigação (PIRES *et al.*, 2005). Gomes (1997) comparou o sistema radicular de citros com porta-enxerto limão cravo, submetidos a três diferentes tipos de irrigação, concluindo que sob irrigação localizada por gotejamento, a profundidade efetiva média do sistema radicular era de aproximadamente 0,50m, contrastando com autopropelido e microaspersão de 0,65m

e 0,70m, respectivamente. Villar *et al.* (2008) quantificaram a distribuição radicular de laranjeiras Pêra enxertada em tangerineira Cleópatra em diferentes combinações de número de emissores por planta e número de tubo gotejadores por linha de plantio, observando que quando analisado por bulbo úmido, as maiores quantidades de raízes foram encontradas nos tratamentos com menor número de emissores por plantas e uma única linha de tubo gotejador por linha de plantio.

O gotejamento proporciona o desenvolvimento intenso do sistema radicular na região do bulbo úmido, portanto o sistema radicular, sua distribuição e profundidade consistem em importante informação para o planejamento e para o manejo da água e disponibilidade de nutrientes na fertirrigação. Desta forma, consiste em parâmetro fundamental para investigação uma vez que depende da espécie, do material genético, do solo (química, física e hídrica) e do sistema de cultivo.

Abreu e Salviano (2007) avaliaram o sistema radicular de lima ácida “Thaiti”, submetidos a três tipos de porta-enxerto diferentes, observando 90% do sistema radicular até a profundidade de 0,4 m, sendo que nos primeiros 0,2 m concentrou-se 60% do comprimento das raízes, afirmando que o porta-enxerto de limão Cravo demonstrou ser superior em comprimento ao trifoliata Flying Dragon e citrumelo Swingle, sendo os tratamentos submetidos à irrigação por microaspersão. Coelho, *et al.* (2002), avaliaram a distribuição do sistema radicular de laranjeira “Pêra” em condições de sequeiro comparadas com pomar irrigado por microaspersão, e observaram maior expansão, tanto na profundidade como em distância radial do tronco do sistema radicular nos setores irrigados, indicando maior desenvolvimento nesse sistema de irrigação.

O grande crescimento da citricultura irrigada no Brasil requer o desenvolvimento de tecnologias adequadas às condições ecológicas de cultivo, ao uso racional dos recursos hídricos, e o melhoramento do uso e eficiência na aplicação de nutrientes, com o estudo de novos porta-enxertos importantes para a citricultura nacional. O presente trabalho objetivou avaliar a distribuição e a profundidade do sistema radicular da laranjeira Pêra enxertada em tangerineira Sunki irrigada por gotejamento em diferentes porcentagens de área molhada, em Nova Europa, Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em pomar de laranjeira Pêra em porta-enxerto de tangerineira Sunki de seis anos de idade, no município de Nova Europa, região de grande expressão da citricultura no estado de São Paulo.

A experimentação na laranjeira Pêra, deve-se ao fato de ser a principal variedade de citros no país, apresentando excelente qualidade tanto para comercialização “in natura” quanto para a industrialização (POMPEU JUNIOR, 2001). POMPEU JUNIOR (2005) em compilação de vários trabalhos relacionando a sanidade das plantas ao porta-enxerto Tangerina Sunki, relata que é tolerante à tristeza, xiloporose, declínio, e à morte súbita dos citros, sendo, porém, suscetível à gomose de *Phytophthora*, frio e a seca.

Para avaliação da precipitação e estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo método de Penman-Monteith (ALLEN *et al.*, 1998) foi instalada a estação meteorológica automática (EMA) em Posto Meteorológico localizada em área próxima ao experimento na fazenda.

A estimativa da lâmina de irrigação foi realizada pela evapotranspiração da cultura (ET_c) de acordo com Allen *et al.* (1998) ($ET_c = ET_o \cdot K_c$). O coeficiente de cultura foi selecionado de acordo com a literatura (Allen *et al.*, 1998; Pires *et al.*, 2005) e devidamente ajustados quando necessário com os sensores de monitoramento de água no solo conforme descrito por Pires *et al.* (2005).

Tensiômetros foram instalados nas profundidades de 30, 60 e 90 cm de para acompanhamento das irrigações. Em cada tratamento foram instaladas duas estações tensiométricas com três instrumentos cada uma.

