

CRESCIMENTO INICIAL E ESTADO NUTRICIONAL DA LARANJEIRA 'VALÊNCIA' SOBRE PORTA-ENXERTOS MÚLTIPLOS DE LIMOEIRO 'CRAVO' E CITRUMELEIRO 'SWINGLE' ⁽¹⁾

DAVES WILLIAN SETIN ⁽²⁾; SÉRGIO ALVES DE CARVALHO ^(3*); DIRCEU DE MATTOS JÚNIOR ⁽³⁾

RESUMO

A subenxertia com porta-enxerto tolerante à morte súbita dos citros (MSC), como o citrumeleiro 'Swingle', é atualmente a única indicação para o controle da doença em pomares já instalados. Assim, o plantio de mudas subenxertadas para a formação de novos pomares pode ser uma estratégia interessante onde a doença ainda não se instalou, minimizando a obrigatoriedade de irrigação suplementar demandada com o uso do 'Swingle'. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e o estado nutricional da laranja 'Valência' sobre porta-enxertos múltiplos e simples de 'Cravo' e 'Swingle', em fase de formação. Um pomar experimental foi instalado em espaçamento 7,0 m x 4,0 m, em Cordeirópolis (SP), em outubro de 2005 em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Avaliaram-se cinco tratamentos: (1) porta-enxertos simples de 'Cravo' e (2) de 'Swingle'; (3) porta-enxerto duplo com subenxertia no porta-enxerto principal ou (4) na copa, e (5) porta-enxerto quádruplo. Determinaram-se o diâmetro do caule dos porta-enxertos e da copa, número e comprimento dos ramos em diferentes quadrantes, diâmetro, altura e volume de copa aos 8 e 14 meses após o plantio. Ainda, foram avaliados os teores de nutrientes nas folhas nos quadrantes norte e sul da copa aos 14 meses. As plantas de 'Valência' sobre porta-enxertos duplos cresceram mais do que aquelas sobre porta-enxertos simples de 'Swingle', sendo essas diferenças mais marcantes no período de maior deficiência hídrica. O uso de mais de um porta-enxerto alterou também o estado nutricional da laranja 'Valência' que revelou teores foliares mais elevados de P, K, Cu e Zn, do que as sobre porta-enxertos simples de 'Cravo' e 'Swingle'.

Palavras-chave: citros, morte súbita dos citros, subenxertia, estresse hídrico, desenvolvimento, estado nutricional.

ABSTRACT

GROWTH AND NUTRITIONAL STATUS OF NON-BEARING 'VALENCIA' SWEET ORANGE ON SINGLE AND MULTIPLE ROOTSTOCKS OF 'RANGPUR LIME' AND 'SWINGLE' CITRUMELO

Control of citrus sudden death (CSD) has been only achieved by inarching affected trees in the field with tolerant rootstocks such as the 'Swingle' citrumelo. Therefore, the use of nursery trees inarched before planting appears as an interesting strategy for establishing new citrus groves where the CSD has not been yet detected, with the advantage of reducing irrigation needs of trees grafted on 'Swingle'. This research was carried out with the objective to evaluate growth and nutrition status of non-bearing 'Valencia' sweet oranges grafted on multiple and single rootstocks. An experimental grove was planted at 7,0 m x 4,0 m in Cordeirópolis, SP, in October 2005 under a randomized complete block design with 4 replicates. Five treatments were tested in order to compare the performance of trees on single rootstocks of (1) 'Rangpur' lime and (2) 'Swingle' Citrumelo, double rootstock with inarch of 'Rangpur' lime in the

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 3 de setembro de 2007 e aceito em 5 de dezembro de 2008.

⁽²⁾ Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo (IAC), Campinas. E-mail: davessetin@hotmail.com

⁽³⁾ Centro de Citricultura Sylvio Moreira - IAC, Rod. Anhanguera, km 158, 13490-970 Cordeirópolis (SP). E-mail: sergio@centrodecitricultura.br
Autor correspondente; ddm@centrodecitricultura.br

trunk of (3) 'Swingle' rootstock or of (4) the canopy and (5) quadruple rootstock (two double rootstocks). Trunk diameters of rootstocks and canopy were evaluated, as well as the number and length of twigs in different canopy quadrants, plant height, canopy diameter and volume at 8 and 14 months after planting in the field. Nutrient concentrations were also evaluated on leaf samples collected in the south and north parts of the canopy after 14 months. Double rootstock trees of Valencia sweet oranges presented more vigorous growth compared to others on single 'Swingle' citrumelo rootstocks, being such difference more evident definite during the high water deficit period of the study. The use of an additional rootstock changed the nutritional status of Valencia sweet orange trees, that presented higher concentration of P, K, Cu and Zn in the leaves than 'Swingle' or 'Rangpur' lime single rootstock plants.

Key words: *Citrus*, citrus sudden death, inarching, plant growth, water deficit, mineral nutrition.

1. INTRODUÇÃO

A morte súbita dos citros (MSC) é uma das mais recentes doenças que afetam a citricultura brasileira, tendo recebido esse nome pela velocidade com que os sintomas avançam desde seu estágio inicial até a morte da planta (GIMENES-FERNANDES e BASSANEZI, 2001; MÜLLER et al., 2002).

Apesar de ainda não se ter confirmado o agente causal, existe a hipótese da MSC ser causada por uma estirpe mutante do vírus da tristeza dos citros, possivelmente transmitida pelo pulgão preto (*Toxoptera citricida*), que afetaria laranjeiras doces sobre os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' (BOVÉ e AYRES, 2007).

