

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS EM RECIPIENTES E
AMBIENTE PROTEGIDO NO RIO GRANDE DO SUL**

Gilmar Schäfer
Engenheiro Agrônomo (UFRGS)

Tese apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Doutor em Fitotecnia
Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro, 2004

Dedico:

Aos meus dois amores: minha
mulher Eliane Dias Alvarez e ao
meu filho Gilmar Schäfer Júnior.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai e minha mãe aos quais devo o que sou.

Ao Prof. Dr. Paulo Vitor Dutra de Souza, que soube como ninguém, orientar, estimular, compreender e construir uma amizade.

Ao professor Otto Carlos Koller por toda a jornada desde a iniciação científica até o doutorado, sempre prestativo e amigo, ajudou-me a construir e solidificar o meu conhecimento.

Aos professores Sérgio Francisco Schwarz, Gilmar Arduino Bettio Marodin, Paulo Sant'Anna e Castro, Renar João Bender e Ingrid Bergman Inchausti de Barros do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela estimável amizade e valorosas contribuições profissionais.

Aos meus amigos e colegas do curso de Pós-Graduação, em especial, Andréia Hansen Oster, Ivar Antônio Sartori, Nestor Valtir Panzenhagen, Cláudio Henrique Kray, Sergiomar Theisen, Eduardo Seibert, Mário Luís Fochesato, pela amizade e auxílio.

Aos bolsistas que contribuíram para a execução deste trabalho, em especial, Eduardo Limberger, Anderson André Dias, Paula de Oliveira Melo, Bernadete Reis e Hardi Schmatz Maciel.

Aos meus sogros, Ramão Alvarez Filho e Maria Luiza Alvarez e a minha cunhada Ariane Dias Alvarez, pelo estímulo, amizade e colaboração.

Aos funcionários Ernani Pezzi, Cleusa Padilha Comelli, Idenir José de Conto e Detamar Antônio da Rocha do DHS/UFRGS pela amizade e colaboração.

Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, sempre presentes na execução dos experimentos, em especial a Arlindo Koller.

A Eucatex – Agro, representada pelo Sr. Telmo Savaris; Indústrias Schneider, representada pelo Sr. Marco Aurélio Schultz; e, MEC PREC, fábrica de substrato Wolff Klabin, pelo auxílio em materiais para as pesquisas.

Aos demais colegas, amigos, professores e funcionários que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação pessoal e profissional.

A CAPES e ao CNPq pela concessão da bolsa e pelo auxílio financeiro.

A todos que auxiliaram na execução deste trabalho.

PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS EM RECIPIENTES E AMBIENTE PROTEGIDO NO RIO GRANDE DO SUL ¹

Autor: Gilmar Schäfer

Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de estabelecer protocolos para a produção de porta-enxertos cítricos em ambiente protegido no Rio Grande do Sul, com ênfase no uso e caracterização de substratos e diversificação de porta-enxertos cítricos. Durante este trabalho foram desenvolvidos seis experimentos: a) Caracterização do cultivo inicial de porta-enxertos em diferentes substratos; b) Avaliação de diferentes tamanhos de tubetes no desenvolvimento na fase de sementeira e posterior repicagem para citropotes; c) avaliação de diferentes sistemas de irrigação no desenvolvimento inicial de porta-enxertos; d) Desenvolvimento de porta-enxertos submetidos a dois métodos de propagação inicial; e) Influência de diferentes densidades de empacotamento do substrato sobre as características físicas do mesmo e sobre a emergência de porta-enxertos; e f) Utilização de teste não destrutivo para monitorar pH e condutividade elétrica de substratos. Os resultados demonstram, que a escolha correta do substrato é fundamental para um desenvolvimento acelerado e uma muda de maior qualidade; o desenvolvimento inicial dos porta-enxertos está diretamente relacionado ao volume de tubete utilizado, mas este efeito desaparece após a repicagem na fase de viveiro; o sistema de irrigação por capilaridade apresenta grande potencial para uso na produção de porta-enxertos de citros, acelerando o desenvolvimento dos mesmos. Também verificou-se, que, na produção de porta-enxertos em tubetes e em casa de vegetação, há viabilidade de aproveitamento daqueles descartados, repicando-os; as diferentes densidades de empacotamento afetam as características físicas do substrato, alterando negativamente a morfologia do sistema radicular; o teste PourThru mostra-se efetivo no monitoramento de pH e da condutividade elétrica; os citranges 'C13' e 'C37' apresentam boas características de desenvolvimento vegetativo sendo indicados como opção para diversificação.

¹Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (129 p.) Dezembro, 2004.

PRODUCTION OF CITRUS ROOTSTOCKS IN CONTAINERS AND GREENHOUSE IN RIO GRANDE DO SUL ¹

Author: Gilmar Schäfer

Adviser: Paulo Vitor Dutra de Souza

ABSTRACT

The objective of this work was to establish protocols for the production of citrus rootstocks in greenhouse in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, with emphasis in the substrate use and characterization and citrus rootstock diversification. During this work six experiments had been developed: a) Characterization of the initial rootstock development in different substrates; b) Evaluation of different tubes sizes in the rootstock seedling development; c) Evaluation of different systems of irrigation in the initial rootstock development; d) Rootstock development submitted to two methods of initial propagation; e) The influence of different packing densities of the substrate on physical characteristics and on the emergency of rootstock; and f) Evaluation of non destructive method to monitor pH and electric conductivity of a substrate. The results demonstrate, that the correct choice of the substrate is basic for a good vegetative development and better quality plants; the initial development of the rootstock is directly related to the volume of the used tubes, but this effect disappears after transplantation to container; the capillary irrigation system presents great potential for use in the production of citrus rootstock, speeding up their development. It was also verified that during the production of citrus seedling in tubes in greenhouse conditions, it was possible to utilize discarded seedlings; the different packing densities affect physical characteristics of the substrate, modifying the root system morphology; the PourThru test reveals effective in monitoring pH and electric conductivity; citranges 'C13' and 'C37' present good vegetative behavior and are indicated as option for diversification.

¹ Doctoral thesis in agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (129 p.). December, 2004.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO II - DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS CULTIVADOS EM DIFERENTES SUBSTRATOS EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	9
2.1 Introdução.....	9
2.2 Material e Métodos.....	11
2.3 Resultados e Discussão	14
2.3.1 Velocidade de emergência e número médio de plântulas dos porta- enxertos	14
2.3.2 Desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos	18
2.3.3 Caracterização física e química dos substratos	25
2.3.4 Teores de macronutrientes presentes na massa seca aérea e teor de substância de reserva	33
2.4 Conclusões.....	35
CAPÍTULO III - EFEITO DO TAMANHO DO TUBETE NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS CULTIVADOS EM CASA DE VEGETAÇÃO	36
3.1 Introdução.....	36
3.2 Material e Métodos.....	38
3.2.1 Experimento 1	38
3.2.2 Experimento 2	40
3.3 Resultados e Discussão	42
3.3.1 Experimento 1	42
3.3.2 Experimento 2	55
3.4 Conclusões.....	61
CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS CULTIVADOS EM CASA DE VEGETAÇÃO E SUBMETIDOS A DOIS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	62
4.1 Introdução.....	62
4.2 Material e Métodos.....	64

4.3 Resultados e Discussão	67
4.3.1 Percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula.....	67
4.3.2 Desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos	69
4.3.3 Teores de macronutrientes e substâncias de reserva	75
4.4 Conclusões.....	79
CAPÍTULO V - DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS PRODUZIDOS POR SEMEADURA DIRETA E REPICAGEM.....	80
5.1 Introdução.....	80
5.2 Material e Métodos.....	82
5.3 Resultados e Discussão	84
5.3.1 Desenvolvimento vegetativo	84
5.3.2 Teores de macronutrientes e substâncias de reserva	88
5.4 Conclusões.....	90
CAPÍTULO VI - A DENSIDADE DE EMPACOTAMENTO INFLUI NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SUBSTRATO E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS?	91
6.1 Introdução.....	91
6.2 Material e Métodos.....	92
6.3 Resultados e Discussão	95
6.3.1 Influência nas características físicas do substrato	95
6.3.2 Influência na germinação de porta-enxertos	101
6.4 Conclusões.....	106
CAPÍTULO VII - MÉTODO NÃO DESTRUTIVO PARA MONITORAR PH E SALINIDADE DO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS	107
7.1 Introdução.....	107
7.2 Material e Métodos.....	109
7.3 Resultados e Discussão	111
7.4 Conclusões.....	116
CAPITULO VIII - CONCLUSÕES	117
CAPITULO IX - CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
CAPITULO X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