A programação para correção da acidez do solo, adubação e fertirrigação seguiram as recomendações de Raij *et al.* (1996) e Quaggio *et al.* (2005). Foram realizadas análises químicas do solo e da solução do solo em diferentes profundidades para interpretação dos resultados.

O experimento para a avaliação dos efeitos da irrigação em diferentes porcentagens de área molhada foi implementado em blocos ao acaso com 4 tratamentos com três repetições, totalizando 12 parcelas. Os tratamentos tiveram a seguinte configuração: T1: irrigação por gotejamento com 1 linha de tubogotejador por linha de plantio; T2: irrigação por gotejamento com 2 linhas de tubogotejador por linha de plantio; T3: irrigação por microaspersão e T4: sem irrigação.

As amostras foram retiradas com a utilização de um trado tipo caneca, em uma linha transversal a linha de plantio a 1 metro do tronco, nas distâncias de 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 75, 100, 125 até 150 cm (Fujiwara, 1994). Em cada ponto de amostragem (distância), foram retiradas amostras a cada 10 cm até a profundidade de 1 metro. A seguir as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos com solução alcoólica a 5%. Após o repouso de 24 horas, procedeu-se a lavagem das amostras com auxílio de peneira de malha 0,5 mm para separação de partículas do solo.

A separação das raízes foi realizada com pinça, sendo retiradas impurezas e raízes mortas, em seguida as amostras foram colocadas em estufas e secas a 60°C, por um período de 48 horas.

Para análise do efeito de diferentes porcentagens de área molhada no sistema radicular, as raízes foram pesadas e convertidas em densidade de raízes em peso por unidade de volume (mg cm^{-3}) e calculadas as porcentagens em cada camada, para se determinar a porcentagem da profundidade efetiva das raízes (Bohm, 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química do solo encontram-se na Tabela 1. De acordo com Quaggio et al. (2005), na camada de 0 a 0,2 m o teor de magnésio e ferro estavam abaixo do recomendado, seguido por níveis elevados de fósforo, boro, cobre, manganês e zinco. Considerando a camada de 0,2 a 0,4 m do solo, foram encontrados baixos teores de potássio e ferro e altos índices de Cobre, Zinco e Boro. Na camada de 0,4 a 0,6 m foi encontrado baixo teor de Fósforo, Potássio, Magnésio e Ferro, e altos níveis de Boro, Cobre, e Zinco. Em todas as camadas foi indicado baixo pH e baixa saturação de bases.

TABELA 1: Análise química do solo da área de cultivo de laranja Pêra, em porta-enxerto Tangerina Sunki, em Gavião Peixoto, SP.

Prof.	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	g dm^{-3}		mg dm^{-3}		mmolc dm^{-3}			%			mg dm^{-3}		
0 - 20	20,2	4,8	48,6	1,9	20,2	4,0	54,5	47,4	0,7	13,8	50,1	5,1	6,5
20 - 40	18,9	5,0	21,4	1,2	20,8	4,2	61,7	49,1	0,7	7,0	41,5	2,6	3,1
40 - 60	17,6	4,7	9,0	0,9	13,9	3,3	43,7	41,0	0,7	3,5	38,8	1,7	1,5

A Figura 1 apresenta os resultados de concentração radicular nos diferentes tratamentos. De acordo com a Figura 1, nota-se maior concentração de raízes até 0,4 m de profundidade do solo em todos os tratamentos, seguidos por uma maior

dispersão da densidade de peso para maiores profundidade nos tratamentos irrigados por microsaspersão e o tratamento não irrigado.

