

Desenvolvimento vegetativo e custo de produção de porta-enxertos de citros em recipientes para fins de subenxertia

Eduardo Augusto Girardi⁽¹⁾, Francisco de Assis Alves Mourão Filho⁽¹⁾ e Sônia Maria de Stefano Piedade⁽¹⁾

⁽¹⁾Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: eagirard@esalq.usp.br, famourao@esalq.usp.br, soniamsp@esalq.usp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e estimar o custo de produção de 11 porta-enxertos de citros para fins de subenxertia, em diferentes recipientes. Avaliaram-se limão 'Cravo' clone Limeira (*Citrus limonia* Osbeck); citrumelo 'Swingle' (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macf.); tangerina 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka); tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka); limão 'Volkameriano' clone Catânia 2 (*Citrus volkameriana* Pasquale); laranja 'Caipira' clone DAC (*Citrus sinensis* L. Osbeck); limão 'Rugoso da África' clone Mazoe (*Citrus jambhiri* Lush.); *Poncirus trifoliata* 'Davis A'; tangerina 'Sun Shu Sha Kat' (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka); tangerina 'Sunki' clone 2506 ou Fruto Grande (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka) e *Poncirus trifoliata* 'Barnes'. Foram utilizados tubetes de 290 mL, sacolas de 1,7 L, e porta-enxertos transplantados de tubetes de 75 mL para sacolas de polietileno de 1,7 e 4,5 L. Porta-enxertos produzidos diretamente em sacolas de 1,7 L atingem ponto ideal de subenxertia em menor tempo, de 100 a 150 dias após a semeadura, e permitem a obtenção de plantas maiores e com sistema radicular adequado, porém com custo de produção superior ao sistema de produção em tubetes de 290 mL.

Termos para indexação: *Citrus* spp., fruticultura, morte súbita dos citros, propagação, técnicas de enxertia.

Vegetative development and production cost of citrus rootstocks in containers for inarching

Abstract – The vegetative development and the estimation of the production cost of eleven citrus rootstocks for inarching were evaluated in different containers. 'Rangpur' lime cultivar Limeira (*Citrus limonia* Osbeck); 'Swingle' citrumelo (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macf.); 'Cleópatra' mandarin (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka); 'Sunki' mandarin (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka); 'Volkamer' lemon cultivar Catânia 2 (*Citrus volkameriana* Pasquale); 'Caipira' sweet orange cultivar DAC (*Citrus sinensis* L. Osbeck); 'Rugoso da África' rough lemon cultivar Mazoe (*Citrus jambhiri* Lush.); *Poncirus trifoliata* cultivar Davis A; 'Sun Shu Sha Kat' mandarin (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka); 'Sunki' mandarin cultivar 2506 or Fruto Grande (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka) and *Poncirus trifoliata* cultivar Barnes were studied. Containers used were: 290 mL leaching tubes, 1.7 L polyethylene bags, and rootstocks transplanted from 75 mL leaching tubes to 1.7 and 4.5 L polyethylene bags. Rootstocks directly sowed in 1.7 L polyethylene bags reach optimal size for inarching in the shortest period, 100 to 150 days after sowing. They also lead to larger plants with satisfactory root system, however with a higher cost of production when compared to production system in 290 mL leaching tubes.

Index terms: *Citrus* spp., fruit crops, citrus sudden death disease, propagation, grafting.

Introdução

A subenxertia é uma técnica de multiplicação vegetativa que permite atribuir à copa novos porta-enxertos, para substituir o original afetado por problemas fitossanitários ou problemas traumáticos, que causam deficiências no desenvolvimento das plantas (Müller et al., 2002). A subenxertia foi utilizada com sucesso na prevenção da tristeza-dos-citros (CTV) em porta-

enxertos de laranja-azeda, afetados na Espanha e em Israel (Shaked et al., 1987; Moreno et al., 1994). O citrumelo 'Swingle' se mostrou um excelente porta-enxerto para fins de subenxertia na prevenção da CTV, e quanto mais novos foram os subenxertos e as plantas a serem subenxertadas, mais rápida foi a recuperação, sem prejuízo algum à produção da copa (Shaked et al., 1987). No Japão, a subenxertia foi empregada para

promover revigoramento e aumento da produção em pomeleiro (Nakajima et al., 1992).

Cerca de 80% do parque citrícola no Brasil está enxertado sobre o limão 'Cravo', porta-enxerto intolerante à morte súbita dos citros (MSC) (Pompeu Junior, 2005). A subenxertia vem sendo utilizada como técnica cultural de prevenção da MSC, em pomares nos quais ainda não se observa a doença ou na recuperação de plantas em estádios iniciais de manifestação de sintomas (Tersi, 2004). Essa técnica consiste no emprego de porta-enxertos tolerantes à MSC, como citrumelo 'Swingle' e tangerina 'Cleópatra', subenxertados em tecido da copa, a 35 cm do nível do solo. Para o uso do método do T-invertido, os porta-enxertos devem apresentar tecido maduro e diâmetro de cerca de 0,3 a 1 cm na altura da subenxertia. Utiliza-se de um a quatro subenxertos por árvore, conforme a idade da árvore, condições técnicas e grau de infestação da MSC do pomar (Tersi et al., 2003). Cerca de seis milhões de subenxertos já foram realizados até 2006, e é a única forma de controle da doença atualmente, além de não acarretar diminuição na produção ou longevidade dos pomares subenxertados (Fundecitrus, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e estimar o custo de produção de 11 porta-enxertos de citros, produzidos em diferentes recipientes em ambiente protegido, para fins de subenxertia.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em estufa comercial telada para produção de mudas cítricas, no Município de Araras, SP, a 22°25'15"S e 47°17'52"W. O clima da região é do tipo Cwa. Verificaram-se, no interior da estufa, temperaturas máximas e mínimas (médias) no verão e no inverno, respectivamente, de 40,5 e 18,6°C e 34,6 e 13,5°C, e umidade relativa média no verão e no inverno, respectivamente, de 60 e 70%, entre novembro de 2003 e setembro de 2004.