- 2.1 - Percentual de germinação final, número de seedlings e consistência do torrão de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. 17
- 2.2 - Altura final, diâmetro, área foliar por planta, número de folhas por planta e área foliar por folha de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001..... 18
- 2.3 - Massa seca total das raízes (MSTR), de raiz principal (MSRP), de raiz secundária (MSRS), relação MSRP/MSRS (RP/RS), da parte aérea total (MAT), relação MAT/MSTR e massa seca total por planta (MST) de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. 23
- 2.4 - Densidade úmida, densidade seca e teor relativo de carbono orgânico nos substratos antes e depois do cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. 29
- 2.5 - pH e teor total de sais solúveis (TTSS) em substratos antes e depois do cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001..... 30
- 2.6 - Teores de nutrientes disponíveis nos substratos antes e depois do cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. 33
- 2.7 - Teores de macronutrientes presentes na massa seca aérea total de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. 34
- 2.8 - Teor relativo de substâncias de reserva de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001. 35
- 3.1 - Altura e diâmetro do colo (DC) na sementeira e no viveiro (no momento da enxertia e no final do experimento) e do diâmetro da haste (DH) na altura de enxertia, de porta-enxertos cítricos cultivados inicialmente em dois tamanhos de tubetes, na fase de sementeira e de viveiro em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004. 56

3.2 - Área foliar, número de folhas e área foliar por folha de porta-enxertos cítricos cultivados inicialmente em dois tamanhos de tubetes, na fase de sementeira e de viveiro em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.....	58
3.3 - Massa seca de raiz, da parte aérea e massa seca total de porta-enxertos cítricos cultivados em dois tamanhos de tubetes, na fase de sementeira e de viveiro em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.....	59
3.4 - Percentual de pega da enxertia, altura, diâmetro e massa seca do enxerto de Baía cabula, enxertado sobre diversos porta-enxertos, cultivados inicialmente em dois tamanhos de tubetes e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.....	60
4.1 - Influência de dois sistemas de irrigação sobre o percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula (PTMUP) e sobre o diâmetro da haste de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	67
4.2 - Altura da planta de porta-enxertos cítricos, submetidos a dois sistemas de irrigação, cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	70
4.3 - Área foliar por planta, número de folhas por planta e área foliar por folha, de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de irrigação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	72
4.4 - Massa seca total de raiz (MSTR), de raiz principal (MSRP), das raízes secundária (MSRS), relação MSRP/MSRS (MSRP/S), massa seca da haste (MSH), de folhas (MSF), relação massa seca de folha por folha (MSF/F) e da parte aérea total (MSAT) e massa seca total (MST), por planta, de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de irrigação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	72
4.5 - Teores de macronutrientes presentes nas folhas de porta-enxertos cítricos, cultivados sob dois sistemas de irrigação e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	75
4.6 - Teor relativo de substâncias de reserva em porta-enxertos cítricos submetidos a dois sistemas de irrigação e cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	78
4.7 - Conteúdo de substâncias de reserva em porta-enxertos cítricos submetidos a dois sistemas de irrigação e cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	79
5.1 - Altura de porta-enxertos cítricos, submetidos a dois sistemas de propagação, cultivados em tubetes e casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	85
5.2 - Área foliar por planta, número de folhas e área foliar por folha, de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de propagação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	87

5.3 - Massa seca total de raiz (MSTR), de raiz principal (MSRP), de raiz secundária (MSRS), relação MSRP/MSRS, da haste (MSH), de folhas (MSF), média por folha (MS/F), da parte aérea total (MSAT) e total da planta (MST), e diâmetro da haste de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de propagação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.....	87
5.4 - Teores de macronutrientes presentes nas folhas de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de propagação e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	89
5.5 – Teor relativo de substâncias de reserva em porta-enxertos cítricos submetidos a dois sistemas de propagação e cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.	90

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
2.1 - Velocidade de emergência de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.....	15
2.2 - Influência dos substratos na velocidade de emergência de porta-enxertos cítricos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.....	15
2.3 - Curvas de crescimento, em altura, de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos até os 120 dias após a semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.....	19
2.4 - Desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos em diversos substratos. A parte central refere-se aos porta-enxertos cultivados no substrato comercial 2 (C2).C1=substrato comercial 1 e M1=substrato mistura 1. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.	20
2.5 - Efeito do substrato de cultivo no crescimento em altura de porta-enxertos cítricos até os 120 dias após a semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.	21
2.6 - Características física dos substratos antes e depois do cultivo, relativa à fração do volume ocupada pela porosidade total (A), por sólidos (B), espaço de aeração (C), água facilmente disponível (D), água tamponante (E) e água remanescente ao potencial de -100hPa (F). O valor “Padrão” refere-se ao intervalo dos valores considerado como referência, descrito por vários autores, conforme relata Schmitz (1998).	26
3.1 – Efeito de três tamanhos de tubetes no crescimento em altura na fase de sementeira (A) e de viveiro (B) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹ Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ² Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete.	43
3.2 – Crescimento em altura ao longo do tempo de porta-enxertos cítricos na fase de sementeira (A e B) e de viveiro (C e D) cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003.	45

- 3.3 – Efeito de três tamanhos de tubetes no diâmetro da haste no colo na fase de sementeira (C) e de viveiro (D) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo.....46
- 3.4 - Área foliar, número de folhas e área foliar por folha de porta-enxertos cítricos na fase de sementeira (A, C e E) e de viveiro (B, D e F) cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete.48
- 3.5 - Acúmulo de massa seca da parte aérea, de raízes e total de porta-enxertos cítricos na fase de sementeira (A, C e E) e de viveiro (B, D e F) cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo.....49
- 3.6 - Conteúdo nutricional de nitrogênio (A e B), de fósforo (C e D), de potássio (E e F), de cálcio (G e H) e de magnésio (I e J) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo..... 52
- 3.7 - Teor de substâncias de reservas nas raízes (A e B) e na parte aérea (C e D) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo..... 54
- 3.8 - Efeito de dois tamanhos de tubetes no crescimento ao longo do tempo, em altura, de porta-enxertos cítricos cultivados na fase de sementeira. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004. 57
- 4.1 - Detalhes da irrigação por capilaridade. Na primeira foto apresenta-se todo o sistema, que é composto por uma caixa de água, dois motores, um para a entrada de água e outro para a saída, e a bancada metálica com uma bacia de lona para conter a água. Na segunda foto observa-se o detalhe da irrigação (altura da lâmina de água). No detalhe, o porta-enxerto ‘C37’. 65

4.2 - Progressão do percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula (PTMUP) de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de irrigação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.	68
4.3 - Efeito de dois sistemas de irrigação no crescimento em altura de porta-enxertos cítricos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.....	71
5.1 - Efeito de dois sistemas de propagação no crescimento em altura de porta-enxertos cítricos. A=efeito dos sistemas de propagação e B=efeito dos porta-enxertos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.	85
6.1 - Variações das temperaturas decendial do ar mínima, média e máxima, no município de Porto Alegre, durante a realização do experimento. Porto Alegre, RS, 2002-2003. Fonte: Agritempo (2004).....	94
6.2 - Influência das diferentes densidades de empacotamento na densidade úmida e seca no substrato. Porto Alegre, 2003.	95
6.3 - Características física do substrato submetidos a diferentes densidades de empacotamento (DE), relativa à fração do volume ocupada por sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente ao potencial de -100hPa (AR-100). Porto Alegre, 2003. O valor de 'REFERÊNCIA' refere-se a média dos valores, descrito por vários autores, conforme relata Schmitz (1998). Os valores de 'TESTEMUNHA' referem-se aos procedimentos padrões adotados no laboratório para análise de substrato.....	97
6.4 - Mudanças das características físicas dos substratos submetidos a diferentes densidades de empacotamento, relativa à fração do volume ocupada pela porosidade total (Ptotal), por sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente ao potencial de -100hPa (AR-100). Porto Alegre, 2003. Equações de regressão: Ptotal: $Y=0,24X + 70,29 R^2 = 0,91$; Sólidos: $Y=-0,24X + 29,7 R^2=0,91$; EA: $Y=-0,003X^2 + 0,32X + 23,6 R^2=0,84$; AFD: $Y=0,06X + 15,5 R^2=0,85$; AT: $Y=0,008X + 2,27 R^2=0,92$; AR-100: $Y=0,16X + 25,14 R^2=0,99$	98
6.5 - Percentual de acomodação do substrato conforme as densidades de empacotamento empregadas. Porto Alegre, 2003.	101
6.6 - Velocidade de emergência de porta-enxertos cítricos cultivados em substrato com diferentes densidades de compactação. Porto Alegre, 2003.....	102
6.7 - Influência do percentual de compactação do substrato no percentual de emergência de porta-enxertos cítricos. Porto Alegre, 2003.....	103
6.8 - Percentual de emergência de porta-enxertos cítricos cultivados em substrato com diferentes densidades de empacotamento. Médias seguidas por letras distintas, nas épocas de cultivo, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. . Porto Alegre, 2002-2003.	104
6.9 - Influência do percentual de compactação do substrato no percentual de plântulas mal formadas de porta-enxertos cítricos. Porto Alegre, 2003.....	105
6.10 - Influência do percentual de compactação do substrato no percentual de plântulas mal formadas de cada porta-enxerto cítrico. Porto Alegre, 2003.....	105

7.1 - Relação entre o pH mensurado no teste PourThru e o pH mensurado no teste em laboratório. Porto Alegre, 2004.	112
7.2 - Leitura de pH ao longo do tempo no lixiviado do teste PourThru. Porto Alegre, 2004.	113
7.3 - Relação entre a condutividade elétrica (mS/cm) mensurada no teste PourThru e o TTSS (g.L ⁻¹) mensurado no teste em laboratório. Porto Alegre, 2004.....	114
7.4 - Leitura da condutividade elétrica ao longo do tempo no lixiviado do teste PourThru. Porto Alegre, 2004.	115

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil ocupa, atualmente, a primeira posição em produção de frutas cítricas (FAO, 2003). A citricultura, apesar de inúmeras dificuldades, vem apresentando incremento considerável na área plantada, e suas perspectivas futuras são promissoras, principalmente pela diversificação de mercados consumidores.

