

DESENVOLVIMENTO DE RAÍZES DE LARANJEIRA ‘PÊRA’ SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM SOLO ADUBADO COM FÓSFORO

DANILO R. **YAMANE**¹; FERNANDO C.B. **ZAMBROSI**²; RODRIGO M. **BOARETTO**³;
JOSÉ A. **QUAGGIO**²; DIRCEU **MATTOS JR.**⁴

Nº 0900014

Resumo: O maior desenvolvimento e produção de frutos pelos citros ocorre em solos com adequada fertilidade. O fósforo é um elemento cujo suprimento e distribuição no solo é necessário em novos plantios no campo. Foram estudados em dois experimentos desenvolvidos em casa-de-vegetação, a resposta da laranjeira ‘Pêra’ sobre dois porta-enxertos em função da disponibilidade de P no solo em profundidade. O crescimento, produção de massa seca e caracterização do desenvolvimento do sistema radicular de plantas jovens foram avaliados. Os resultados dos dois experimentos demonstraram que o maior crescimento da laranjeira sobre ‘Cravo’ em comparação aquela sobre ‘Cleópatra’ foi maior, o que correspondeu ao maior desenvolvimento do sistema radicular, cujas taxa de crescimento e arquitetura variam em função da disponibilidade de P no solo.

Root development of ‘Pêra’ sweet orange on different rootstocks grown in soil fertilized with phosphorus

Abstract: Greater plant growth and fruit production of citrus trees occur in soils with high fertility. Phosphorus (P) is a key element which supply and soil distribution is required in new planted groves. The response of ‘Pêra’ sweet orange on different rootstocks to P fertilization was studied in two experiments conducted under screen house. Results from both experiments demonstrated greater growth of plants on Rangpur lime compared to those on Cleopatra mandarin, which corresponded to greater root development as evaluated by root growth rate and architecture. These parameters varied according to P availability in the soil.

1. Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Agrônoma, Esalq/USP, Piracicaba-SP, danilo_yamane@yahoo.com.br

2. Colaborador: Pesquisador, Centro de Solos e Recursos Ambientais, IAC, Campinas-SP

3. Colaborador: Pesquisador, Centro de Citricultura Sylvio Moreira, IAC, Campinas-SP

4. Orientador: Pesquisador, Centro de Citricultura Sylvio Moreira, IAC, Campinas-SP

Introdução

Muitos pomares de laranjas estão sendo instalados em solos de baixa fertilidade natural ou degradados por práticas inadequadas de manejo. Em função da carência generalizada de P nessas áreas, a presença de sintomas visuais da deficiência deste nutriente e de resultados mostrando resposta à sua aplicação são comuns no campo, o que possivelmente se explica por situações em que a disponibilidade do nutriente no solo está abaixo do nível crítico para a cultura (Quaggio et al., 1998, 2004). É importante ressaltar, que a demanda por P é relativamente maior nos primeiros anos após o plantio dos citros, porque as plantas exploram menor volume de solo, e apresentam taxa de crescimento maior do que a planta adulta (Quaggio et al., 2005; Mattos et al., 2006). Entretanto, ainda ocorrem dúvidas sobre as melhores práticas de incorporação do adubo fosfatado no solo e dos mecanismos que contribuiriam para as diferença de resposta entre os porta-enxertos, sobretudo quando ocorre baixa disponibilidade do nutriente no solo. Variação na morfologia e fisiologia do sistema radicular tem demonstrado boa correlação com a capacidade da plantas em adquirir o P disponível no solo. Esta segunda característica se refere ao comprimento e raio da raiz, área superficial total, área superficial por unidade da parte aérea e a densidade dos pêlos radiculares (Machado & Furlani, 2004).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da localização do fertilizante fosfatado sobre o desenvolvimento de plantas jovens de laranjeira 'Pêra' enxertada sobre dois porta-enxertos (limão 'Cravo' ou tangerina 'Cleópatra') e as características do sistema radicular em função dos teores de P no solo.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados em casa-de-vegetação, com mudas de laranjeira 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' ou tangerina 'Cleópatra', em (i) recipientes plásticos, do tipo contêiner, com capacidade para 200 kg de solo e (ii) do tipo rizotrons com capacidade para 28 kg de solo. Nesses recipientes foram acomodadas duas camadas de solo de igual espessura, diferindo quanto à disponibilidade de P no solo, obtidas com a aplicação de doses de fosfato monoamônico (MAP). As doses de P foram estabelecidas, tendo-se os seguintes níveis: (i) solo sem aplicação de P (P_0); (ii) dose 1 - metade dose média ($P_{0,5}$); (iii) dose 2 - dose média (P_1); (iv) dose 3 - dose alta, igual ao dobro da dose 1 (P_2). Os tratamentos, indicados pela superposição das camadas de solo, foram definidos como: $T1 = P_0/P_0$, $T2 = P_1/P_0$, $T3 = P_{0,5}/P_{0,5}$, $T4 = P_2/P_0$ e