Foram avaliados 11 porta-enxertos, dos quais oito de importância comercial atual: limão 'Cravo' clone Limeira (*Citrus limonia* Osbeck); citrumelo 4475 ou 'Swingle' (*Poncirus trifoliata* x *Citrus paradisi*); tangerina 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka); tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka); limão 'Volkameriano' clone Catânia 2 (*Citrus volkameriana* Pasquale); laranja 'Caipira' clone DAC (*Citrus sinensis* L. Osbeck); limão 'Rugoso da África' clone Mazoe

(*Citrus jambhiri* Lush.) e *Poncirus trifoliata* 'Davis A'; e três com potencial para expansão de exploração na citricultura brasileira: tangerina 'Sun Shu Sha Kat' (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka), tangerina 'Sunki' clone 2506 ou Fruto Grande (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka) e *Poncirus trifoliata* 'Barnes'. Os porta-enxertos comerciais, à exceção do limão 'Cravo' e do limão 'Volkameriano', não demonstram intolerância à MSC em pomares, e seu uso é recomendado para fins de subenxertia, pelo Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus, 2006).

As sementes dos porta-enxertos foram obtidas de frutos maduros, coletados no Banco de Germoplasma, do Centro APTA Citros Sylvio Moreira, e no campo de plantas-matrizes da SaniCitrus Mudas Cítricas, em junho de 2003. As sementes foram extraídas manualmente, submetidas a secagem à sombra por 24 horas e, posteriormente, embaladas em jornal, com aplicação de fungicida apropriado. As sementes foram mantidas em refrigerador a 5°C até a sementeira, em novembro de 2003, quando, então, se extraiu seu tegumento externo (testa), a fim de acelerar a emergência e, portanto, auxiliar na otimização da produção dos subenxertos (Girardi et al., 2007).

Foram avaliados três recipientes, com finalidade exclusiva para subenxertia: porta-enxertos semeados em tubetes de 290 mL, em bancadas de arame suspenso; porta-enxertos semeados diretamente em sacolas de plástico de 1,7 L, sobre bancadas de concreto; porta-enxertos em tubetes convencionais de 75 mL, posteriormente transplantados para sacolas de plástico de 1,7 L. Avaliou-se também a produção dos porta-enxertos em tubetes de 75 mL, com posterior transplante para sacolas de 4,5 L, pois é o sistema convencionalmente empregado para fins de enxertia e formação das mudas no viveiro, que funcionou como padrão para cada porta-enxerto.

Todos os porta-enxertos foram submetidos aos tratamentos culturais e programa nutricional recomendados para produção de porta-enxertos aptos à enxertia em curto prazo (Carvalho et al., 2005). Foi semeada manualmente uma semente sem testa em cada recipiente. Nos tubetes de 75 mL, utilizou-se o substrato comercial Plantmax Citrus, à base de casca de pinus e de baixa granulometria. Nos demais recipientes, utilizou-se substrato comercial Rendmax Citrus, à base de casca de pinus e de grânulos maiores. A razão da escolha foi o menor preço do último substrato, bem como sua melhor adaptação a recipientes de maior

capacidade. As sementes foram recobertas por uma fina camada de Plantmax Citrus em todos os tratamentos.

Os porta-enxertos produzidos nos tubetes de 75 mL foram transplantados para as sacolas de plástico, em março de 2004, aproximadamente quatro meses após a semeadura, e o ensaio foi concluído em setembro de 2004.

O delineamento experimental adotado foi o fatorial 11x4 (porta-enxerto x sistema de produção), perfazendo 44 tratamentos, em quatro blocos casualizados. A parcela experimental foi constituída de oito plantas, dispostas linearmente em bancadas ou em bandejas de tubetes. Na análise estatística dos dados referentes à emergência, utilizou-se esquema fatorial 11x3, já que a etapa de semeadura em tubetes foi a mesma, tanto para plantas transplantadas para sacolas de 1,7 L quanto para as transplantadas para sacolas de 4,5 L. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, tendo-se realizado a transformação do tipo $\text{arc sen} [(x+\alpha)/100]^{0,5}$ para fins de análise estatística das variáveis percentuais.

Foram coletados os seguintes dados biométricos: porcentagem de emergência 56 dias após a semeadura; índice de velocidade de germinação (IVG), calculado conforme Nakagawa (1994); altura (cm) de plantas 240 dias após o plantio, medidos com trena; diâmetro (cm) do caule a 35 cm do colo da planta, medido com paquímetro digital 240 dias após plantio; massa (g) da matéria seca e fresca, de parte aérea e sistema radicular, 240 dias após o plantio (emprego de três plantas por parcela, com as medidas obtidas em balança digital, e a secagem realizada em estufa, por 72 horas a 64°C);

volume (mL) de sistema radicular oito meses após a semeadura, medido por deslocamento de volume de água em proveta graduada; concentração de clorofila nas folhas (SPAD), medido com clorofilômetro Minolta SPAD-502, oito meses após a semeadura, em folhas maduras do terço superior da copa (Gil et al., 2002; Esposti et al., 2003). Ao final do experimento, foi realizada a comparação entre os custos de produção de cada sistema, com base nos trabalhos de Pozzan & Kanashiro (2004).