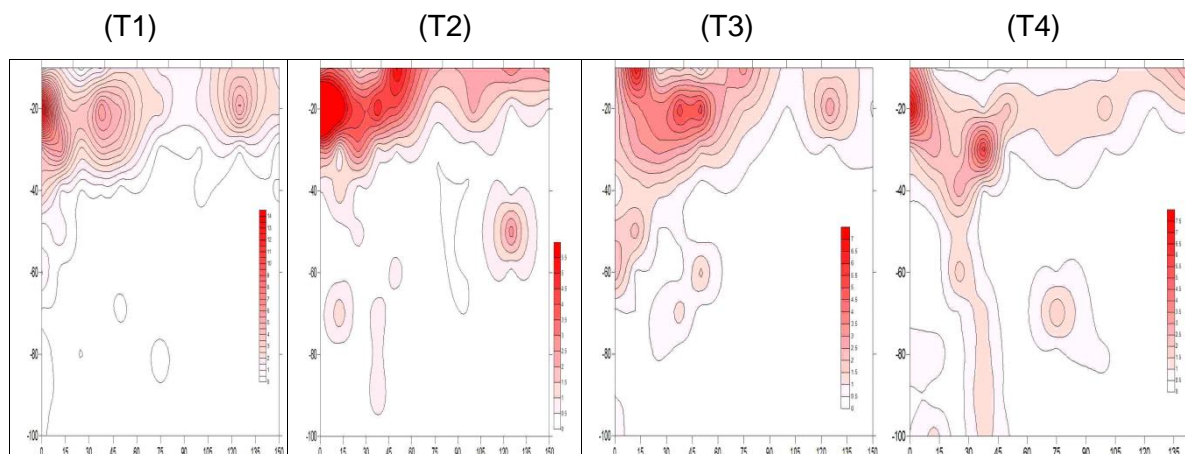


FIGURA 1: Densidade radicular (mg cm^{-3}) observada nos diferentes tratamentos: T1: uma linha de tubo gotejador por linha de plantio; T2: duas linhas de tubo gotejador por linha de plantio; T3: irrigação por microsaspersão e T4: Sequeiro de laranja Pera em tangerineira Sunki no município de Nova Europa, SP.

A Figura 2 apresenta a porcentagem efetiva das raízes nos diferentes tratamentos à distância de 0, 12,5, 25, 37,5, 50, 75, 100, 125 e 150cm do tronco transversal à linha de plantio. É possível observar maior concentração das raízes nas camadas superficiais nos tratamentos (T1 e T2). Fato que se confirma com a Tabela 3.

A irrigação localizada proporcionou maior concentração radicular na camada de 0 a 0,3 m com grande aumento na densidade radicular nos tratamentos irrigados, em especial por gotejamento (Figuras 2 e 3). Nota-se que a profundidade efetiva das raízes das plantas irrigadas por gotejamento foi menor que a condição de sequeiro. Tal fato, resulta da maior concentração radicular nas camadas mais rasas do solo favorecida pela aplicação de água e dos nutrientes pelo sistema de irrigação.

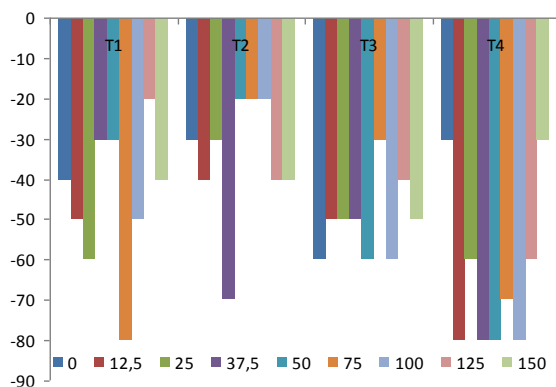


FIGURA 2: Porcentagem efetiva de raiz nos diferentes tratamentos nas distância da planta de laranja Pera em porta enxerto tangerineira Sunki no município de Nova Europa.