O Rio Grande do Sul apresenta um grande potencial para produção de citros para o consumo *in natura*, por apresentar condições climáticas e edáficas favoráveis para o desenvolvimento do fruto com coloração acentuada e balanço açúcares-acidez adequado (Wrege et al., 2004). O aumento da área cultivada e a crescente exportação de tangerinas para outros estados, confirmam a vocação do Rio Grande do Sul para a produção de frutos de mesa, dando ao mesmo a segunda colocação nacional na produção deste tipo de fruta (João, 2004). Em termos econômicos, a produção de frutos para consumo *in natura* é de grande importância, principalmente na Depressão Central do Estado, onde sua produção está localizada nas margens dos rios Caí e Taquari, cuja região é composta, em grande parte, por pequenas propriedades rurais (Dornelles, 1991). Segundo estimativas, a atividade é uma importante fonte de renda para cerca de 18 mil famílias (Senna & João, 2004).

A muda cítrica é o insumo mais importante na formação de um pomar. O caráter perene da cultura de citros coloca fundamental importância na escolha da muda, que é plantada e cuidada por 6 a 8 anos antes de revelar seu máximo potencial na produtividade e qualidade da fruta. Outros aspectos, como a longevidade do pomar, só serão conhecidos em um intervalo ainda maior após o plantio. As características mais importantes da muda cítrica são a origem do enxerto e do porta-enxerto (qualidade genética e fitossanitária), e a qualidade do sistema radicular (Lima, 1986).

Os porta-enxertos conferem às plantas caracteres agronômicos importantes, logo o seu uso é considerado essencial na citricultura. Os porta-enxertos afetam o vigor e a produtividade, a absorção de nutrientes minerais, o balanço hormonal, a qualidade dos frutos, a tolerância a doenças e a seca, entre outros (Davies & Albrigo, 1994; Schafer et al., 2001).

No Brasil, cerca de 80% dos pomares estão plantados sobre o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck.), pela sua característica de induzir vigor, maior tolerância ao estresse hídrico e alta produtividade (Pompeu Jr., 1991), entretanto este está sendo substituído, principalmente por problemas fitossanitários como o da morte súbita dos citros. Já, no Rio Grande do Sul, a estimativa é de que 90% das mudas estão enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (Moraes et al., 1998; Schäfer & Dornelles, 2000). Esta falta de diversificação de porta-enxertos poderá acarretar em vulnerabilidade, com o aparecimento de novas moléstias, como ocorrido no caso da tristeza na década de 40 e, mais recentemente, com a morte súbita dos citros.

Além destes dois porta-enxertos tradicionais (‘Cravo’ e Trifoliata), existem e utilizam-se vários outros, com características já consagradas internacionalmente, como é o caso do citrumeleiro ‘Swingle’ e do citrangeiro ‘Troyer’. No Rio Grande do Sul, por

suas características de produção, dá-se preferência para porta-enxertos que possuam porte reduzido, resistência ao frio e que induzam boa qualidade ao fruto, como é o caso do Trifoliata e os citranges. O Centro de Fruticultura de Taquari-RS da FEPAGRO, através de cruzamentos obtiveram vários citranges que foram testados e lançados que são: citranges, 'C13', 'C37' e 'C41' (Dornelles et al., [199-]).

Os citranges 'C13', 'C37' e 'C41' apresentam como principais características resistência a gomose, indução ao aumento de produção (quando comparado ao Trifoliata) e elevação do índice de eficiência (Dornelles et al., [199-]). Devido ao recente lançamento destes, poucos trabalhos foram disponibilizados com informações referente a produtividade destes porta-enxertos. Stenzel & Neves (2004) apresentam um trabalho de competição de porta-enxertos para a lima ácida 'Tahiti', testando diversas variedades entre eles o 'C13' que obteve a mesma produção acumulada e o mesmo volume de copa, em onze anos de cultivo, que o limoeiro 'Cravo'. Também Neves et al. (2004) apresentou a distribuição radicular dos porta-enxertos testados no experimento anterior e obteve a maior quantidade de raízes para o 'C13'.

A produção de mudas cítricas no Rio Grande do Sul, passa por um estado transitório, sendo, predominantemente, produzida a campo. A partir de 2005 a legislação existente determina que seja realizada em ambiente protegido (Rio Grande do Sul, 2004).

A adoção deste novo sistema, além de ser uma exigência legal, é motivada pela qualidade atual da muda, pois esta, com certa frequência, apresenta problemas quanto à origem genética e a contaminação por moléstias.

A venda de mudas contaminadas por moléstias e as trocas de cultivares copa e porta-enxertos, feitas pelo viveiristas, criam sérios problemas ao citricultor. Os pomares

formados com estas mudas têm o rendimento e a longevidade comprometidos, além de causar transtornos na época de colheita e na comercialização (Moraes et al., 1998). As principais moléstias que causam problemas nas mudas gaúchas são: cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*), gomose (*Phytophthora* sp.) e os vírus e viróides.

No Estado do Rio Grande do Sul, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, órgão do Governo Estadual, por meio do Departamento da Produção Vegetal, organizou as “Normas e Padrões de Produção de Mudanças de Fruteiras para o Estado do Rio Grande do Sul” (Rio Grande do Sul, 2004), que visam a adoção do cultivo de mudas em sistemas protegido (estufas plásticas teladas), acompanhamento técnico e certificado de origem genética e sanitária, normas essas que deverão ser regulamentadas no ano de 2005.

Em sistemas de produção de mudas de citros envasadas, já utilizados em vários países, inclusive no Brasil, no Estado de São Paulo, pode-se evitar a presença de patógenos, a partir do isolamento da sementeira e do viveiro, pelo tratamento do substrato e da água de irrigação. Na primeira etapa de obtenção destas plantas, são utilizados, com grandes vantagens, sementeiras móveis, como bandejas de isopor ou recipientes de plástico de forma cônica (tubetes), cultivados em estufas. Posteriormente, como opção ao tradicional viveiro de solo, com a utilização de cultivo em ambiente protegido e recipientes adequados, este tempo pode ser reduzido em até 50% (Koller, 1994; Porto et al., 1995; Carvalho & Souza, 1996; João, 1999; Schäfer & Dornelles, 2000).

Entretanto a adoção desta nova tecnologia requer altos investimentos por parte do viveirista e a quebra de paradigmas, como uma total reestruturação do setor. Enquanto o viveirista tradicional está moldado no menor custo e na facilidade em

produzir, este novo sistema prevê a qualidade e competitividade como pontos fortes. As principais características deste são: maior comprometimento do viveirista com o citricultor e vice-versa; produção de mudas com características genéticas definidas e garantidas; segurança quanto à sanidade; pegamento e desenvolvimento acelerado da muda e propiciar maior desenvolvimento radicular. Para o citricultor a principal vantagem é a de estar investindo em uma muda, que foi produzida dentro de um sistema que prima pela segurança e qualidade.

As principais limitações deste sistema são o alto investimento inicial e o maior custo da muda, quer pelo valor fixo como pelo valor dos insumos aplicados na produção, aliado a uma nova demanda tecnológica que dará sustentação a produção.

A partir disso, novos esforços devem ser realizados para provir tecnologias capazes de maximizar o desenvolvimento das plantas e, principalmente, reduzir custos. Estas novas demandas estão relacionadas a pesquisas com substratos, recipientes, irrigação e fertilização.