Resultados e Discussão

A emergência foi mais veloz nos porta-enxertos semeados nos tubetes de 75 mL (Tabela 1). Nesse sistema (semeadura em tubetes de 75 mL), verificou-se que as sementes ficaram mais superficiais, enquanto nos outros dois sistemas (tubetes de 290 mL e sacolas de 1,7 L), as sementes afundaram no substrato mais grosseiro. Esse fato pode explicar o atraso inicial na emergência. Contudo, de 21 até 56 dias após a semeadura, a porcentagem de emergência total, nos tubetes de 75 mL, passou a ser menor que as demais. Como nos tubetes de 75 mL as sementes estavam mais superficiais, expostas recorrentemente ao sol direto, necessitavam de recobrimento constante com substrato. Este fato pode ter provocado a menor taxa de emergência, uma vez que as sementes de citros são bastante sensíveis à dessecação (Doijode, 2001).

Poncirus trifoliata 'Davis A', *Poncirus trifoliata* 'Barnes', citrumelo 'Swingle' e tangerina 'Sunki' foram os porta-enxertos com maior velocidade de germinação, independentemente do recipiente estudado (Tabela 1). Um

Tabela 1. Emergência medida 56 dias após a semeadura (DAS) e índice de velocidade de germinação, de 11 porta-enxertos de citros (*Citrus* spp.) semeados em tubetes de 75 mL (A), tubetes de 290 mL (B) e sacolas de 1,7 L (C)⁽¹⁾.

Porta-enxerto	Porcentagem de emergência 56 DAS				Índice de velocidade de germinação			
	A	B	C	Média	A	B	C	Média
Limão 'Cravo'	96,9Bab	93,7Ba	100,0Aa	96,9ab	1,32Ac	1,17Bde	1,33Ab	1,28c
Citrumelo 'Swingle'	96,9Bab	100,0Aa	100,0Aa	99,0ab	1,86Ab	1,78ABa	1,76Ba	1,80a
Tangerina 'Cleópatra'	100,0Aa	96,9Ba	100,0Aa	99,0ab	1,47Ac	1,28Cde	1,37Bb	1,38b
Tangerina 'Sunki'	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0a	1,98Aab	1,76Ba	1,74Ba	1,83a
Limão 'Volkameriano'	78,1Be	93,7Aa	78,1Bb	83,3c	0,92Ae	0,94Ae	0,92Ac	0,93e
Laranja 'Caipira'	93,7Bbc	96,9Aa	100,0Aa	96,9ab	1,13Ade	1,09Ae	1,12Ac	1,11d
Limão 'Rugoso'	92,2Bbc	100,0Aa	100,0Aa	97,4ab	1,36Ac	1,42Ac	1,42Ab	1,40b
Trifoliata 'Davis A'	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0a	2,11Aa	1,64Bb	1,64Ba	1,80a
Trifoliata 'Barnes'	98,4Aab	100,0Aa	100,0Aa	99,5ab	2,13Aa	1,82Ba	1,69Ca	1,88a
Tangerina 'Sun Shu Sha Kat'	82,8Bcd	100,0Aa	100,0Aa	94,3b	1,24Bcd	1,37Ac	1,37Ab	1,33bc
Tangerina 'Sunki' 2506	82,8Bcd	100,0Aa	100,0Aa	94,2b	1,14Bde	1,32Acd	1,36Ab	1,28c
Média	92,9B	98,3A	98,0A		1,52A	1,42B	1,43B	

⁽¹⁾Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

mês após a semeadura, porém, todos os porta-enxertos já superavam 90% de emergência, com exceção do limão 'Volkameriano' (69,8%). Mesmo na contagem final, 56 dias após a semeadura, esse porta-enxerto não superou 83,3% de emergência (Tabela 1). Tangerina 'Sunki' e *Poncirus trifoliata* 'Davis A' foram os únicos porta-enxertos com 100% de emergência. O comportamento dos porta-enxertos, com relação à extração da testa, taxa de emergência e velocidade de germinação, é semelhante ao caracterizado em outros trabalhos (Radhamani et al., 1991; Soares Filho et al., 2002).

Plantas produzidas em sacolas de 1,7 L atingiram as maiores alturas 240 dias após a semeadura (Tabela 2). Até 90 dias após a semeadura, plantas semeadas em tubetes de 290 mL atingiram a segunda maior altura, mas, a partir de 120 dias após a semeadura, foram superadas pelas plantas transplantadas de tubetes de 75 mL para sacolas de 1,7 ou 4,5 L. O transplante ocorreu entre 90 e 120 dias após a semeadura. Isto indica que houve proporcionalidade direta entre o volume de substrato e o crescimento dos porta-enxertos cítricos e,

posteriormente, das mudas cítricas, conforme observado por Girardi et al. (2005). Após o transplante, os porta-enxertos voltaram a crescer de modo intenso, provavelmente em razão da maior disponibilidade de volume no container (Rezende et al., 1995).

Trifoliata 'Davis A', trifoliata 'Barnes' e citrumelo 'Swingle' apresentaram o maior vigor inicial, com maior desenvolvimento dos porta-enxertos até 150 dias após a semeadura. Entretanto, a partir desse estágio, trifoliata 'Davis A' apresentou crescimento menos intenso, de modo que 240 dias após a semeadura atingia apenas 49,20 cm de altura, em média, contra 93,35 cm do limão 'Rugoso', o maior porta-enxerto (Tabela 2). Trifoliata 'Barnes' superou 'Davis A' em 15 cm, 240 dias após a semeadura (Tabela 2), e apresentou vigor mais acentuado nos últimos meses de avaliação do experimento. As trifoliatas e seus híbridos apresentam crescimento vigoroso em viveiros, porém, após a enxertia com variedades de outros gêneros da família Rutaceae, esse vigor, em geral, tende a desaparecer ou a se reduzir (Pompeu Junior, 2005). Como parte do experimento foi conduzida durante o outono e o inverno, as condições

Tabela 2. Altura total, diâmetro a 35 cm do colo e massa de matérias fresca e seca de sistema radicular, de 11 porta-enxertos de citros (*Citrus* spp.), 240 dias após semeadura em tubetes de 290 mL (A), sacolas de 1,7 L (B), tubetes de 75 mL seguida de transplante para sacolas de 1,7 L (C), e em tubetes de 75 mL seguida de transplante para sacolas de 4,5 L (D)⁽¹⁾.