$T5 = P_1/P_1$. O delineamento experimental utilizado, nos dois experimentos, foi em esquema fatorial 5×2 (tratamentos de P x porta-enxertos), distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Foram realizadas medidas da altura das plantas, produção de massa seca da parte aérea e do sistema radicular, bem como a relação raiz/parte aérea aos 12 meses após o plantio das mudas nos recipientes do experimento I. No momento da coleta do experimento, os vasos foram seccionados na linha limítrofes ente as duas camadas de solo segundo a quantidade de P aplicada (TABELA 1). No caso do experimento II, foram realizadas medidas de comprimento das raízes observadas na parede de vidro dos rizotrons em intervalos de 7 dias, por um período de 3 meses após o plantio das mudas jovens. Foram marcados cerca de dez segmentos radiculares em cada rizotron para a tomada da medida do comprimento de cada um ao longo do tempo e, então, estimadas as taxas de crescimento das raízes em cm/dia. Esse segundo experimento continua em desenvolvimento para determinação da produção de massa seca das plantas aos 8 meses após plantio das mudas jovens. Os resultados foram submetidos à análise de variância seguindo o esquema de análise para experimento em esquema fatorial e comparação de médias pelo teste de Duncan a 5%.

Resultados e Discussão

A produção de massa seca de folhas, da raiz, total da parte aérea e da planta inteira no experimento I foram influenciados pelos tratamentos de P e pelo porta-enxerto (TABELA 1), sem ocorrer contudo, interação significativa. Para a massa seca de ramos, somente em relação aos tratamentos de P foi observada influência significativa.

Apesar do efeito sobre o crescimento ter sido dependente da localização do P no solo, o fornecimento do nutriente acarretou aumentos máximos na ordem de 35,5; 21,6; 27,9; 21,6 e 15,1% para a produção massa seca de folhas, ramos, total da parte aérea, raiz e planta inteira, respectivamente. Maiores produções foram verificadas para os tratamentos T4 e T5, enquanto o tratamento T2 somente para a produção de raiz diferiu do controle (T1). Entretanto, quando a mesma quantidade de P utilizada no T2, foi dividida em duas camadas (T3), além de acréscimos no desenvolvimento do sistema radicular, ganhos foram conseguidos para a massa de folhas, da parte aérea e da planta inteira. Para uma mesma quantidade de P aplicada por planta, não houve

diferença se tal quantia foi aplicada na primeira camada (T2 e T4) ou se o mesmo conteúdo do nutriente foi dividido em duas camadas de solo (T3 e T5). Contudo, maiores repostas de produção foram obtidas quando o dobro da dose foi alocado em duas camadas, por exemplo, quando se compara o T2 vs. T4 e T5. Além disso, com a metade da dose acondicionada em duas camadas foi observado produções semelhantes de massa seca em relação ao dobro de P concentrado na camada superior, o que pode ser notado mediante comparação do T3 com o T4, indicando que melhor distribuição do fósforo ao longo do perfil do solo, pode maximizar a resposta das plantas ao nutriente.

Em relação ao comprimento total de ramos, foi observada somente influência significativa para as formas de aplicação de fósforo (TABELA 1). Os menores valores para esta variável foram constatados para os tratamentos T1 e T3. A relação raiz/parte aérea não foi influenciada pelos tratamentos, obtendo-se um valor médio de 0,64; significando que independente da disponibilidade de P e do porta-enxerto, o acúmulo de massa seca no sistema radicular correspondeu a 64% daquele encontrado na parte aérea. O diâmetro do tronco (enxerto) não foi influenciado pelos tratamentos, obtendo-se uma média de 1,63 cm.

TABELA 1. Comprimento total de ramos e produção de massa seca de diferentes partes de mudas de laranja 'Pêra', submetidas a diferentes doses e formas de aplicação de P ao solo, aos doze meses após o transplântio (Experimento I).

Tratamento	Folhas	Ramos	Parte aérea	Raiz	Planta inteira	Comprim. ramos
			g planta ⁻¹			cm planta ⁻¹
T1: P ₀ P ₀	73,0 d	92,5 b	165,3 c	104,0 b	269,63 c	433,01 c
T2: P ₁ P ₀	79,4 cd	99,3 ab	178,8 bc	118,7 a	297,44 bc	509,74 ab
T3: P _{0,5} P _{0,5}	88,1 bc	100,6 ab	188,7 b	121,7 a	310,38 ab	485,57 b
T4: P ₂ P ₀	92,1 ab	105,1 ab	192,2 ab	125,7 a	321,90 ab	538,86 a
T5: P ₁ P ₁	98,9 a	112,5 a	211,4 a	126,5 a	337,82 a	541,38 a

(¹) Médias acompanhadas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan a 5%.