Além do uso de porta-enxertos tolerantes à MSC em novos pomares, a subenxertia de plantas doentes tem sido considerada uma medida de controle da doença, recuperando pomares jovens inicialmente afetados (FUNDECITRUS, 2003; BASSANEZI et al., 2003). Dentro deste escopo, mais de 5 milhões de plantas foram subenxertadas no Brasil desde 2002 (BOVÉ e AYRES, 2007). A subenxertia com 'Cravo' diretamente no tronco da copa de mudas sobre 'Swingle' em fase final de formação da muda, foi também adotada visando ao plantio em regiões próximas das áreas afetadas (SETIN, 2005).

O limoeiro 'Cravo' é o porta-enxerto mais utilizado no Estado de São Paulo, correspondendo a, aproximadamente, 85% do total de plantas do parque citrícola (POMPEU JÚNIOR, 2005). Os porta-enxertos tolerantes, como o 'Swingle', 'Sunki', 'Cleópatra' e os trifoliatas, são as melhores opções para a subenxertia. Entretanto, estes são mais sensíveis à seca que o 'Cravo' (POMPEU JÚNIOR, 2005; MACHADO et al., 2002).

Os porta-enxertos afetam o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de frutos cítricos em resposta das interações das características genéticas e de fatores bióticos e abióticos ocorrentes no pomar. Como exemplo, o crescimento de laranjeiras doces sobre limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Cleópatra' aos 5 anos de idade foi maior em vista do volume de copa duas vezes maior que aquelas em 'Swingle' em

condição de sequeiro (QUAGGIO et al., 2004). Também, os teores foliares de N, P e K foram afetados pela combinação copa/porta-enxerto em plantas jovens de pomar de citros, em diferentes porta-enxertos (MATTOS JÚNIOR et al., 2006).

Considerando as características climáticas das regiões citrícolas no norte e noroeste do Estado de São Paulo, o uso de porta-enxertos resistentes à MSC, porém sensíveis à seca, implica a necessidade da irrigação suplementar, técnica recente na nossa citricultura, e que demanda controle otimizado de custo e do manejo da água. A subenxertia no campo é viável em pomares já instalados sobre limoeiro 'Cravo', adicionando a vantagem de tolerância da nova combinação à MSC, sem necessidade de irrigação. Com o aumento da idade do pomar, porém, este método se torna mais caro e menos eficiente, uma vez que é necessário maior número de subenxertos e a possibilidade de recuperação da planta é menor (BASSANEZI et al., 2003).

Apesar da constatada eficiência na remissão de MSC, existem poucas informações disponíveis sobre os efeitos da subenxertia sobre o desenvolvimento da copa, bem como sobre o estado nutricional das plantas. SETIN e CARVALHO (2005) avaliaram o uso de diferentes recipientes e do tipo de enxertia da laranjeira 'Valência' na fase de formação de mudas no viveiro e observaram que em porta-enxertos duplos de 'Swingle' e 'Cravo' houve maior crescimento em relação às produzidas sobre o 'Swingle' isoladamente. Por outro lado, não se conhece o comportamento no campo das plantas subenxertadas, quanto ao crescimento e ao estado nutricional nas diferentes seções da copa.

O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e os teores dos nutrientes minerais nas folhas em diferentes setores da copa de laranjeira 'Valência', enxertadas em porta-enxertos múltiplos e simples de 'Cravo' e 'Swingle', em fase inicial após o plantio no campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agronômico (IAC), em Cordeirópolis (SP), situado nas coordenadas: 22°27'22" S e 47°29'27" O, com altitude de 713 m, e clima do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido sem estação seca e com temperatura média do mês mais quente maior ou igual a 22,0 °C (ROLIM et al., 2005). O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, cuja análise química inicial da camada 0-20 cm de profundidade demonstrou pH (CaCl₂) = 5,7, MO = 40 g dm⁻³, P-resina = 45 mg dm⁻³, K = 4,7 mmol_c dm⁻³, Ca = 46 mmol_c dm⁻³, Mg = 25 mmol_c dm⁻³, H+Al = 25 mmol_c dm⁻³, CTC = 100,7 mmol_c dm⁻³, V = 75 %, B = 0,26 mg dm⁻³, Cu = 5,5 mg dm⁻³, Fe = 24 mg dm⁻³, Mn = 11,6 mg dm⁻³ e Zn = 1,3 mg dm⁻³. A média de precipitação pluvial anual é de 1.375 mm. A temperatura média anual é de 20,2 °C, sendo a média das máximas igual a 27,5 °C e a média das mínimas igual a 14,5 °C (PIO et al., 2001).

As mudas foram obtidas do trabalho de SETIN e CARVALHO (2005), com as quais se definiu cinco tratamentos, sendo a laranja 'Valência' sobre porta-enxertos simples de (1) limoeiro 'Cravo' e (2) citrumeleiro 'Swingle', porta-enxertos duplos, com subenxertia do (3) limoeiro 'Cravo' no porta-enxerto de citrumeleiro 'Swingle' ou (4) diretamente na copa de 'Valência' e (5) quádruplo, formado por dois porta-enxertos duplos (Figura 1).

A instalação do experimento foi realizada em outubro de 2005, utilizando espaçamento de 7,0 m x 4,0 m, em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições.

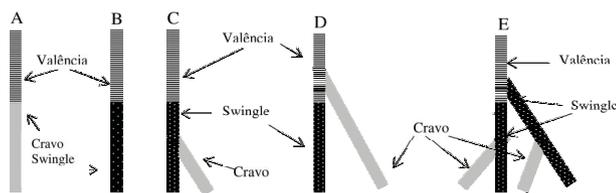


Figura 1. Representação gráfica das plantas de laranja 'Valência' nos tratamentos diferentes avaliados: A) porta-enxerto simples de limoeiro 'Cravo'; B) Porta-enxerto simples de citrumeleiro 'Swingle'; C) Porta-enxerto duplo: (subenxertia por garfagem de 'Cravo' no porta-enxerto de citrumeleiro 'Swingle'); D) Porta-enxerto duplo: (subenxertia por garfagem de 'Cravo' diretamente na copa); E) Porta-enxerto quádruplo (subgarfagem de 'Cravo' no 'Swingle' e subgarfagem de 'Swingle', subenxertado com 'Cravo', na copa de laranja 'Valência').