Porta-enxerto	Recipientes									
	A	B	C	D	Média	A	B	C	D	Média
	-----Altura (cm)-----					-----Diâmetro (mm)-----				
Limão 'Cravo'	43,8Da	112,4Ab	65,9Cab	86,2Bbc	77,1b	2,4Ca	6,9Ab	4,2Bbc	4,9Bbc	4,6b
Citrumelo 'Swingle'	38,9Ca	87,2Acd	50,6Cbc	68,8Bde	61,4cd	2,3Ca	5,1Ac	3,3BCcd	4,0Bcd	3,7c
Tangerina 'Cleópatra'	44,6Ba	74,2Adef	57,2Bbc	72,4Acd	62,1cd	2,1Ba	3,6Ad	2,6Ad	3,1Ade	2,8de
Tangerina 'Sunki'	45,5Ca	64,4ABf	52,2Bbc	68,8Ade	57,7de	2,5Ba	3,9Acd	3,0Acd	3,5Acd	3,2cde
Limão 'Volkameriano'	41,0Ca	116,0Ab	78,7Ba	89,8Bb	81,4b	2,2Ca	7,1Ab	4,7Bab	5,7Bb	4,9b
Laranja 'Caipira'	35,6Aa	46,7Ag	47,7Ac	38,2Af	42,0g	2,2Ba	3,6Ad	2,6Ad	2,2Be	2,6e
Limão 'Rugoso'	43,2Da	144,8Aa	78,1Ca	107,3Ba	93,3a	2,3Da	9,4Aa	5,7Ca	7,3Ba	6,2a
Trifoliata 'Davis A'	41,9Ba	66,9Aef	44,7Bc	43,6Bf	49,3fg	1,6Ca	3,9Acd	2,6Bd	2,9Abde	2,8de
Trifoliata 'Barnes'	43,7Ca	94,9Ac	48,8Cc	78,2Bbc	66,4c	2,4Ca	4,4Acd	2,9BCd	3,7ABcd	3,4cd
Tangerina 'Sun Shu Sha Kat'	34,7Ba	60,2Afg	53,1Abc	61,6Ae	52,4ef	2,0Ca	3,5Ad	2,8BCd	3,4ABde	2,9de
Tangerina 'Sunki' 2506	47,7Ca	79,2Acd	61,2Bbc	82,6Abc	67,7c	2,4Ba	4,3Acd	2,4Bd	2,8Bde	2,9de
Média	41,9D	86,1A	58,0C	72,5B		2,2D	5,1A	3,4C	4,0B	
	-----Massa de matéria fresca de sistema radicular (g)-----					-----Massa de matéria seca de sistema radicular (g)-----				
Limão 'Cravo'	11,9Da	60,4Bab	32,6Cab	77,3Ab	45,6b	5,0Ca	24,5Aab	13,0Bab	25,7Aab	17,1ab
Citrumelo 'Swingle'	12,4Ca	42,8Abcd	26,4Babc	40,9Abcd	30,6cd	4,9Ba	16,00Aab	8,8Aab	13,5Abc	10,8bc
Tangerina 'Cleópatra'	7,2Ba	21,0Ae	12,8Acd	17,2Ae	14,6e	2,5Ba	10,8Ab	12,9Aab	5,8Bc	8,0bc
Tangerina 'Sunki'	11,1Aa	24,8Acde	14,1Abcd	21,0Ae	17,7e	4,2Ba	7,6Ab	3,5Bb	6,1Ac	5,3c
Limão 'Volkameriano'	12,8Ca	43,2Abc	29,1Babc	46,3Ac	32,9c	5,7Ba	15,6Aab	9,7Aab	15,1Abc	11,5bc
Laranja 'Caipira'	11,3Aa	23,3Ade	11,6Acd	14,1Ae	15,1e	4,2Ba	7,4Ab	3,2Bb	3,8Bc	4,6c
Limão 'Rugoso'	15,7Da	80,1Ba	44,9Ca	115,7Aa	64,1a	7,4Ca	32,4Aa	16,9Ba	39,5Aa	24,1a
Trifoliata 'Davis A'	10,8Ba	31,6Acde	7,2Bd	33,7Acde	20,8de	3,8Aa	9,9Ab	10,0Ab	12,7Abc	7,1c
Trifoliata 'Barnes'	12,5Ba	35,7Acde	14,1Bbcd	32,9Acde	23,7cde	4,8Ba	13,4Aab	5,0Bb	9,7ABbc	8,2bc
Tangerina 'Sun Shu Sha Kat'	11,5Aa	20,9Ae	13,8Abcd	25,9Ade	18,0e	4,4Ba	6,2Ab	3,8Bb	8,3Abc	5,7c
Tangerina 'Sunki' 2506	7,9Ba	20,1Abe	12,5Abcd	28,1Acde	17,1e	2,9ba	6,5Ab	3,6Bb	8,6Abc	5,4c
Média	11,4C	36,7A	19,9B	41,2A		4,5B	13,7A	6,9B	13,5A	

⁽¹⁾Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

climáticas também podem ter influenciado o comportamento dos clones de *Poncirus trifoliata*, classificada como uma espécie decídua, embora não se tenha observado queda de folhas durante o ensaio (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996).

A laranja 'Caipira' e a tangerina 'Sun Shu Sha Kat' apresentaram menores alturas, enquanto os porta-enxertos mais vigorosos foram, em ordem decrescente, os limões 'Rugoso', 'Volkameriano' e 'Cravo' (Tabela 2). A tangerina 'Sunki' Fruto Grande apresentou excelente crescimento, superior ao da tangerina 'Sunki' comum e da tangerina 'Sun Shu Sha Kat', 240 dias após a semeadura (Tabela 2). Quando foi realizada a extração de sementes dos frutos, verificou-se também que a tangerina 'Sunki' Fruto Grande apresentava, em média, 15 sementes por fruto, enquanto a tangerina 'Sunki' comum alcançou média próxima a duas sementes por fruto.