Com o avanço do cultivo em recipientes, passou-se a utilizar substratos com formulações e características distintas. Na correta escolha do substrato como meio de cultivo, devem ser consideradas algumas características físicas e químicas relacionadas com a espécie a plantar, além dos aspectos econômicos (Gomes & Silva, 2004). Entre as principais características, pode-se citar: o valor de pH, a capacidade de troca de cátions (CTC), a condutividade elétrica (CE) a qual pode ser mais adequadamente expressa pelo teor total de sais solúveis (TTSS), a porosidade total, o espaço de aeração, a retenção de água a baixas tensões de umidade e a densidade (Bellé & Kämpf, 1994; Fermino, 1996; Gauland, 1997).

Outra característica física importante no cultivo de plantas em vasos é a densidade de empacotamento, que é a relação entre a massa e o volume efetivamente observada no recipiente em um dado momento (Burés et al., 1995). Segundo Kämpf et al. (1999), no preenchimento do recipiente com substrato ou os tratos culturais podem adensar o substrato modificando assim a densidade de empacotamento. Não se sabe quais são os reflexos de diferentes graus de compactação do substrato (densidade de empacotamento) sobre as demais características físicas do mesmo.

Hoje estão disponíveis no mercado nacional diferentes substratos, obtidos a partir de misturas de diferentes materiais, indistintamente recomendados a um grande número de espécies, cujas formulações e características são pouco conhecidas e, cujos desempenhos, como meio de cultivo podem ser irregulares (Menezes Júnior & Fernandes, 1998).

No mercado especializado em horticultura existem diferentes recipientes para a formação de mudas frutíferas, sendo a escolha de um ou de outro, ligada principalmente à disponibilidade e preço. O tamanho do recipiente tem influência direta no custo final, pois implica na quantidade de substrato a ser utilizado, no espaço que irá ocupar no viveiro, na mão-de-obra utilizada no transporte, na remoção para aclimação e na retirada para entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos que irá demandar (Queiroz et al., 2001).

Os volumes dos recipientes influenciam na disponibilidade de nutrientes e água, devendo ser ressaltado que o maior volume promove a melhor arquitetura do sistema radicular (Gomes et al., 2003). Entretanto, no cultivo de porta-enxertos cítricos, não existem informações de como ocorre o desenvolvimento destes em tubetes de diferentes tamanhos e qual o comportamento deste na fase seguinte, após a repicagem.

Com a implementação da cultura em casa de vegetação aliou-se novas tecnologias, principalmente de irrigação. Na fase de sementeiras, por utilizar-se recipientes com volumes reduzidos, emprega-se irrigação por micro-aspersão e na fase de viveiro pode-se utilizar vários tipos de irrigação, mas a mais usual é a por gotejamento. O sistema de irrigação por gotejamento alia a grande uniformidade e eficiência na aplicação de água, por ser localizada, ao não molhamento da parte aérea da planta o que diminui a possibilidade de incidência de doenças, como o cancro cítrico (Zanini et al., 1998). Segundo Zolnier (2004), a irrigação por micro-aspersão se torna mais crítica para a produção de mudas em bandejas, principalmente pela falta de uniformidade. No caso específico do cultivo de porta-enxertos cítricos em tubetes ou bandejas, o molhamento da parte aérea da planta pode facilitar o estabelecimento de doenças fúngicas e bacterianas que utilizam a água como meio de disseminação. Uma das alternativas seria a de utilizar sistemas tipo 'floating' ou sistemas de subirrigação, que impediriam o contato da parte aérea com a água, uniformizando a aplicação e diminuindo perdas de água (Santamaria et al., 2003).

Após o cultivo dos porta-enxertos em tubetes, estes são repicados em recipientes maiores, o que possibilita um melhor desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, um bom desenvolvimento da muda. Nesse sistema de produção, ocorre um pronunciado crescimento das plantas em curto espaço de tempo (Carvalho & Laranjeira, 1994). O fornecimento de nutrientes em doses adequadas e balanceadas é necessário para estimular o crescimento máximo.

O monitoramento da salinidade e do pH durante o cultivo torna-se crucial no cultivo de plantas em vasos e em casa de vegetação. Erros de programação e de doses de adubação podem levar a perda generalizada de plantas. Os testes de laboratório são

demorados e podem ser considerados destrutivos, pois necessitam de uma amostra de substrato de todo o perfil do vaso o que, fatalmente, elimina plantas do cultivo. A partir disso, pesquisadores desenvolveram um teste denominado 'PourThru', que, basicamente, consiste em coletar um lixiviado do vaso em cultivo e ler-se diretamente o pH e a condutividade elétrica, tendo-se, assim, o status do nosso cultivo para essas características (Cavins, et al., 2000; Wright, 1986).

O objetivo deste trabalho foi o de verificar a influência de diversos substratos sobre o desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos; avaliar a influência do tamanho de tubetes no desenvolvimento inicial e depois da repicagem de porta-enxertos; testar dois sistemas de irrigação; avaliar dois métodos de propagação inicial de porta-enxertos; testar a influência de diferentes densidades de empacotamento nas características físicas dos substratos e na germinação de porta-enxertos; avaliar a eficiência de um método não destrutivo no monitoramento de pH e da salinidade do substrato, e verificar o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos cultivados em citropotes com o uso de fertirrigação.

CAPÍTULO II

Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação

2.1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas cítricas, no Rio Grande do Sul, está focada principalmente na pequena propriedade. A diversificação de porta-enxertos é insipiente, pois, segundo estimativas, mais de 90% das mudas são enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (Moraes et al., 1998; Schäfer & Dornelles, 2000). A falta de uma maior diversificação de porta-enxertos poderá acarretar em vulnerabilidade, com o aparecimento de novas moléstias, como ocorrido no caso da tristeza na década de 40 e da morte súbita ultimamente.

Nos últimos anos, devido à ocorrência de problemas fitossanitários associados ao solo, como nematóides, gomose e bacterioses em pomares cítricos recém implantados, tem sido despertado um maior interesse na produção de mudas envasadas (Carvalho & Souza, 1996). Em sistemas de produção de mudas de citros em ambiente protegido, pode-se evitar com maior facilidade a contaminação de plantas por moléstias. A produção divide-se em duas fases: uma de sementeira em que são utilizados tubetes ou bandejas de isopor e, posteriormente, a formação no viveiro em vasos (citropotes) ou sacos plásticos, ambas as fases realizadas em casa de vegetação telada (Carvalho & Souza, 1996). Neste tipo de cultivo, a produção de mudas é realizada com a utilização

de substratos livres de solo, o que possibilita a obtenção de mudas de alta qualidade, com sistema radicular mais volumoso, o que acelera o pegamento e a retomada do crescimento no pomar (Teófilo Sobrinho, 1991).

Atualmente, o sistema de produção de mudas cítricas, a campo, no Rio Grande do Sul, desde a sementeira até a comercialização, leva 36 meses. Com a utilização de cultivo em ambiente protegido e recipientes adequados, este tempo pode ser reduzido em até 50% (Koller, 1994; Porto et al., 1995; João, 1999; Schäfer & Dornelles, 2000).

O desenvolvimento do cultivo de plantas hortícolas em estufas com o uso de bandejas multicelulares, tubetes ou sacos plásticos demanda a utilização de substratos adequados para que se tenha sucesso na atividade.

O conhecimento das características químicas (pH, CTC e TTSS) e físicas (PT, EA, densidade e retenção de água) dos substratos é essencial para uma correta escolha e segura utilização destes (Bellé & Kämpf, 1994; Fermino, 1996; Gauland, 1997).

Já em 1998 Menezes Júnior & Fernandes, citavam que no mercado nacional estavam disponíveis diferentes substratos, obtidos a partir de misturas de diferentes materiais, indistintamente recomendados a um grande número de espécies, cujas formulações e características são pouco conhecidas e, cujos desempenhos, como meio de cultivo, podem ser irregulares. Hoje existem grandes empresas produtoras de substrato, muitos deles específicos para diferentes fases de produção de mudas para grandes cultura, como ocorre com a produção de mudas cítricas. Entretanto a preocupação com a qualidade deste material, conforme discutido por Menezes Júnior & Fernandes (1988), ainda deve ser constante.

Existe um grande interesse na diminuição do tempo para a formação da muda cítrica e no controle das condições fitossanitárias, uma vez que isto gera benefícios, tanto na própria comercialização da muda como no futuro pomar a ser instalado. Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de diferentes porta-enxertos cítricos cultivados em diversos substratos, mantidos em tubetes plásticos, sob condições de casa-de-vegetação.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada em Eldorado do Sul, RS, a partir do dia 27 de setembro de 2001 até 120 dias após a semeadura (DAS).