O plantio das mudas foi orientado pelos pontos cardeais, conforme ilustra a figura 2, sendo as mudas com porta-enxertos duplos de 'Cravo' e 'Swingle' posicionadas com estes voltados para o sul e norte respectivamente. As mudas de porta-enxertos quádruplos foram posicionadas de maneira que tanto do lado norte quanto do lado sul, a planta tivesse os dois porta-enxertos 'Cravo' e 'Swingle'.

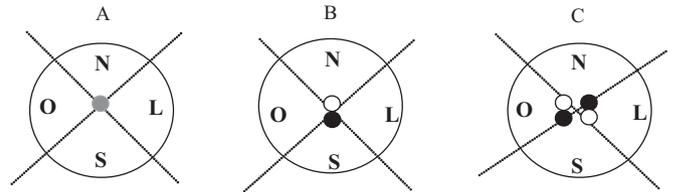


Figura 2. Orientação, em relação aos pontos cardeais, dos porta-enxertos e subenxertos avaliados para laranja 'Valência': A) Planta de porta-enxerto simples 'Cravo' ou citrumeleiro 'Swingle'; B) Planta de porta-enxerto duplo com 'Cravo' na face sul e 'Swingle' na face norte; C) Planta com porta-enxerto quádruplo com 'Cravo' ao sul e 'Swingle' ao norte na porção oeste e 'Cravo' ao norte e 'Swingle' ao sul na porção leste. Legenda: ● = 'Cravo' ou 'Swingle'; ○ = 'Cravo'; ● = 'Swingle'.

A adubação do sulco de plantio foi realizada aplicando-se 60 g m⁻¹ linear de sulco de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e micronutrientes, segundo recomendações QUAGGIO et al. (1997). Após o fechamento dos sulcos foram abertas covas para o plantio das mudas.

O crescimento das plantas foi avaliado por medições de altura, diâmetro de copa, diâmetro dos troncos dos porta-enxertos e da copa (5 cm abaixo e acima da enxertia), diâmetro dos troncos dos subenxertos (Figura 3), comprimento e número de ramos nos diferentes quadrantes, aos 8 e aos 14 meses após o plantio.

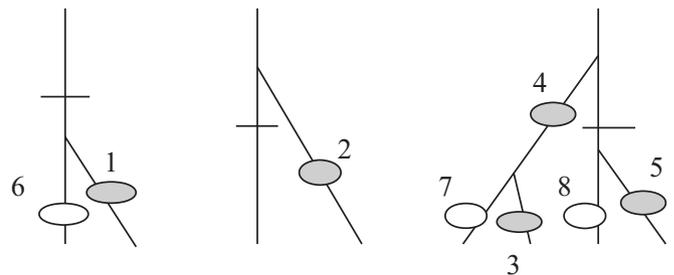


Figura 3. Subenxertos (cinza) e porta-enxertos (branco) avaliados para diâmetro de tronco abaixo do ponto de subenxertia. 1) Subenxerto do duplo no porta-enxerto; 2) Subenxerto do duplo na copa; 3) Subenxerto do subenxerto do quádruplo; 4) Subenxerto da copa do quádruplo; 5) Subenxerto do quádruplo; 6) 'Swingle' do duplo no porta-enxerto; 7) 'Swingle' do subenxerto do quádruplo; 8) 'Swingle' do quádruplo.

O diâmetro dos troncos de porta-enxertos, da copa e dos subenxertos das plantas foi medido com auxílio de paquímetro digital. A altura, o diâmetro de copa e o comprimento dos ramos em cada quadrante foram determinados com régua graduada, sendo a copa das plantas marcadas de maneira que ficassem divididas em quatro partes (Figura 2).

O balanço hídrico decendial e o armazenamento de água no solo para 2006 foram calculados com a utilização da planilha eletrônica desenvolvida por ROLIM et al. (1998), utilizando-se os dados climáticos obtidos em estação meteorológica localizada cerca de 500 m da área experimental e computados pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, <http://www.ciiagro.iac.sp.gov.br>), do Instituto Agrônomo (IAC).

O estado nutricional das plantas foi avaliado pela análise foliar de macro e micronutrientes, realizada em amostras de 20-25 folhas maduras (com cinco a seis meses de idade), sendo retiradas cinco folhas de ramos não frutíferos das cinco plantas de cada parcela, nos quadrantes norte e sul, respectivos aos porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' e de citrumeleiro 'Swingle', aos 14 meses após o plantio. As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em refrigerador. Foram, posteriormente, lavadas sucessivamente em solução detergente (0,1% v/v), água e água destilada, secas em estufa de ventilação forçada com temperaturas entre 65 e 70 °C por 24 horas. Após a secagem as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com câmara de aço inoxidável e peneira de 1 mm de abertura, armazenadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados e encaminhadas ao laboratório para análises químicas.

O N foi determinado pelo método Kjeldhal; o P por colorimetria do metavanadato; o K por fotometria de chama; o Ca, Mg, Cu, Mn e Zn por especto-fotometria de absorção atômica, o B por colorimetria da curcumina e o S pelo método da turbidimetria do sulfato de bário, conforme processos descritos por MALAVOLTA et al. (1997).