No sistema de semeadura em tubetes de 290 mL, todos os porta-enxertos se equivaleram em altura, 240 dias após a semeadura, e o mesmo fato ocorreu para as demais variáveis avaliadas (Tabelas 2 e 3). O menor volume do recipiente, provavelmente, limita os

porta-enxertos até um máximo crescimento possível de ser atingido nessa circunstância, a partir do qual há pouco desenvolvimento, independentemente da espécie ou variedade (Nesmith & Duval, 1997). Oito meses após a semeadura, observou-se que plantas produzidas em sacolas de 1,7 L atingiram maior diâmetro a 35 cm do colo, seguidas de porta-enxertos transplantados para sacolas de 4,5 L, porta-enxertos transplantados para sacolas de 1,7 L e, finalmente, porta-enxertos semeados em tubetes de 290 mL (Tabela 2). Novamente, o limão 'Rugoso' apresentou o maior diâmetro, seguido do limão 'Volkameriano', limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle'. A laranja 'Caipira' e as tangerinas apresentaram os menores diâmetros.

À exceção do limão 'Rugoso', com 6,2 mm, nenhum outro porta-enxerto apresentou diâmetro médio, em todos os tratamentos, maior que 5 mm, medida considerada ideal para fins de subenxertia no Brasil (Tersi et al., 2003). Na realidade, tem se observado o sucesso do uso comercial de subenxertos bem menores do que essa recomendação, muitas vezes com plantas de apenas dois a três meses, cultivadas em tubetes de 75 mL; ou se

Tabela 3. Massa de matérias fresca e seca de parte aérea, concentração de clorofila foliar e volume de sistema radicular, de 11 porta-enxertos de citros (*Citrus* spp.), 240 dias após semeadura em tubetes de 290 mL (A), sacolas de 1,7 L (B), tubetes de 75 mL seguida de transplante para sacolas de 1,7 L (C), e em tubetes de 75 mL seguida de transplante para sacolas de 4,5 L (D)⁽¹⁾.

Porta-enxerto	Recipientes										
	A	B	C	D	Média	A	B	C	D	Média	
	-----Massa de matéria fresca da parte aérea (g)-----					-----Massa de matéria seca da parte aérea (g)-----					
Limão 'Cravo'	12,8Ca	87,3Ab	38,3Bab	54,9Bb	48,3b	5,4Ca	35,9Ab	16,3Bab	22,4Bab	20,0b	
Citrumelo 'Swingle'	10,2Ca	48,1Ac	25,1Bab	30,0ABbc	28,4c	4,3Ba	20,7Ac	7,9Bab	11,2ABbc	11,0c	
Tangerina 'Cleópatra'	12,0Ba	37,3Ac	17,3ABb	28,7Abc	23,8cd	4,2Ba	13,1Ac	5,9Bb	10,8Abc	8,5c	
Tangerina 'Sunki'	14,3Ba	38,6Ac	20,3ABb	27,2ABbc	25,1cd	6,0Ba	14,0Ac	7,6Bb	10,0Abc	9,4c	
Limão 'Volkameriano'	13,0Ca	99,7Aab	41,4Bab	53,2Bb	51,8b	5,4Ca	38,0Ab	15,8Bab	20,8Bab	20,0b	
Laranja 'Caipira'	10,9Ba	28,6Ac	18,4ABb	18,2ABc	19,0cd	4,4Ba	10,2Ac	6,1ABb	4,9Bc	6,4c	
Limão 'Rugoso'	24,9Da	122,4Aa	51,6Ca	83,7Ba	70,6a	5,6Da	63,5Aa	20,5Ca	33,6Ba	30,8a	
Trifoliata 'Davis A'	4,8Ba	25,6Ac	18,2Ab	7,4Bc	14,0d	4,0Ba	11,6Ac	5,4Bb	6,0Bc	6,2c	
Trifoliata 'Barnes'	10,9Ba	28,9Ac	16,8ABb	28,3Abc	21,2cd	4,2Ba	17,2Ac	6,00Bb	10,7ABbc	9,5c	
Tangerina 'Sun Shu Sha Kat'	9,6Ba	29,7Ac	16,1Ab	19,3Ac	18,7cd	3,6Ba	10,6Ac	5,7Bb	6,5Bc	6,6c	
Tangerina 'Sunki' 2506	12,0Ba	37,9Ac	20,2ABb	32,8Abc	25,7cd	4,5Ba	13,3Ac	7,6Bb	12,5Abc	9,5c	
Média	12,3D	53,1A	25,8C	34,9B		4,5D	22,6A	9,5C	13,6B		
	-----Concentração de clorofila nas folhas (SPAD) ⁽²⁾ -----					-----Volume de sistema radicular (mL)-----					
Limão 'Cravo'	55,2	64,0	61,1	65,1	61,3def	15,0Ba	70,0Aab	70,0Aa	85,0Ab	61,2ab	
Citrumelo 'Swingle'	69,8	66,5	64,2	66,9	66,9bcd	15,0Ba	35,0Bb	35,0Bb	60,0Acd	30,0c	
Tangerina 'Cleópatra'	62,0	61,9	57,9	54,7	59,1def	10,0Ba	15,0Bb	15,0Bb	45,0Ade	23,7c	
Tangerina 'Sunki'	50,8	63,6	53,5	67,4	58,8ef	12,5Ba	25,0Bb	25,0Bb	45,0Acd	31,2c	
Limão 'Volkameriano'	53,3	57,2	55,0	58,3	56,0f	10,0Ba	65,0Aab	65,0Aab	65,0Abc	51,6b	
Laranja 'Caipira'	76,5	70,3	70,7	74,4	73,0ab	10,0Aa	30,0Ab	30,0Ab	30,0Ae	20,0c	
Limão 'Rugoso'	53,4	60,3	59,5	59,3	58,1ef	15,0Ca	85,0Ba	85,0Ba	100,0Aa	69,4a	
Trifoliata 'Davis A'	84,6	80,4	70,5	83,2	79,6a	7,5Aa	25,0Ab	25,0Ab	25,0Ae	20,3c	
Trifoliata 'Barnes'	74,4	75,0	75,0	73,7	72,0abc	13,5Ba	35,0Ab	35,0Ab	45,0Acde	29,5c	
Tangerina 'Sun Shu Sha Kat'	61,9	64,8	60,7	66,3	63,4def	10,0Ba	35,0Ab	35,0Ab	40,0Ade	28,0c	
Tangerina 'Sunki' 2506	57,7	65,9	64,4	69,1	64,3cde	10,0Ba	30,0Ab	30,0Ab	40,0Acde	30,6c	
Média	62,0B	66,4A	63,6AB	67,1A		11,8C	38,9B	38,9B	54,3A		