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro blocos e cada parcela constituída por 20 tubetes. Nas parcelas principais, testou-se dois substratos comerciais, encontrados no comércio especializado em horticultura: a) Comercial 1: substrato Rendimax Citrus[®] (fabricante Eucatex[®] - segundo as informações contidas na embalagem o substrato é composto de cascas processadas e enriquecidas, vermiculita expandida, perlita expandida e turfa processada e enriquecida); b) Comercial 2: substrato Mecplant Citrus 1[®] (fabricante Wolff Klabin Mec Prec[®] - composição não especificada na embalagem pelo fabricante); e uma mistura, c) Mistura 1: mistura de um substrato comercial a base de turfa (Turfa Fértil[®] - turfa preta) mais casca de arroz carbonizada (na proporção de 1:1 em v:v).

Nas sub-parcelas foram testados quatro porta-enxertos cítricos: Trifoliata - *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; citrange 'C13' - *P. trifoliata* x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck;

citrange 'C37' - *P. trifoliata* x *C. sinensis* (L.) Osbeck e limoeiro 'Cravo' - *C. limonia* Osbeck.

A casca de arroz foi adquirida de uma usina de beneficiamento de arroz nas proximidades da EEA/UFRGS. O processo de carbonização foi realizado conforme descrito por Backes (1989).

Para a extração das sementes, foram coletados frutos maduros das plantas cultivadas na coleção de citros da EEA/UFRGS. A metodologia adotada para a extração das sementes é descrita por Koller (1994). Estas sementes permaneceram em geladeira (4 a 6 °C), dentro de sacos plásticos, com fungicida Captan, até o momento da semeadura.

A semeadura foi realizada em tubetes cônicos de polietileno preto (capacidade de 120 cm³), vazados na parte basal, fixados em bancadas metálicas a um metro do solo. Foi colocada uma semente por tubete, à profundidade de 1 a 2 cm, dependendo do tamanho desta. As irrigações foram feitas por um sistema de micro-aspersão, com temporizador, por 10 minutos, duas vezes ao dia. Não houve complementação de luz e de nutrientes nesse experimento.

As seguintes características foram avaliadas:

1. Velocidade de emergência das sementes, determinada mediante contagens constantes do número de sementes emergidas;
2. Porcentagem de emergência, definida pelo quociente: (número de sementes emergidas/número total de sementes) x 100;
3. Número médio de plântulas por semente, estabelecida pelo quociente: (número total de plântulas/número total de sementes germinadas);

4. Determinação do vigor, através de: diâmetro da haste, ao nível do colo, em mm; comprimento da parte aérea, medida do colo até o ápice da haste, em cm; área foliar por plântula em cm^2 , medida através da passagem das folhas por um medidor de área foliar de marca LI-Cor, modelo LI - 3100; massa seca da raiz principal, secundária e total, parte aérea e total (raiz + parte aérea), em gramas, obtido pela secagem à estufa, com temperatura de 65 °C, até peso constante;
5. Determinação de N (total), P, K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), realizada no Laboratório de Tecidos do Departamento de Solos da UFRGS;
6. Caracterização química dos substratos, antes e depois do cultivo, realizada no Laboratório de Análises do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), consistindo nos seguintes itens: valor de pH e carbono orgânico (C.O.) e do teor total de sais solúveis (TTSS), segundo metodologia proposta por Röber & Schaller, 1985 e adotada por Schmitz, 1998;
7. Caracterização física dos substratos, antes e depois do cultivo, realizada no Laboratório de Análise de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura e Silvicultura, utilizando-se três repetições, segundo metodologia descrita por Hoffman, 1970 e De Boodt & Verdonck, 1972, adotada por Bellé & Kämpf (1994) e Fermino (1996), que consiste em: densidade de volume (seca e úmida); porosidade total (PT); espaço de aeração (EA); água facilmente disponível (AFD); água tamponante (AT); água remanescente (AR-100). Para a realização da análise física dos substratos depois do cultivo, foram retiradas amostras de cada substrato, desfazendo-se a estrutura do mesmo;

8. Consistência do torrão, quando da retirada deste do tubete, atribuindo-se notas de 1 (raízes nuas) a 5 (torrão intacto);
9. Determinação do teor de substâncias de reservas da haste e da raiz, segundo adaptações do método descrito por Priestley, citado por Souza (1990).

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. As variáveis velocidade de emergência e o crescimento em altura das plantas no decorrer do experimento, foram submetidas à análise de regressão. Procedeu-se, ainda, uma análise de correlação simples entre as variáveis observadas.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Velocidade de emergência e número médio de plântulas dos porta-enxertos

Na Figura 2.1 encontram-se as curvas de regressão para a velocidade de emergência dos porta-enxertos. A análise de variância não foi significativa para a interação substratos x dias após a semeadura e substratos x porta-enxertos (Probabilidade $> F \approx 0,2$), indicando que os porta-enxertos tiveram comportamento semelhante na emergência das plântulas independentemente do substrato utilizado. Pelo gráfico, observa-se que as plantas começaram a emergir aproximadamente aos 21 dias após a semeadura (DAS) e com um pico aos 48 dias.

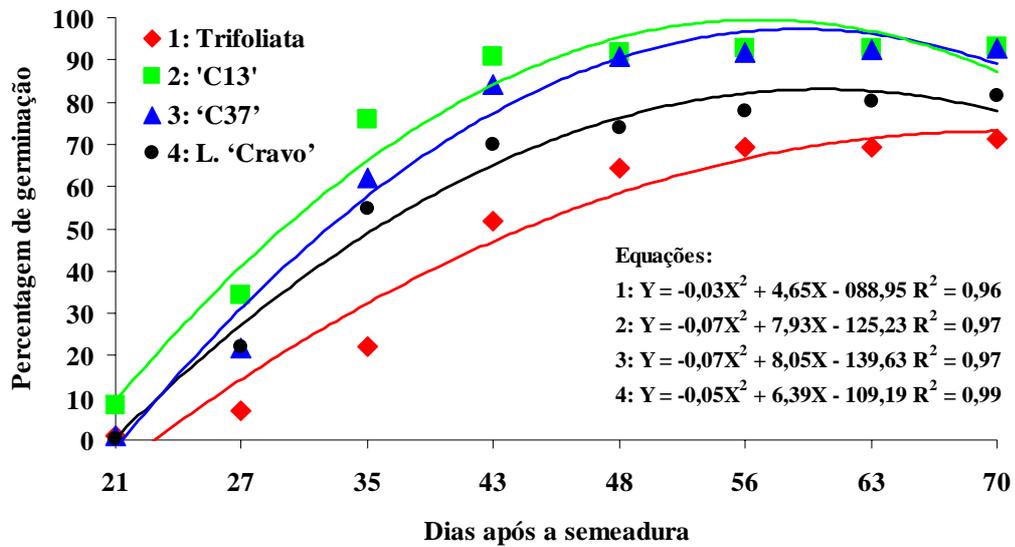


FIGURA 2.1 - Velocidade de emergência de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.

Na Figura 2.2 está representado a influência dos substratos na velocidade de emergência dos porta-enxertos. Não houve efeito significativo para essa característica, mas verifica-se pelas duas figuras (Figura 2.1 e 2.2) que, em geral, aos 48 DAS aproximadamente 80% das sementes haviam emergido. Em média, os incrementos após essa data não superaram os 4%.

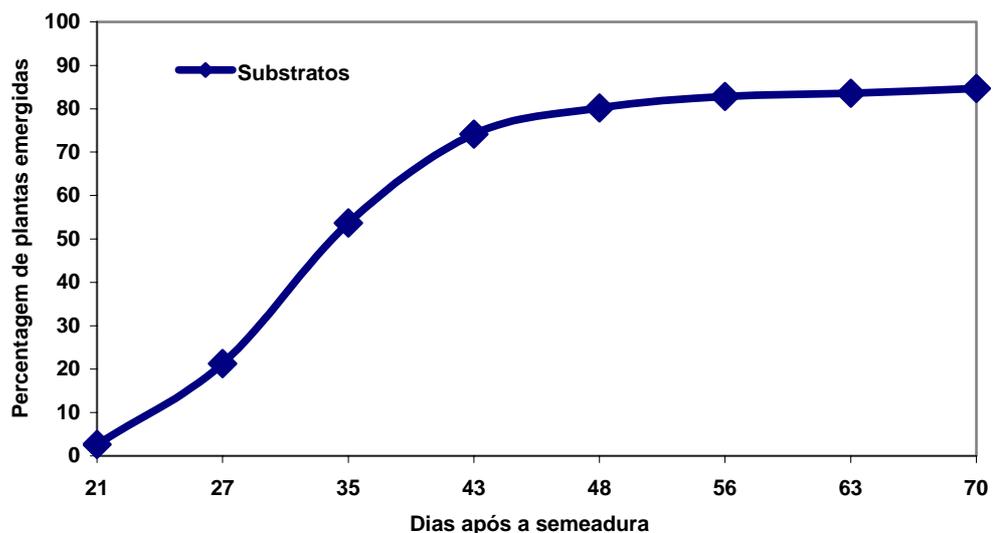


FIGURA 2.2 - Influência dos substratos na velocidade de emergência de porta-enxertos cítricos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.