O maior desenvolvimento das plantas no experimento I pôde ser caracterizado pela maior taxa de crescimento das raízes das plantas (TABELA 3). O porta-enxerto de 'Cravo' demonstrou uma taxa de crescimento das raízes de 0,34 cm dia⁻¹, maior que aquela igual a 0,24 cm dia⁻¹ observada para plantas sobre 'Cleópatra'. Esses valores referem-se ao desenvolvimento das raízes identificadas como de primeira ordem.

Aquela diferença foi ainda confirmada com a avaliação do número de ramificações das raízes de segunda ordem, cujos dados ainda demonstraram a interação significativa para os fatores porta-enxertos e níveis de P no solo. As plantas sobre 'Cravo' têm mecanismo de aquisição de P mais eficiente em condições de baixa disponibilidade do nutriente no solo (número de ramificações > 90 na camada P_0). Essa resposta é menor com o aumento da disponibilidade de P, porém volta a ser destacada na camada P_2 . Isto sugere que o material genético é eficiente e responsivo à absorção de P (Raghotama, 1999). O contrário foi observado para plantas sobre 'Cleópatra', as quais tiveram maior resposta, mas ainda, comparativamente pequena, na condição de alta disponibilidade de P na camada (P_2). O crescimento das mudas jovens, avaliado pelo número de folhas na planta, demonstra o efeito do desenvolvimento das raízes (TABELA 2). Isso explicaria a resposta diferencial dos porta-enxertos à adubação com P no campo (Mattos Jr. et al., 2006).

Tabela 2. Desenvolvimento das raízes e parte aérea de plantas jovens de laranjeira Pêra sobre dois porta-enxertos em solo com diferentes níveis de fósforo (Experimento II; dados referem à avaliações realizadas na primeira camada do rizotron).

Combinação	Tratamento	Crescimento ⁽¹⁾	Ramificações ⁽²⁾	Folhas ⁽³⁾
		cm/dia	#	#
'Pêra'/'Cravo'	T1: P_0P_0	0,42	94	20
	T2: P_1P_0	0,31	46	20
	T3: $P_{0,5}P_{0,5}$	0,27	52	22
	T4: P_2P_0	0,42	94	26
	T5: P_1P_1	0,26	55	21
Média		0,34	68	22
'Pêra'/'Cleópatra'	T1: P_0P_0	0,14	27	12
	T2: P_1P_0	0,22	29	12
	T3: $P_{0,5}P_{0,5}$	0,21	28	13
	T4: P_2P_0	0,30	38	14
	T5: P_1P_1	0,24	33	14
Média		0,22	31	13
<i>Prob. F</i>				
PE		17,76**	19,90**	51,02**
Trat		0,28 ^{ns}	0,03 ^{ns}	2,21 ^{ns}
PE*Trat		6,87**	7,88**	0,01 ^{ns}

⁽¹⁾ Médias para avaliações realizadas em intervalos de 7 dias, para o período de 14-84 dias após o transplante das mudas jovens.

⁽²⁾ Médias para avaliações realizadas em intervalos de 7 dias, para o período de 21-84 dias após o transplante das mudas jovens.

⁽³⁾ Número de folhas aos 84 dias após o transplante das mudas jovens.

Conclusão

Plantas de laranjeira 'Pêra' enxertada sobre limão 'Cravo' demonstram maior desenvolvimento em comparação aquelas sobre tangerina 'Cleópatra'. Isto corresponde ao maior desenvolvimento do sistema radicular, cujas taxa de crescimento e arquitetura variam em função da disponibilidade de P no solo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão do Auxílio Pesquisa Proc. 2007/04634-3.

Referências Bibliográficas

MACHADO, C. T. T.; FURLANI, A.M.C. Kinetics of phosphorus uptake and root morphology of local and improved varieties of maize. *Scientia Agricola*. v. 61, p. 69-79, 2004.

MATTOS Jr., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A.K.; GRAETZ, D. A Response of Young Citrus Trees on Selected Rootstocks to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, v. 29, p. 1371-1385, 2006.

QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 52, p. 67-74, 1998.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS Jr., D.; CANTARELLA, H.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R. Sweet orange trees grafted on selected rootstocks fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.55-60, 2004.

RHAGHOTAMA, K.G. Phosphate acquisition. *Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology*, v. 50, p. 665–693, 1999.