⁽¹⁾Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

⁽²⁾SPAD: índice absoluto "Soil Plant Analysis Development", que avalia quantitativamente a intensidade da cor verde da folha (Gil et al., 2002).

tem realizado a subenxertia em mudas ainda no viveiro (Setin, 2005).

O padrão de subenxerto varia conforme a situação específica no campo, e quando a planta a se subenxertar for velha ou doente, deve-se usar maior número de subenxertos ou subenxertos mais vigorosos. A altura de 35 cm que permite a subenxertia acima do ponto de inserção da copa no porta-enxerto que se deseja substituir é o principal parâmetro usado no momento para se considerar a operação de subenxertia.

Observa-se que todas as plantas produzidas no experimento estariam aptas à subenxertia, e a maioria atingiu essa altura de 120 a 180 dias após a semeadura. Entretanto, porta-enxertos semeados diretamente em sacolas de 1,7 L foram os primeiros a atingir 35 cm de altura, como a trifoliata 'Davis A', aos 90 dias após a semeadura, e a trifoliata 'Barnes', o limão 'Cravo', o citrumelo 'Swingle' e o limão 'Rugoso' 30 dias depois. As tangerinas 'Sunki' e 'Cleópatra' só atingiram 35 cm de altura, em sacolas de 1,7 L, após 150 dias da semeadura. O transplante para sacolas de 4,5 L acelerou o crescimento das plantas, mas não é apropriado para fins de subenxertia em razão do seu alto custo e dificuldades operacionais de plantio em campo, o que sugere que o sistema de semear diretamente em sacolas de 1,7 L é o que permite a obtenção mais rápida da maioria dos porta-enxertos em condições mais apropriadas para subenxertia no campo.

O crescimento dos subenxertos foi proporcional ao volume do recipiente, o que resultou em maiores massas de matéria fresca e seca de sistema radicular nos recipientes maiores, 240 dias após a semeadura (Tabela 2). Essas variáveis foram similares para todos os subenxertos produzidos em tubetes de 290 mL. Tangerinas, trifoliatas e laranja 'Caipira' apresentaram massas de matéria seca equivalentes, contudo apenas tangerinas e laranja 'Caipira' atingiram os menores valores de massa de matéria fresca de sistema radicular. Os limões 'Rugoso' e 'Cravo' atingiram as maiores massas de matéria fresca e seca de sistema radicular. Essas observações condizem com trabalhos que descrevem a morfologia e anatomia do sistema radicular de porta-enxertos cítricos, em viveiros de campo e estufa na Flórida (Castle & Youtsey, 1977; Castle, 1987). As mesmas considerações feitas para massas de matéria fresca e secas de sistema radicular são válidas para a parte aérea, com evidente superioridade dos três limões avaliados, e o limão 'Rugoso' foi o mais vigoroso de todos (Tabela 3).

Como existe correlação entre intensidade de coloração do tom verde do limbo foliar e concentração de clorofila nas folhas, a leitura do clorofilômetro, em termos do índice SPAD, pode ser utilizada como indicativo do estado nutricional da planta, em especial no que se refere à concentração de nitrogênio, por ser elemento integrante da molécula de clorofila (Esposti et al., 2003; Girardi & Mourão Filho, 2004). Subenxertos produzidos diretamente em sacolas de 1,7 L ou transplantados de tubetes de 75 mL para sacolas de 4,5 L apresentaram maior concentração de clorofila nas folhas, em relação aos subenxertos produzidos em tubetes de 290 mL, 240 dias após semeadura (Tabela 3). A capacidade do recipiente está diretamente vinculada ao desenvolvimento vegetativo e nutrição adequados de mudas cítricas (Rezende et al., 1995). O tubete de 290 mL limitou o espaço físico e a disponibilidade de nutrientes para as plantas e reduziu seu porte. Constatou-se início de deficiência nutricional, a partir de 180 dias após a semeadura, manifestada pelo amarelecimento das folhas.

Os subenxertos que atingiram as maiores concentrações de clorofila nas folhas foram trifoliata 'Davis A', laranja 'Caipira' e trifoliata 'Barnes', seguidos pelo citrumelo 'Swingle' em situação intermediária (Tabela 3). As tangerinas e os limões tiveram concentrações inferiores, em que os limões 'Volkameriano' e 'Rugoso' apresentaram as menores concentrações. Os limões e as tangerinas apresentaram, em geral, maior crescimento vegetativo do que *P. trifoliata* e laranja 'Caipira', este último foi o porta-enxerto menos vigoroso. Possivelmente, as diferenças entre concentração de clorofila foliar sejam atribuídas a características genéticas inerentes a cada porta-enxerto, sob determinada condição do ambiente (Stoffella et al., 1995; Pestana et al., 2005).