Em geral, os citranges tiveram uma maior velocidade de germinação, seguidos pelo ‘Cravo’ e por último o Trifoliata (Figura 2.1). Segundo o discutido e apresentado por Schäfer (2000), a temperatura e a cultivar são os fatores que mais influenciam na velocidade de germinação dos porta-enxertos cítricos, principalmente quando fatores como umidade são adequados. O autor descreve que, em condições de baixa temperatura (outono-inverno), as sementes de diversos porta-enxertos levaram até 140 DAS para atingirem o máximo de germinação. Os resultados encontrados nesse experimento corroboram os resultados encontrados por Schmitz et al. (1998), que observaram que a emergência de sementes de Trifoliata não foi afetada pelo substrato, e que, em condições de casa de vegetação com temperaturas variando de 25 a 45 °C, as sementes levam até 50 dias para germinar.

O percentual de germinação final (Tabela 2.1) não teve influência do fator substrato, corroborando os dados descritos por outros autores (Schäfer, 2000; Santos & Nascimento, 1999). Comparando essas informações com a Figura 2.1, observa-se que os porta-enxertos mantiveram a mesma tendência de emergência ao longo do tempo, onde os dois citranges (‘C13’ e ‘C37’) apresentaram os maiores valores, seguidos pelo limoeiro ‘Cravo’ e, por último, o Trifoliata alcançando níveis um pouco superiores a 70% de germinação. Todos esses dados evidenciam os resultados já descritos por Schäfer (2000) de que a velocidade de emergência e o percentual de germinação final está associado, principalmente, à temperatura e a fatores genéticos.

TABELA 2.1 - Percentual de germinação final, número de plântulas e consistência do torrão de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Tratamento	% germinação final	Número de plântulas	Consistência do torrão
Substrato	Comercial 1	1,20	4,37 a
	Mistura 1	1,23	4,63 a
	Comercial 2	1,31	3,68 b
C.V. (%)	10,71	12,05	15,15
Porta-enxerto	‘C37’	1,31 a	4,49 a
	Trifoliata	1,16 b	4,57 a
	‘C13’	1,42 a	4,11 ab
	‘Cravo’	1,09 b	3,73 b
C.V. (%)	5,19	6,15	7,03

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

A poliembrião é uma característica das sementes de diversas espécies e cultivares de plantas cítricas, entretanto, a germinação de mais de um embrião nem sempre ocorre (Koller, 1994). Observa-se que os resultados do número de plântulas apresentaram-se significativos somente para o efeito de porta-enxertos (Tabela 2.1). Apesar do Trifoliata ser um porta-enxerto altamente poliembriônico, pode-se verificar que nem sempre ocorre a sua expressão, pois o número de plântulas foram similares aos do limoeiro ‘Cravo’ e inferiores aos citranges. Oliveira et al. (2003) em um estudo com Trifoliata, também aponta o baixo número de plântulas emergidas por semente, que foi de 1,07.

Esta característica pode parecer não ter muita relevância no cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação; entretanto, representam uma possibilidade no aproveitamento dessas mudas, que podem ser repicadas na forma de raiz nua para tubetes que não tiveram sementes germinadas, diminuindo assim as falhas nos tubetes e a perda de plântulas.

2.3.2 Desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos

Na Tabela 2.2, e nas Figuras 2.3 e 2.4, estão descritos resultados do desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos nos diferentes substratos. Observa-se que não houve interação significativa entre substrato e porta-enxerto para todas as características avaliadas.

TABELA 2.2 - Altura final, diâmetro, área foliar por planta, número de folhas por planta e área foliar por folha de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Tratamento	Altura cm	Diâmetro mm	Área Foliar cm ² .planta ⁻¹	Número de folhas/planta	Área foliar/folha cm ² .folha ⁻¹	
Substrato	Comercial 1	14,61a ¹	2,41 a	34,80 a	11,68 a	3,06 a
	Mistura 1	13,24 b	2,35 a	27,57 b	10,88 a	2,62 b
	Comercial 2	10,50 c	2,09 b	18,11 c	9,05 b	2,02 c
C.V. (%)	12,46	6,90	25,01	11,62	16,46	
Porta-enxerto	‘C37’	13,26 b	2,52 a	34,27 a	10,47 b	3,22 a
	Trifoliata	15,63 a	2,31 b	18,05 c	12,76 a	1,39 b
	‘C13’	12,23 c	2,27 b	27,73 b	9,76 c	2,78 a
	‘Cravo’	10,01 d	2,03 c	27,25 b	9,16 d	2,88 a
C.V. (%)	3,90	3,40	14,92	3,32	12,08	

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

O porta-enxerto Trifoliata apresentou o maior desenvolvimento em altura, atingindo aos 120 dias desde a semeadura, alturas médias maiores que 15 cm (Tabela 2.2). Os citranges apresentaram uma performance intermediária, com o ‘C37’ superior ao ‘C13’ e o limoeiro ‘Cravo’ com a menor altura. Observa-se pela Figura 2.3, que a tendência de crescimento foi linear e constante para todos os porta-enxertos estudados. Conforme já relatado por Schäfer (2000), o Trifoliata tem um crescimento inicial muito rápido, podendo atingir alturas bem superiores aos demais já na primeira semana após a germinação. Pode-se observar, na Figura 2.3, que o Trifoliata, já aos 56 DAS, apresentava altura maior mantendo-a até o final do experimento.

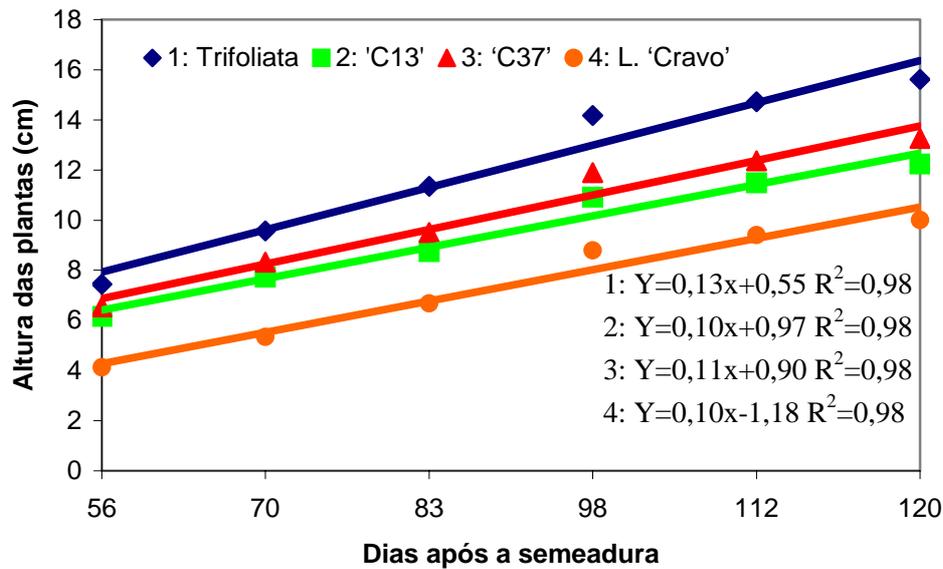


FIGURA 2.3 - Curvas de crescimento, em altura, de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos até os 120 dias após a semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.

A altura das plantas nos diferentes substratos estudados mostrou-se significativa, apresentando diferenças de aproximadamente 40% para essa característica. Observa-se que o substrato comercial 1 proporcionou os melhores índices, seguido pela mistura 1 e, por último, pelo substrato comercial 2 (Tabela 2.2). As diferenças encontradas na análise dessa e das demais características de desenvolvimento vegetativo podem ser percebidas visualmente durante o cultivo, conforme mostra a Figura 2.5, na qual os porta-enxertos cultivados no substrato comercial 2, estão no centro da bancada, com menor desenvolvimento vegetativo e com folhas cloróticas.



FIGURA 2.4 - Desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos em diversos substratos. A parte central refere-se aos porta-enxertos cultivados no substrato comercial 2 (C2). C1=substrato comercial 1 e M1=substrato mistura 1. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.

A diferença no desenvolvimento dos porta-enxertos nos três substratos acentuou-se ao longo do tempo (Figura 2.5), sendo que aos 56 DAS todos os porta-enxertos estavam com aproximadamente 6 cm e no final do cultivo as diferenças entre o substrato 2 e os demais chegou a aproximadamente 4 cm.