A análise estatística dos dados de crescimento e estado nutricional foi realizada conforme o delineamento experimental, utilizando-se o pacote estatístico Sanest (ZONTA et al., 1984) sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento aos 8 e aos 14 meses após plantio

Nas plantas de porta-enxerto quádruplo e de porta-enxerto duplo por subgarfagem no porta-

enxerto, observaram-se maiores diâmetros de tronco do porta-enxerto principal de citrumeleiro 'Swingle', aos 8 e aos 14 meses após o plantio (Tabela 1). Houve, portanto, um ganho para este parâmetro com o uso de porta-enxertos múltiplos, superando inclusive o simples de limoeiro 'Cravo', variedade de porta-enxerto relatada como de maior vigor em nossas condições (POMPEU JÚNIOR., 2005). Na comparação entre porta-enxertos simples, não se observaram diferenças, discordando dos dados obtidos por GIRARDI e MOURÃO FILHO (2004), que constataram no 'Swingle' maior diâmetro de tronco em relação ao limoeiro 'Cravo' aos 12 meses após o plantio de mudas de laranjeira 'Valência' formadas sobre tais porta-enxertos.

Observa-se, ainda, que o ganho em diâmetro no caule do porta-enxerto principal de 'Swingle', obtido com o uso de um ou dois porta-enxertos adicionais, somente ocorreu quando a subenxertia de limoeiro 'Cravo' foi realizada no tronco do próprio 'Swingle' (= Duplo: no P.E.), que deve ter atuado como fonte adicional de água e nutrientes para a parte superior à subgarfagem (Tabela 1). O fato desta região também se constituir no principal caminho para o transporte de fotoassimilados para o duplo sistema radicular, provavelmente favoreceu seu crescimento em diâmetro, o que não ocorreu quando o 'Cravo' foi subenxertado diretamente no tronco da 'Valência' (= Duplo: na copa).

Em relação ao diâmetro de tronco da copa, quando a subenxertia foi feita diretamente em 'Valência', houve maior crescimento, comparativamente aos outros tipos de formação da muda plantados no campo, sobretudo considerando-se as plantas sobre 'Swingle' isoladamente, sobre as quais o ganho foi superior a 40% aos oito meses após o plantio (Tabela 1). Com o uso de porta-enxertos simples, quando comparado com o limoeiro 'Cravo', o citrumeleiro 'Swingle' conferiu menor diâmetro de tronco a copa, diferenças, entretanto, não observadas por GIRARDI e MOURÃO FILHO (2004), entre estes dois porta-enxertos no diâmetro de tronco de 'Valência' até o primeiro ano de plantio.

Como discutido anteriormente para o diâmetro de tronco do porta-enxerto, ainda aos oito meses, houve maior desenvolvimento em altura e volume da copa com o emprego de porta-enxerto duplo com enxertia no tronco do 'Swingle' e também no quádruplo. Assim, em plantas com porta-enxertos múltiplos ocorreram valores até 22% maiores aos de plantas sobre porta-enxerto simples 'Cravo' e até o dobro daquelas sobre porta-enxertos simples de citrumeleiro 'Swingle' (Tabela 1).

Esses resultados convergem com informações da literatura de que laranjeiras enxertadas sobre citrumeleiro 'Swingle' são de menor vigor em relação aquelas sobre limoeiro 'Cravo' (QUAGGIO et al., 2004; POMPEU JÚNIOR., 2005; MATTOS JÚNIOR et al., 2006).

Tabela 1. Crescimento da laranjeira 'Valência' sobre porta-enxertos (P.E.) simples de limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle' e sobre porta-enxertos múltiplos, aos 8 e aos 14 meses após o plantio. Cordeirópolis (SP), 2006/2007

Tratamento ⁽¹⁾	Diâmetro de tronco		Altura da planta	Diâmetro da copa	Volume da copa
	P.E.	copa			
		mm	m		m ³
8 meses					
Simple: 'Cravo'	25,3 b	21,5 a	1,03 ab	0,48 ab	0,13 ab
Simple: 'Swingle'	25,0 b	16,9 b	0,89 b	0,39 b	0,08 b
Duplo: no P.E.	31,7 a	21,6 a	1,13 a	0,49 ab	0,16 a
Duplo: na copa	24,0 b	24,0 a	0,98 ab	0,47 ab	0,11 ab
Quádruplo	33,7 a	24,0 a	1,13 a	0,51 a	0,16 a
CV (%)	8,6	8,3	9,3	9,4	24,5
14 meses					
Simple 'Cravo'	40,4 b	34,2 bc	1,34 a	0,83 a	0,50 a
Simple 'Swingle'	42,7 b	30,7 c	1,15 a	0,74 a	0,33 a
Duplo: no P.E.	49,4 a	35,8 ab	1,41 a	0,87 a	0,57 a
Duplo: na copa	38,9 b	38,9 a	1,19 a	0,82 a	0,43 a
Quádruplo	51,3 a	38,0 ab	1,38 a	0,86 a	0,54 a
CV (%)	6,3	5,7	8,8	7,7	22,7

(¹) Simple = planta formada com um único porta-enxerto; Duplo = planta formada com dois porta-enxertos (na copa e no porta-enxerto referem-se ao ponto de subenxertia na planta); Quádruplo = formação com dois porta-enxertos duplos.