O volume do sistema radicular foi diretamente proporcional ao volume do recipiente utilizado (Tabela 3). Assim, sacolas de 4,5 L permitiram sistema radicular mais volumoso, seguidas por sacolas de 1,7 L e por fim tubetes de 290 mL. O transplante ou semeadura direta em sacolas de 1,7 L não determinaram diferenças no volume do sistema radicular. As espécies de limões atingiram o maior volume radicular, e o limão 'Rugoso' foi o que teve sistema radicular mais volumoso; no outro extremo se situaram as tangerinas, as trifoliatas e a laranja 'Caipira'. Independentemente do porta-enxerto, não houve diferença quanto ao volume de sistema radicular de plantas produzidas em tubetes de 290 mL (Tabela 3). Isto ocorreu porque o pequeno volume do tubete restringiu o sistema radicular de todas as

espécies, além de o orifício de drenagem provocar poda aérea de radículas que vieram a se desenvolver. A capacidade do recipiente, por ser diretamente proporcional à disponibilidade de recursos como água e nutrientes à planta, bem como acomodação do sistema radicular, é um fator decisivo para determinar a velocidade de crescimento do porta-enxerto e da muda, e indicar a viabilidade técnico-econômica do empreendimento (Girardi et al., 2005). O volume do recipiente pode influenciar, ainda, o desempenho de mudas frutíferas, hortícolas e florestais, após o transplante em campo (Nesmith & Duval, 1997).

Somente em sacolas de 4,5 L, foi possível verificar que os porta-enxertos se agruparam em classes de volume de sistema radicular, em ordem decrescente: limão 'Rugoso', limão 'Volkameriano', limão 'Cravo', citrumelo 'Swingle' e as tangerinas, a trifoliata 'Davis A' e a laranja 'Caipira'. Assim, evidencia-se o hábito de crescimento de sistema radicular dessas espécies cítricas (Castle, 1978). Com maior disponibilidade de espaço, os limões continuaram a apresentar crescimento de sistema radicular de forma rápida, intensa e vigorosa. As demais espécies, mesmo com mais espaço disponível, ainda não haviam saturado o substrato com radículas, 240 dias após a semeadura, pois têm crescimento mais lento. Este é um indicativo de que o ponto de transplante de limões para o campo pode ser anterior ao das demais espécies, inclusive para se evitarem problemas como envelhecimento de raízes ou má formação da muda (Castle, 1987).

Os porta-enxertos podem ser, pois, divididos em três grupos decrescentes, quanto a seu desenvolvimento: limões, em que o limão 'Rugoso' clone Mazoe é o mais vigoroso; tangerinas e citrumelo 'Swingle', em situação intermediária; e, finalmente, *P. trifoliata* e laranja 'Caipira' DAC, esta última com menor desenvolvimento entre todos os porta-enxertos. É possível se estabelecerem expectativas quanto à formação das mudas e subenxertos, em ambiente protegido, independentemente do volume do recipiente, com esses três grupos de porta-enxertos. Destaca-se, também, a morfologia do sistema radicular das plantas semeadas diretamente em sacolas de 1,7 L, que apresentaram raiz pivotante definida e de comprimento correspondente à altura da sacola, ao contrário das plantas transplantadas, que apresentaram bifurcação do sistema radicular, no ponto de poda aérea do tubete, a cerca de 12 cm abaixo do colo. Todas as plantas apresentaram grande quantidade de raízes secundárias e radículas, independentemente do recipiente empregado.

A estimação do custo de produção, realizada por Pozzan & Kanashiro (2004), considera a formação da muda cítrica em ciclo de produção de nove meses, em recipientes de 5,38 L, com descarte de 5% do total de mudas produzidas. Neste experimento, o sistema de produção em tubetes de 290 mL foi o mais barato, com cerca de R\$ 0,22 por porta-enxerto. Contudo, deve-se considerar o padrão inferior de desenvolvimento das plantas obtidas, e sua possível influência sobre o desenvolvimento pós-subenxertia em campo. Mudanças cítricas convencionais, subenxertos diretamente semeados em sacolas de 1,7 L, e subenxertos transplantados de tubetes para sacolas de 1,7 L apresentaram custo total unitário, respectivamente, 1.520, 470 e 660% superiores ao custo unitário dos subenxertos produzidos em tubetes de 290 mL.

Embora o vigor de crescimento dos porta-enxertos, semeados diretamente em sacolas de 1,7 L, tenha sido superior, apontam-se algumas desvantagens, além do custo superior em relação ao sistema em tubetes de 290 mL: a necessidade de se aumentar o número de sementes por recipiente, no caso de espécies que apresentam altas taxas de embriões zigóticos e baixa poliembrionia; o subsequente raleio de plântulas deve ser realizado com critério, a fim de se excluírem plantas zigóticas indesejáveis; e o fato de plantas produzidas em tubetes de 75 mL permitirem maior versatilidade de uso, seleção de plantas mais uniformes, antes do plantio, e possibilidade de transplante mais fácil. A rápida formação e o maior tamanho das plantas são destacados como características desejáveis para um subenxerto. Assim, a decisão sobre qual tipo de subenxerto adquirir dependerá não somente das condições do pomar a ser subenxertado, o que determinará o número e o tamanho dos subenxertos, como também de análise econômica das opções de recipientes e da disponibilidade de tempo para se proceder à subenxertia (Tersi, 2004).

Conclusão

Os porta-enxertos cítricos semeados diretamente em sacolas de 1,7 L atingem ponto ideal de subenxertia em menor tempo, de 100 a 150 dias após a semeadura, além de constituírem plantas maiores e com sistema radicular adequado, porém com custo de produção superior ao sistema de produção em tubetes de 290 mL.