Pode-se verificar pelos dados da Tabela 2.2, que tanto o desenvolvimento em diâmetro, como os índices de área foliar foram menores nos porta-enxertos quando cultivados no substrato comercial 2. Este substrato induziu a um menor número de folhas por planta e a uma redução na área foliar por folha o que, conseqüentemente, diminuiu o índice de área foliar e gerou a diminuição de todas as características de desenvolvimento vegetativo. Os substratos comercial 1 e mistura 1 não apresentaram

diferenças no diâmetro e no número de folhas emitidas por porta-enxerto; houve diferenças somente em área foliar, devido ao menor desenvolvimento da folha, como pode ser verificado nos índices de área foliar por folha.

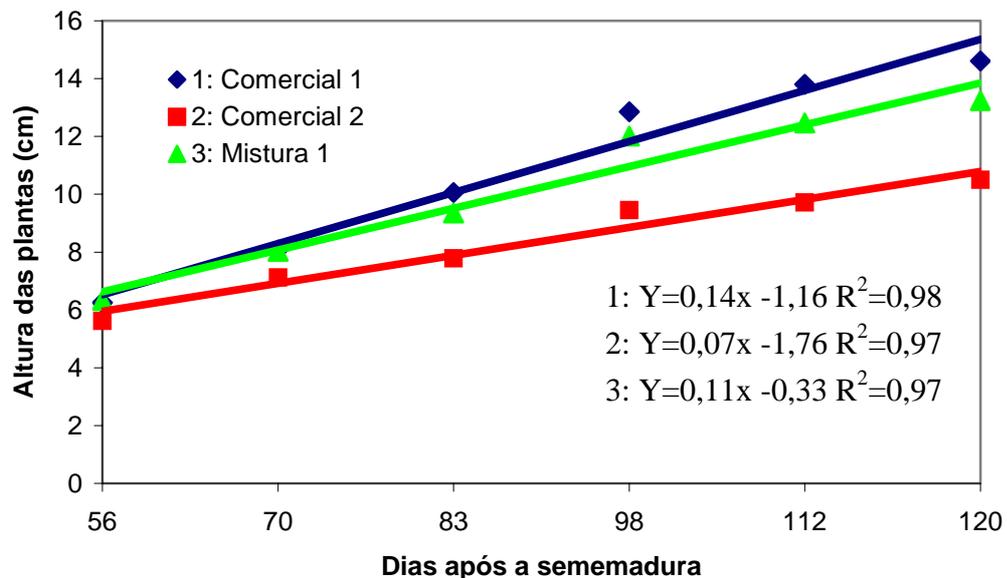


FIGURA 2.5 - Efeito do substrato de cultivo no crescimento em altura de porta-enxertos cítricos até os 120 dias após a semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2001.

Um fator importante no desenvolvimento do porta-enxerto é o diâmetro da haste, porque o maior desenvolvimento em diâmetro pode antecipar o tempo da enxertia. Neste trabalho, verificou-se diferenças significativas entre os porta-enxertos estudados para essa característica, com o citrange 'C37' apresentando os melhores resultados, seguido pelo Trifoliata e o 'C13' e por último o limoeiro 'Cravo' (Tabela 2.2).

Em experimento realizado com a propagação do limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Cleópatra' em bandejas com alvéolos de 75 cm^3 , com temperaturas variando de 22 a 32 °C, fertilizadas com nitrato de potássio, obteve-se, aos 120 dias de cultivo, plantas com médias de 13,51 e 11,53 cm de altura, 2,67 e 1,87 mm de diâmetro do caule, 0,92 e 0,52 g/planta de matéria seca total, respectivamente, para os porta-

enxertos ‘Cravo’ e ‘Cleópatra’ (Carvalho & Souza, 1996). Em outro experimento com a propagação da tangerineira ‘Cleópatra’ obteve-se 80% das plantas aptas à repicagem aos 135 dias de cultivo (Vichiato et al., 1998). Schmitz et al. (1998), no cultivo do Trifoliata EEA/UFRGS em diversos substratos, encontrou valores de 14,8 cm de altura, 1,97 mm de diâmetro do colo e 14,6 folhas e Schäfer (2000) aos 197 dias após o cultivo de porta-enxertos em casa de vegetação conseguiu altura de aproximadamente 10 cm para o Trifoliata, 9 para o ‘Troyer’, 11 para o ‘Swingle’ e o limoeiro ‘Cravo’. Observa-se que nos experimentos conduzidos pelos autores citados, ocorreu um desenvolvimento similar, sendo que a tendência de maior desenvolvimento inicial do Trifoliata é confirmada e, principalmente nas condições do Rio Grande do Sul, verificou-se um menor crescimento inicial do ‘Cravo’. O comportamento apresentado pelo ‘C13’ e ‘C37’ evidencia que eles apresentam desempenho vegetativo igual ou superior ao de outros porta-enxertos, em ambiente protegido.

Houve diferença significativa em área foliar entre os porta-enxertos estudados (Tabela 2.2). O porta-enxerto ‘C37’ foi o que apresentou maiores índices, seguido do ‘C13’ e ‘Cravo’ e, por último, o Trifoliata. Esse comportamento deveu-se ao maior crescimento do primeiro porta-enxerto que determinou a formação de maior número de folhas, e estas ligeiramente maiores. O Trifoliata, apesar de ter número maior de folhas, apresentou menor índice de área foliar, como conseqüência de suas características fenotípicas, pois tem folhas menores do que os demais porta-enxertos estudados.

Diversos parâmetros de massa seca por planta estão descritos na Tabela 2.3. Observa-se que a altura, o diâmetro e os índices de área foliar tiveram reflexo direto no acúmulo de massa seca dos porta-enxertos nos diferentes substratos de cultivo, indicando que o comercial 2 proporcionou os piores índices, com 64% a menos de

acúmulo que o comercial 1, que apresentou os melhores resultados. O substrato mistura 1 apresenta, em geral, massa seca intermediária aos demais. Alterações no sistema radicular, principalmente na sua distribuição e seu volume, podem alterar a eficiência de absorção de água e nutrientes, diminuindo, assim, o seu desenvolvimento, o que provavelmente ocorreu com os porta-enxertos cultivados no substrato comercial 2.

TABELA 2.3 - Massa seca total das raízes (MSTR), de raiz principal (MSRP), de raiz secundária (MSRS), relação MSRP/MSRS (RP/RS), da parte aérea total (MAT), relação MAT/MSTR e massa seca total por planta (MST) de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Tratamento		MSTR	MSRP	MSRS	RP/RS	MAT	MAT/MSTR	MST
		----- g.planta ⁻¹ -----						
Substrato	Comercial 1	0,21 a ¹	0,13 a	0,082 a	1,74	0,43 a	2,04 a	0,64 a
	Mistura 1	0,19 a	0,12 a	0,075 a	1,71	0,35 b	1,83 b	0,55 b
	Comercial 2	0,15 b	0,09 b	0,056 b	1,72	0,24 c	1,63 c	0,39 c
C.V. (%)		23,79	23,90	25,78	6,50	22,94	12,77	22,45
Porta-enxerto	'C37'	0,20 a	0,12	0,085 a	1,41 b	0,42 a	2,05 a	0,62 a
	Trifoliata	0,19 a	0,12	0,076 a	1,55 b	0,34 b	1,79 b	0,54 b
	'C13'	0,20 a	0,12	0,082 a	1,47 b	0,33 b	1,63 c	0,53 b
	'Cravo'	0,14 b	0,10	0,041 b	2,45 a	0,27 c	1,87 b	0,40 c
C.V. (%)		9,99	11,55	9,57	15,19	9,21	4,04	9,12

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Uma característica importante, e que é determinante na repicagem, é a consistência do torrão, pois um dos objetivos do cultivo em tubetes é a repicagem com sistema radicular intacto, envolvido em torrão, o que ameniza o estresse da repicagem e favorece o pegamento das plântulas. Essa característica está diretamente relacionada ao desenvolvimento do sistema radicular, pois observando-se os valores da Tabela 2.1, verifica-se que o substrato comercial 2 apresentou valores significativamente menores de consistência de torrão, diretamente relacionado com o desenvolvimento radicular (Tabela 2.3). Observa-se, que quanto menor o desenvolvimento de raízes secundárias,

como é o caso do limoeiro ‘Cravo’, menor é a consistência do torrão (3,73 - Tabela 2.4), podendo diminuir o pegamento e o crescimento na fase seguinte a repicagem.

Como aconteceu nas demais características de desenvolvimento vegetativo, o acúmulo de massa seca entre os porta-enxertos diferiu significativamente, indicando que o ‘C37’ apresentou os maiores índices de MST, seguido pelo Trifoliata e ‘C13’ e por último o ‘Cravo’. A maior área foliar desse porta-enxerto deve ter sido o fator determinante do maior acúmulo de MAT.