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna em uma mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos quatorze meses, entretanto, apesar de ocorrer o mesmo efeito para o diâmetro do tronco, tanto do porta-enxerto quanto da copa, estas diferenças não foram mais significativas. Essas informações indicam que, com a maior idade, pode haver tendência das plantas se igualarem, anulando o efeito favorável no crescimento, observado com o uso de mais de um porta-enxerto por planta, que ocorreu na fase de formação das mudas utilizadas neste experimento, quando as plantas de 'Valência' sobre 'Swingle' que receberam subenxertia de limoeiro 'Cravo' tiveram maior crescimento do que as mudas sobre 'Swingle' isoladamente (SETIN e CARVALHO, 2005). Entretanto, o pequeno efeito de porta-enxertos adicionais pode também estar correlacionado à ocorrência de chuvas e aumento da água disponível para as plantas no período precedente à segunda avaliação, realizada em dezembro (Figura 4).

Assim, pode ter sido favorecida a retomada do crescimento das plantas sobre 'Swingle', variedade mais sensível à seca, pois apesar do diâmetro de tronco, copa e, conseqüentemente, do desenvolvimento inicial de pomares de laranjeiras doces sobre 'Swingle' ser uma característica comum induzida pelos trifoliatas e alguns de seus

híbridos (GARDNER e HORANIC, 1967), sua intensidade ainda depende do estresse hídrico que possa ocorrer no pomar.

Nas duas avaliações realizadas para o diâmetro de tronco de subenxertos (Figura 3), o tronco do limoeiro 'Cravo' utilizado como "subenxerto do subenxerto do quádruplo" não se desenvolveu como nos demais (Tabela 2).

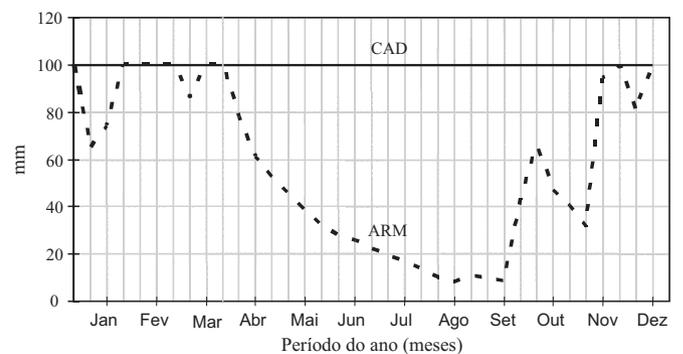


Figura 4. Variação decenal do armazenamento de água no solo (ARM), durante o ano de 2006 em Cordeirópolis, SP, considerando a capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm.

Tabela 2. Diâmetro de tronco de subenxertos e diâmetro do porta-enxerto (P.E.) abaixo do ponto de subenxertia de laranjeira 'Valência' aos 8 e aos 14 meses após plantio, Cordeirópolis (SP), 2006/2007

Subenxerto	Diâmetro	
	8 meses	14 meses
	mm	
Subenxerto do duplo no P.E.	19,2 a	43,2 a
Subenxerto do duplo na copa	16,2 a	37,9 a
Subenxerto do subenxerto do quádruplo	7,1 b	14,0 b
Subenxerto da copa do quádruplo	9,2 b	20,0 b
Subenxerto do quádruplo	18,6 a	36,7 a
CV (%)	13,7	12,0
Porta enxerto		
Swingle do duplo no P.E.	28,0 a	52,8 a
Swingle do subenxerto do quádruplo	8,8 b	18,0 b
Swingle do quádruplo	28,6 a	50,2 a
CV (%)	5,6	9,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna, entre subenxertos ou porta-enxertos, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Este menor diâmetro do tronco pode estar relacionado à provável desvantagem na competição por fotoassimilados com os subenxertos inseridos diretamente no tronco principal da planta, que desde o início de produção da muda já possuíam maior diâmetro e que, por sua vez, também competiram com o porta-enxerto principal. Este efeito ocorreu também para o "subenxerto da copa do quádruplo" (Tratamento 5), que mesmo sendo suprido por um sistema radicular duplo, desenvolveu-se menos. Foi, também, dentre os troncos de citrumeleiro 'Swingle', o de menor diâmetro abaixo do ponto de subenxertia (Tabela 2), provavelmente por ter sido inserido na planta, conforme utilizado por viveiristas (SETIN, 2005), posteriormente, aos demais (um mês antes do plantio das mudas para no campo) e por ser um subenxerto e não o porta-enxerto principal da planta como os demais.

Para número e comprimento de ramos aos oito meses, a distribuição das brotações nos diferentes setores da copa foi bastante homogênea, sem efeito dos quadrantes, que também não influenciaram o comprimento dos ramos aos 14 meses após o plantio (Tabela 3). Com relação aos tratamentos, independentemente do quadrante avaliado, não houve efeito de porta-enxertos adicionais em relação aos simples de 'Cravo' ou 'Swingle' aos 8 meses, com valores médios de 4,3 ramos por quadrante de copa da laranjeira 'Valência'. Por outro lado, considerando o comprimento dos ramos, observam-se aos oito meses melhores resultados para plantas com porta-enxertos múltiplos em relação ao simples de 'Swingle', não

sendo, entretanto, significativo o efeito do porta-enxerto quádruplo aos 14 meses. Assim, apesar de não alterar o número de ramos, o comprimento deles foi maior nas plantas sobre 'Swingle' com porta-enxerto adicional de 'Cravo', não tendo reflexo no crescimento geral da planta, conforme já discutido, provavelmente por estarem os ramos vergados ou dispostos para o interior da planta.

As plantas estão sujeitas às diferenças na incidência solar com favorecimento de luz e calor para o lado leste da planta que recebe energia no período da manhã, quando a temperatura é menor e a umidade relativa do ar é maior, fatores que favorecem a fotossíntese neste lado da copa (RIBEIRO, 2006). Os dados obtidos neste estudo corroboram com estas informações, pois na avaliação aos 14 meses, o menor número médio de ramos foi observado nos lados oeste e norte, sendo maior do lado leste da planta (Tabela 3).