Agradecimentos

À Fapesp pela concessão de bolsa; à empresa SaniCitrus Mudanças Cítricas, pelo auxílio técnico na condução dos trabalhos de campo; ao Centro APTA Citros Sylvio Moreira, pelo fornecimento de parte do material vegetal utilizado nesta pesquisa; ao Dr. Jorgino Pompeu Junior e ao Dr. Eduardo Sanches Stuchi, pelas sugestões e comentários.

Referências

- CARVALHO, S.A. de; GRAF, C.C.D.; VIOLANTE, A.R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.M.; NEGRI, J.D. de; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundag, 2005. p.281-316.
- CASTLE, W.S. Citrus root systems: their structure, function, growth, and relationship to tree performance. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v.90, p.62-69, 1978.
- CASTLE, W.S. Root system development in field- and container-grown young citrus trees. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.100, p.85-89, 1987.
- CASTLE, W.S.; YOUTSEY, C.O. Root system characteristics of citrus nursery trees. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.90, p.39-44, 1977.
- DOIJODE, S.D. Tropical and subtropical fruits - citrus fruits (*Citrus* spp.). In: DOIJODE, S.D. (Ed.). **Seed storage of horticultural crops**. New York: Haworth Press, 2001. p.23-40.
- ESPOSTI, M.D.D.; SIQUEIRA, D.L. de; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; SALOMÃO, L.C.C.; MACHADO FILHO, J.A. Assessment of nitrogenized nutrition of citrus rootstocks using chlorophyll concentrations in the leaf. **Journal of Plant Nutrition**, v.26, p.1287-1299, 2003.
- FUNDECITRUS. **Manual de morte súbita dos citros**. Araraquara: Fundecitrus, 2006. 12p. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/manuais/fdc_manual_msc_0406.pdf>. Acesso em: 15 out. 2006.
- GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.611-615, 2002.
- GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Crescimento inicial de laranjeira Valência sobre dois porta-enxertos em função da adubação nitrogenada no plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.117-119, 2004.
- GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; GRAF, C.C.D.; OLIC, F.B. Vegetative growth of citrus nursery trees related to the container volume. **Fruits**, v.59, p.101-105, 2005.
- GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; KLUGE, R.A. Effect of seed coat removal and controlled-release fertilizer application on plant emergence and vegetative growth of two citrus rootstocks. **Fruits**, v.62, p.13-19, 2007.
- MORENO, P.; PIQUER, J.; NAVARRO, L.; CARBONELL, E.A.; PINA, J.A. Ensayos para evitar el decaimiento causado por el virus de la tristeza de los cítricos (CTV) en arboles injertados sobre patron 'Naranja Amargo'. **Investigaciones Agrarias y Producción Vegetal**, v.9, p.465-476, 1994.
- MÜLLER, G.W.; NEGRI, J.D.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MATTOS JÚNIOR, D.; POMPEU JÚNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; CARVALHO, S.A.; GIOTTO, L.F.; MACHADO, M.A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, v.23, p.371-386, 2002.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.49-85.
- NAKAJIMA, Y.; XU, X.P.; HASEGAWA, K. Inarching of invigorating rootstock onto young pomelo trees grown under a plastic house. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.61, p.521-526, 1992.
- NESMITH, D.S.; DUVAL, J.R. Transplant production and performance: the effect of container cell size. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON STAND ESTABLISHMENT, 5., Columbus, 1997. **Proceedings**. Columbus: Ohio State University, 1997. p.23-25.
- PESTANA, M.; VARENNE, A.; ABADÍA, J.; FARIA, E.A. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, v.104, p.25-36, 2005.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, P. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas: Fundag, 2005. p.63-94.
- POZZAN, M.; KANASHIRO, M. Custo de muda cítrica em viveiro telado. In: AGRICULTURAL 2004: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2004. p.250-253.
- RADHAMANI, J.; MALIK, S.K.; CHANDEL, K.P.S. Seed coat characteristics in relation to the physiology of seed germination in *Citrus* and its allied genus. **Seed Science and Technology**, v.19, p.611-621, 1991.
- REZENDE, L.P.; AMARAL, A.M. do; CARVALHO, S.A. de; SOUZA, M. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro 'Cravo' em vasos. I. Efeitos no crescimento vegetativo. **Laranja**, v.16, p.165-177, 1995.
- SETIN, D.W. **Avaliação de recipientes e tipo de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos, visando prevenção contra estresse hídrico e morte súbita dos citros**. Cordeirópolis: Instituto Agrônomo de Campinas, 2005. 12p. Disponível em: <<http://www.vivecitrus.com.br/imagebank/Docs/DocBank/%C3%81rea%20Tecnica/Daves%20Setin%20-%20Muda%20turbinaada.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2006.
- SHAKED, A.; COHEN, A.; HAMOU, M.; HASDAI, D. Inarching of 'Swingle' citrumelo in Israel. **HortScience**, v.22, p.1258-1260, 1987.
- SOARES FILHO, W.S.; MEDRADO, A.C.M.; CUNHA SOBRINHO, M.A.P.; PASSOS, O.S. Frequência de híbridos em cruzamentos controlados de citros: cultivo de sementes versus cultivo in vitro de embriões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.981-988, 2002.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E.E. **Biology of horticultural crops: biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 230p.

STOFFELLA, P.J.; LI, Y.C.; PELOSI, R.R.; HAMNER, A.M. Citrus rootstock and carbon-dioxide enriched irrigation influence on seedling emergence, growth, and nutrient content. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, p.1439-1448, 1995.

TERSI, F.E.A. Quanto custa a subenxertia em pomar cítrico. In: **AGRIANUAL 2004: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2004. p.254-256.

TERSI, F.E.A.; OJEDA, R.; GRAVENA, S. **Curso teórico-prático de subenxertia: técnica preventiva para escape da doença morte súbita dos citros**. Jaboticabal: Gravena ManEcol Edições, 2003. 52p.

Recebido em 1^a de novembro de 2006 e aprovado em 4 de abril de 2007