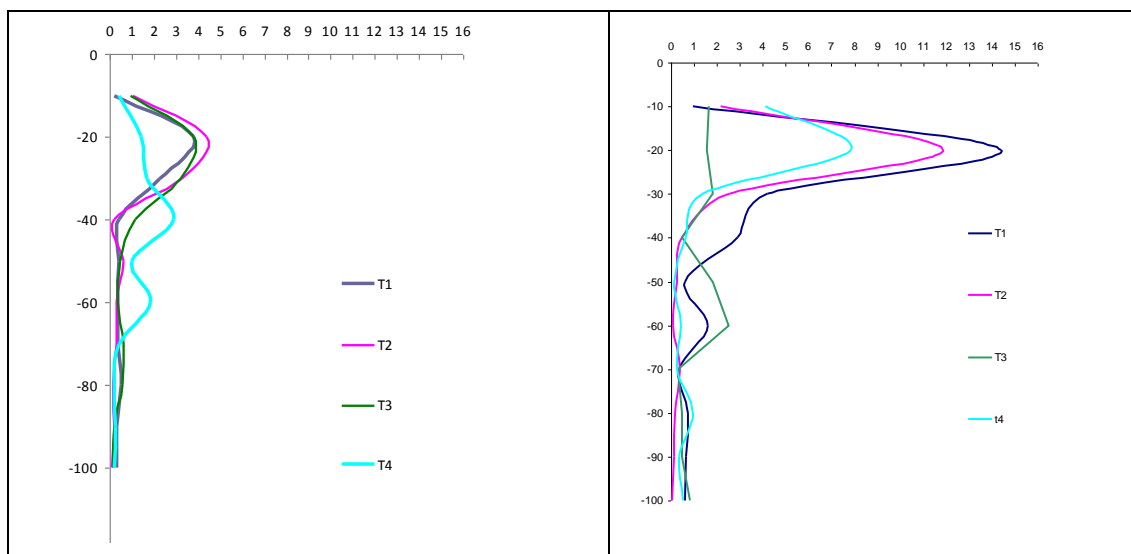


FIGURA 3 - Densidade de peso de raízes nos diferentes tratamentos da laranjeira Pêra em porta-enxerto Tangerina Sunki a 1 m do tronco da planta na linha de plantio e a 0,25 m de distância da linha em posição abaixo do gotejador.

CONCLUSÃO

Todos os tratamentos apresentaram maior densidade de peso (mg cm^{-3}) na camada de 0 a 0,3m até a distância de 90 cm da linha de plantio.

A irrigação localizada proporcionou concentração das raízes nas camadas superiores do solo, sendo a porcentagem efetiva das raízes encontradas em até 0,3m de profundidade.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – PIBIC, e Fisher Agro pecuária.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.L.G; SALVIANO, A.A.C. *Sistema radicular de três porta-enxertos para lima ácida 'Tahiti' no estado do Piauí*. Semina: Ciências Agrárias, v. 28, n. 2, p. 187-194, 2007.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S., RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements*. Roma: FAO. 1998. 300p. (Irrigation and Drainage, Paper 56)
- BOHM, W. *Methods of studying root systems*. New York: Springer-Verlag, 1979. 189p.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F.C.; ARAÚJO, 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, n. 5, p. 603-611, 2002.

FUJIWARA, M., KURACHI, S. A. H., ARRUDA, F. B., PIRES, R. C. M. & SAKAI, E. A técnica de estudo de raízes pelo método do trado. Campinas, Instituto Agrônomo, 1994. 9p. (IAC. Boletim Técnico, 153).

GOMES, E. M. *Estudo Comparativo do sistema radicular de citros sob três tipos de irrigação*. 130. Dissertação (mestrado). UNICAMP. 27/06/1996.

NEVES, C. S. V. J.; MURATA, I. M. M.; STENZEL, N. M. C.; MEDINA, C. C.; BORGES, A. V.; OKUMOTO, S. H.; LEE, R. H. C.; KANAI, H. T. *Root distribution of rootstocks for 'Tahiti' lime*. Sci. agric. v.61 n.1, 2004.

NEVES, C. S. V. J.; MURATA, I. M. M.; STENZEL, N. M. C.; MEDINA, C. C.; BORGES, A. V.; OKUMOTO, S. H.; LEE, R. H. C.; KANAI, H. T. *Sistema radicular de quatro porta-enxertos sob copa de tangerina 'Poncã'*. Ciênc. agrotec. vol.32 no.2, 2008.

PIRES, R.C.M.; LUCHIARI, D.J.F.; ARRUDA, F.B.; MOSSAK, I. *Irrigação*. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 369-408.

POMPEU JUNIOR, J. *Rootstocks and scions in the citriculture of São Paulo*. In: INT. CONG. CITRUS NURSEYRMEN, 6., 2001. Ribeirão Preto. Proceedings... Ribeirão Preto: [s.n.], 2001. p.75-82.

POMPEU JUNIOR, J. *Porta-enxertos*. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 61-104.

QUAGGIO, J.A.; JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. *Manejo da fertilidade do solo na citricultura*. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 483-507.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Instituto Agrônomo (IAC), Campinas, 1996.

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. *Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008*. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 20/10/2009.

VILLAR, H.L.; JUNIOR, D.; PIRES, R.C.M.; SAKAI, E.; QUEIROZ, V. A.; ARRUDA, F.B. *Root system distribution in drip irrigated orange trees*. In: CIGR International Conference of Agricultural Engineering and Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37., 2008, Foz do Iguaçu. Anais. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2008. (CD-ROM)

ZANINI, J.R.; PAVANI, L.C.; Silva, J.A.A. *Irrigação em citros*. Jaboticabal: Funep, 1998. 35p. (Boletim citrícola – UNESP/Funep/EECB, n.7.)