Entre os tratamentos de porta-enxertos e subenxertos avaliados, somente ocorreram diferenças para número de ramos nos quadrantes leste e oeste; nas plantas sobre porta-enxertos simples 'Swingle' observaram-se valores menores do que aquelas sobre limoeiro 'Cravo' ou com subenxerto (Tabela 4), indicando possível ação deste no estímulo às brotações nesses lados das plantas. Desta maneira, por características próprias da variedade, a subenxertia com o limoeiro 'Cravo' eliminou o desequilíbrio nas brotações ao redor da copa, caracterizado pelo menor número de ramos do lado leste com o uso de porta-enxerto simples de citrumeleiro 'Swingle'.

Tabela 3. Número de ramos aos 8 meses e 14 meses e comprimento de ramos aos 14 meses após plantio da laranjeira 'Valência', em diferentes quadrantes e nos diferentes tratamentos avaliados. Cordeirópolis (SP), 2006

Quadrante	Número de ramos		Comprimento de ramos	
	8 meses		14 meses	
	cm			
Leste	4,0 a		22,5 a	18,0 a
Oeste	3,7 a		22,0 a	18,9 a
Norte	4,2 a		21,4 a	18,8 a
Sul	3,7 a		20,8 a	19,4 a
Tratamento ⁽¹⁾				
Simple: 'Cravo'	4,0 a		21,5 ab	16,8 c
Simple: 'Swingle'	3,8 a		18,4 b	16,7 c
Duplo: na copa	4,1 a		23,0 a	20,6 ab
Duplo: no porta-enxerto	4,0 a		21,7 a	21,6 a
Quádruplo	3,8 a		23,8 a	18,3 bc
CV (%)	25,1		15,2	12,2

(¹) Simple = planta formada com um único porta-enxerto; Duplo = planta formada com dois porta-enxertos (na copa e no porta-enxerto referem-se ao ponto de subenxertia na planta); Quádruplo = formação com dois porta-enxertos duplos.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, entre quadrantes ou tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Número de ramos da laranjeira 'Valência', nos diferentes tratamentos de subenxertia e quadrantes aos 14 meses após o plantio. Cordeirópolis (SP), 2006

Tratamento ⁽¹⁾	Leste	Oeste	Norte	Sul
Simple: 'Cravo'	22,3 a	20,2 a	19,7 a	19,0 a
Simple: 'Swingle'	17,3 b	16,9 b	18,7 a	20,5 a
Duplo: no P.E.	21,8 a	18,5 ab	21,0 a	21,2 a
Duplo: na copa	22,0 a	21,2 a	21,3 a	21,5 a
Quádruplo	24,0 a	21,0 a	20,0 a	20,8 a
Médias por quadrante	21,5 A	19,5 B	20,1 B	20,6 AB
CV (%)	7,6			

(¹) Simple = planta formada com um único porta-enxerto; Duplo = planta formada com dois porta-enxertos ("na copa" e "no porta-enxerto" referem-se ao ponto de subenxertia na planta); Quádruplo = formação com dois porta-enxertos duplos.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estado nutricional aos 14 meses após plantio

Pelos resultados da análise química foliar não se verificaram interações significativas para os teores de macro e micronutrientes da laranjeira 'Valência' avaliados entre os quadrantes norte/sul e porta-enxertos, aos 14 meses após plantio das mudas no campo. Por outro lado, houve apenas variações para efeitos de porta-enxertos (Tabela 5).

Os teores de N nas folhas pouco variaram em vista do efeito de porta-enxertos (23,9-25,9 g kg⁻¹; Tabela 5). Embora tenha sido reportado que em

plantas sobre limoeiro 'Cravo' havia maior teor de N foliar em relação àquelas sobre 'Swingle', em pomar com 4 a 5 anos de idade e adubado com diferentes doses de N (MATTOS JÚNIOR et al., 2006). Destaca-se que no primeiro ano de desenvolvimento no campo, quando o tamanho da planta é pequeno comparativamente àquelas mais velhas, podem ocorrer rápidas variações do teor foliar de N (positivas e negativas), em resposta à frequência de aplicações do adubo nitrogenado, dificultando a interpretação de efeitos de tratamentos como aqueles testados neste estudo.

Tabela 5. Teores de macronutrientes nos tratamentos e nos quadrantes norte e sul. Cordeirópolis (SP), dezembro de 2006

Tratamento ⁽¹⁾	N	P	K	g kg ⁻¹		
				Ca	Mg	S
Porta-enxerto						
Simples 'Cravo'	25,9 a	0,5 c	15,6 ab	20,5 c	1,9 d	2,0 b
Simples 'Swingle'	24,4 ab	0,9 ab	11,5 c	24,6 ab	4,2 a	2,5 ab
Duplo: no P.E.	25,1 ab	1,0 a	16,1 ab	26,0 a	3,7 ab	3,1 a
Duplo: na Copa	23,9 b	1,0 a	17,4 a	24,0 ab	2,9 c	2,9 a
Quádruplo	24,0 b	0,9 ab	14,7 b	25,7 a	3,4 bc	2,9 a
Quadrante						
Norte	24,7 a	0,8 a	14,5 b	25,1 a	3,4 a	2,7 a
Sul	24,5 a	0,8 a	15,6 a	23,2 a	3,0 b	2,6 a
CV %	5,0	40,2	9,7	12,2	17,2	17,1

(¹) Simples = planta formada com um único porta-enxerto. Duplo = planta formada com dois porta-enxertos (na copa e no porta-enxerto referem-se ao ponto de subenxertia na planta). Quádruplo = formação com dois porta-enxertos duplos.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, entre porta-enxertos e quadrantes, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Maiores variações foram observadas para os teores de P e K. Este primeiro com teores de até 1,0 g kg⁻¹ de P para plantas em porta-enxertos duplos (Tabela 5). Já no caso do K, é possível considerar que a resposta observada tenha ocorrido em função das características do 'Swingle', cuja demanda por K parece ser maior se comparada ao 'Cravo' (MATTOS JÚNIOR et al., 2006). Ainda, teores mais baixos de K nas folhas de plantas sobre 'Swingle' (= 11,5 g kg⁻¹; Tabela 5) explicariam maiores teores de Mg (= 4,3 g kg⁻¹) também observados na mesma condição. Essa relação inversa é explicada pela absorção competitiva de cátions e pela disponibilidade de nutrientes ao citros, conforme observado em experimentos de adubação N, P e K de laranja 'Hamlin' (OBREZA e ROUSE, 1993) e do tanger 'Murcott' (MATTOS JÚNIOR et al., 2004). Esta relação se repete ao se analisar o efeito de quadrante, onde ao norte verificou-se menor teor de K e menor de Mg nas folhas amostradas e vice-versa ao sul (Tabela 5).

Os teores médios de Ca nas folhas da laranja 'Valência' (□ 24,2 g kg⁻¹) foram baixos se comparados aos resultados médios obtidos com a mesma copa sobre 'Cravo' (= 45,5 g kg⁻¹) e 'Swingle' (= 47,1 g kg⁻¹) aos 12 meses após o plantio (GIRARDI e MOURÃO FILHO, 2004) e também às faixas de interpretação da análise foliar dos citros apresentada por QUAGGIO et al. (2005). Esses valores podem ser atribuídos à disponibilidade do nutriente em solo originalmente ácido, onde a correção da acidez com a aplicação de calcário não foi efetiva até a época de avaliação do experimento. Em

laranja sobre o porta-enxerto simples de 'Cravo' ocorreu os menores teores de Ca e Mg foliar comparado aos outros tratamentos testados (Tabela 5). Contudo, não se definiu uma explicação para essa diferença. O limoeiro 'Cravo' é considerado uma variedade porta-enxerto com características favoráveis ao desenvolvimento em diferentes condições de solo no Brasil e por isso tem sido preferido pelos citricultores há anos (POMPEU JÚNIOR, 2005). Embora não se disponha de dados conclusivos, seria possível atribuir o bom crescimento das plantas sobre 'Cravo', à sua maior tolerância à acidez do solo, cujos teores foliares mais baixos de Ca e Mg seriam correspondentes.

Com o plantio de pomares em solos com baixos teores de matéria orgânica e aumento do uso de fórmulas concentradas de fertilizantes contendo pouco S, direcionaram-se estudos para a avaliação da resposta dos citros à aplicação desse nutriente. Para os citros, foi observado aumento da produção de frutos, avaliada em uma única colheita, com a aplicação de S em um pomar do Estado de São Paulo em solo tipo Entisol Quartzarênico com teor de S = 5 mg dm⁻³ (MALAVOLTA et al., 1987). Os autores citaram que essa resposta seguiu a mesma tendência observada para outras espécies e que o teor foliar de S = 2,0 g kg⁻¹ correspondeu a 90% da produção máxima da cultura. Dessa forma, conforme os dados da tabela 5, é provável que as variações nos teores foliares de S no experimento (2,0-3,1 mg kg⁻¹) não tenham significância agrônômica em termos de crescimento das plantas avaliadas.

Para os micronutrientes, observaram-se diferenças significativas nos teores foliares da laranja 'Valência' apenas para efeitos de porta-enxertos (Tabela 6). Contudo, as variações para B, Cu e Zn não permitiram estabelecer um claro entendimento do efeito dos tratamentos testados. É provável que o maior teor de B foliar para plantas no porta-enxerto simples de 'Swingle' correspondam a uma resposta varietal. Com as observações de campo e os dados obtidos por GIRARDI e MOURÃO FILHO (2004) e MATTOS JÚNIOR et al. (2006) comprovou-se que em plantas sobre aquele

porta-enxerto há maiores teores foliares de B em comparação a copas sobre limoeiro 'Cravo' e tangerina 'Sunki'. No caso do Zn, plantas sobre porta-enxertos simples revelaram teores foliares mais baixos ($<99 \text{ mg kg}^{-1}$), comparativamente àquelas sobre porta-enxertos múltiplos. Contudo, essas diferenças não traduziram em maior desenvolvimento das plantas conforme demonstrado na tabela 1, o que ainda pôde ser confirmado pela ausência de sintomas foliares visíveis de deficiência desse nutriente, cuja ocorrência é associada a teores $<34 \text{ mg kg}^{-1}$ (HANLON et al., 1995; QUAGGIO et al., 2005).

Tabela 6. Teores de micronutrientes nos diferentes tratamentos e nos quadrantes norte e sul. Cordeirópolis, dezembro de 2006.

Tratamentos	B	Cu	mg kg ⁻¹		
			Fe	Mn	Zn
Porta-Enxerto					
Simple 'Cravo'	167 ab	6 ab	136 b	93 a	99 ab
Simple 'Swingle'	211 a	4 b	205 a	87 a	88 b
Duplo: no P.E.	139 ab	5 ab	194 a	106 a	125 a
Duplo: na Copa	126 b	6 a	188 a	103 a	125 a
Quádruplo	133 b	5 ab	190 a	98 a	104 ab
Quadrante					
Norte	151 a	5 a	191 a	98 a	104 a
Sul	159 a	5 a	174 a	97 a	112 a
CV (%)	33,3	25,1	15,1	15,5	18,6

(¹) Simple = planta formada com um único porta-enxerto. Duplo = planta formada com dois porta-enxertos (na copa e no porta-enxerto referem-se ao ponto de subenxertia na planta). Quádruplo = formação com dois porta-enxertos duplos. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, entre porta-enxertos e quadrantes, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÕES

1. Constata-se que a laranja 'Valência' sobre porta-enxertos múltiplos é a de maior crescimento inicial sobre porta-enxertos simples de citrumeleiro 'Swingle', e as diferenças mais marcantes ocorrem no período de maior deficiência hídrica.

2. O uso de mais de um porta-enxerto por planta altera o estado nutricional da laranja 'Valência', que possui teores foliares mais altos de P, K, Cu e Zn que aquelas sobre 'Swingle' e 'Cravo'; contudo essas diferenças não são diretamente associadas ao desempenho agrônômico no primeiro ano de instalação do pomar.

3. A subenxertia de limoeiro 'Cravo' elimina o desequilíbrio nas brotações ao redor da copa, caracterizado pelo menor número de ramos do lado leste com o uso de porta-enxerto simples de

citrumeleiro 'Swingle'. Entretanto, a associação de dois ou mais porta-enxertos não altera o efeito do quadrante nas concentrações de K e Mg nas folhas de 'Valência' mais elevadas, respectivamente, dos lados sul e norte das plantas sobre porta-enxertos simples 'Cravo' e 'Swingle'.

REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, R.B.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOTTFWALD, T.R.; BOVÉ, J.M. Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generated hypotheses concerning its etiology. *Phytopathology*, St. Paul, v. 93, p. 502-512, 2003.
- BOVÉ, J.M.; AYRES, A.J. Etiology of three recent diseases of citrus in São Paulo State: Sudden death, variegated chlorosis and huanglongbing. *IUBMB Life*, v. 59, n. 4, p. 346-354, 2007.

- CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA. Morte súbita dos citros: o que se sabe da doença até agora. **Informativo do Centro de Citricultura**, Cordeirópolis, n. 100, p.1-3, 2003.
- FUNDECITRUS. Subenxertia dá certo. **Revista Fundecitrus**, Araraquara, v. 15, n. 10, p. 11, 2003.
- GARDNER, F.E.; HORANIC, G.E. *Poncirus trifoliata* and some of its hybrids as rootstocks for Valencia sweet orange. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, v. 53, p. 85-87, 1967.
- GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R.B. Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 27, p. 93, 2001.
- GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Crescimento inicial de laranja 'Valência' sobre dois porta-enxertos em função da adubação nitrogenada no plantio. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 117-119, 2004.
- HANLON, E.A.; OBREZA, T.A.; ALVA, A.K. Tissue and soil analysis. In: TUCKER, D.P.H.; ALVA, A.K.; JACKSON, L.K.; WHEATON, T.A. (Ed.). **Nutrition of Florida Citrus Trees**. Gainesville: University of Florida, 1995. p. 13-16.
- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial de água nas folhas de laranja 'Valência'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 53-58, 2002.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; ROSOLEM, C.A.; FAGERIA, N.K.; GUIMARÃES, P.T.G. Sulphur responses of Brazilian crops. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, p.2153-2158, 1987.
- MATTOS JÚNIOR, D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; CARVALHO, S.A. Modelos de resposta do tangor Murcott à fertilização com N, P e K. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, p.164-167, 2004.
- MATTOS JÚNIOR, 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**, New York, v. 29, p. 1371-1385, 2006.
- MATTOS JÚNIOR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; STUCHI, E.S. Boron soil test and leaf analysis correlate with fruit yield of sweet oranges. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 18., Philadelphia. **Proceedings...** Philadelphia: IUSS, SSSA, 2006. p.141. (Cd-Rom)
- MÜLLER, G.W.; DE NEGRI, J.D.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MATTOS JÚNIOR., D.; POMPEU JÚNIOR., J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; MACHADO, M.A.; CARVALHO, S.A.; GIROTTO, L.F. Citrus sudden death: a new citrus disease in Brazil. **Proceedings of the International Organization of Citrus Virologists**, v. 1, p. 405-408, 2002.
- OBREZA, T.A.; ROUSE, R. Fertilizer effects on early growth and yield of 'Hamlin' orange trees. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p.111-114, 1993.
- PIO, R.M.; MINAMI, K.; FIGUEIREDO, J.O. Características do fruto da variedade Span americana (*Citrus reticulata* Blanco): uma tangerina do tipo 'Poncã' de maturação precoce. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p.325-329, 2001.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR., J. **Citros**. Campinas: IAC ; Fundag, 2005. cap. 4, p. 61-104.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; TOLEDO PIZA JR., C. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. p. 121-153.
- 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**, Brasília, v. 39, p. 1-6. 2004.
- QUAGGIO, J.A.; MATTOS JÚNIOR., D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JÚNIOR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR., J. **Citros**. Campinas: IAC; Fundag, 2005. cap. 17, p. 483-507.
- RIBEIRO, R.V. **Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranja 'Valência'**. 2006. 157p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, p.133-137, 1998.
- ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Atualização da classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para o Estado de São Paulo com o uso de sistema de informação geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, campinas. **Resumos expandidos...** Campinas: SBAGro, 2005. (CD-ROM)
- 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/imagembank/Docs/DocBank/%C3%81rea%20Tecnica/Daves%20Setin%20-%20Muda%20turbinada.pdf>>. Acesso em 10 out. 2006.
- SETIN, D.W.; CARVALHO, S.A. Recipientes e tipo de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos. In: MOSTRA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CENTRO APTA CITROS SYLVIO MOREIRA – IAC, 1., Cordeirópolis, 2005. **Resumos...** Cordeirópolis: CAPTACSM-IAC, 2005. (CD ROM).
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST - Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1984. 75p.