Os resultados apresentados em termos de massa seca são superiores aos resultados de Schäfer (2000), que descreve ganhos de até 0,44 g.planta⁻¹ na MST de porta-enxertos cultivados em diferentes substratos aos 197 dias após a semeadura. Já o porta-enxerto Trifoliata apresentou resultados similares de acúmulo de MSTR e MAT aos encontrados por Schmitz (1998), entretanto com uma antecipação de aproximadamente 40 dias.

A partir dos dados apresentados anteriormente pode-se verificar que existem diferenças significativas no desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos e que híbridos de Trifoliata, selecionados no Rio Grande do Sul, podem apresentar desempenho melhor do que porta-enxertos tradicionalmente usados.

O desempenho diferenciado proporcionado pelos substratos é explicado, principalmente por suas características químicas. Ao longo do cultivo houve variações nas características físicas, mas estas foram semelhantes para os três substratos estudados. Já, na parte química, o substrato comercial 2, inicialmente apresentava TTSS elevado, inclusive causando sintomas de toxicidez aos porta-enxertos testados, o que não ocorreu com os outros 2 substratos. O pH do comercial 2, que no final do

experimento esteve acima de 7,0, também pode ter influenciado negativamente na liberação de nutrientes, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

2.3.3 Caracterização física e química dos substratos

Na Figura 2.6 estão descritas as principais características físicas dos substratos antes e depois do cultivo. O Valor 'Padrão' refere-se aos valores de referência para um substrato de cultivo (Conover, 1967; De Boodt & Verdonck, 1972; Bunt, 1973; Verdonck et al., 1981; Penningsfeld, 1983; Verdonck & Gabriels, 1988). Somente a característica espaço de aeração (Figura 2.6C) não apresentou diferença estatística, entre épocas de cultivo, pela análise de variância.

Um substrato de referência tem como constituinte, em suas características físicas, uma parte de sólidos (15%) e o restante de poros. O mesmo deve ter a relação poros:sólidos equilibrada, a fim de permitir trocas gasosas eficientes (Kämpf, 2000). Observa-se que os três substratos estudados ficaram próximos da faixa referencial de porosidade total (Figura 2.6A), que é de 85% (80-90%), segundo De Boodt & Verdonck (1972). O substrato comercial 2 foi o que apresentou os valores mais elevados, atingindo valores acima da faixa de referência ao longo do cultivo. Todos os materiais sofreram aumento da sua porosidade ao longo do cultivo, provavelmente ocasionado pela degradação do material de origem, modificando assim a sua estrutura de poros (macro e microporos), influenciando toda a dinâmica de aeração e disponibilidade de água no substrato.

O volume de sólidos (Figura 2.6B) é o contraponto do espaço que não é ocupado pela porosidade total, sofrendo a mesma dinâmica desta. Nota-se que o percentual de seu volume diminui com o cultivo.

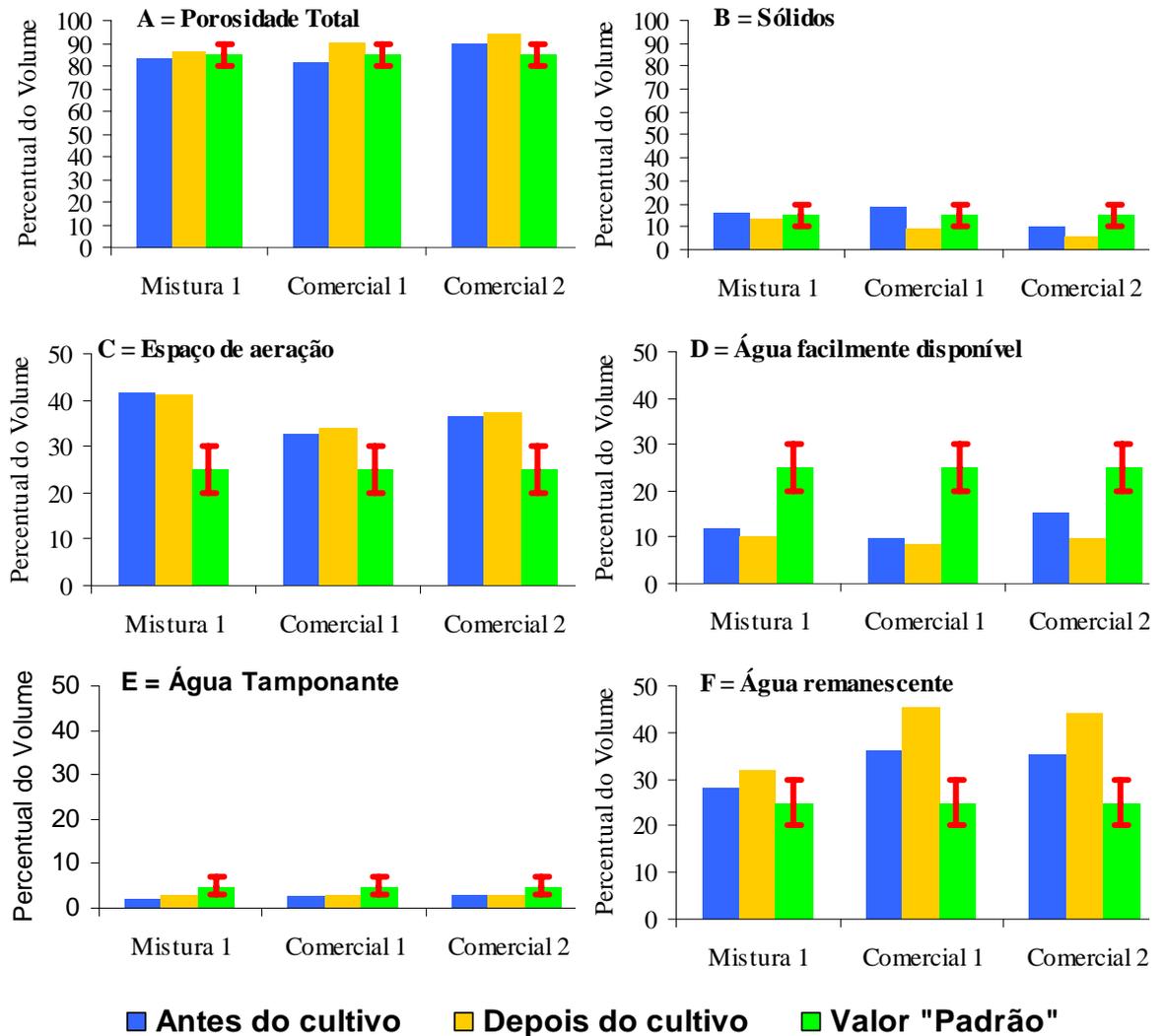


FIGURA 2.6 - Características física dos substratos antes e depois do cultivo, relativa à fração do volume ocupada pela porosidade total (A), por sólidos (B), espaço de aeração (C), água facilmente disponível (D), água tamponante (E) e água remanescente ao potencial de -100hPa (F). O valor "Padrão" refere-se ao intervalo dos valores considerado como referência, descrito por vários autores, conforme relata Schmitz (1998).

A porosidade total, condicionada por macro e microporos, representa o espaço de aeração e água facilmente disponível, tamponante e remanescente do substrato. O espaço ocupado por macroporos é que condiciona o espaço de aeração do substrato, espaço este correspondente à água liberada entre 0 e 10hPa da curva de retenção. O valor de referência, segundo De Boodt & verdonck (1972), é que o volume do substrato ocupado pelo espaço de aeração seja de 20 a 30%. Todos os substratos analisados

apresentaram valores superiores ao referencial não variando significativamente ao longo do cultivo (Figura 2.6C). O substrato mistura 1 apresentou o valor mais alto (41%), seguido pelo comercial 2 (37%) e pelo comercial 1 (33%).

A soma do volume de água facilmente disponível e volume de água tamponante representam o volume de água disponível às plantas. Esta característica é importante, pois um substrato deve ter a capacidade de reter o suficiente de água para que a planta absorva-a sem gastar muita energia; ao mesmo tempo não deve proporcionar retenção em demasia para evitar o encharcamento. O conhecimento deste fator também é importante para a determinação da dinâmica das irrigações.

O termo ‘capacidade de recipiente’ ou ‘capacidade de vaso’ indica o volume máximo de água retido pelo recipiente, após a drenagem natural (Kämpf, 2000), e é dependente do material (substrato) e da altura do recipiente. Pela capacidade de vaso, pode-se determinar o conteúdo máximo de água a aplicar em cada irrigação, evitando assim desperdícios. Os valores são muito variáveis, pois as exigências são bastante diferentes entre as espécies. Entretanto, segundo De Boodt & Verdonck (1972), o percentual de água facilmente disponível deve estar entre 20 a 30%. Já a água tamponante, que representa a água retida entre as pressões de 50 e 100 hPa tem seu valor próximo a 5% (Cattivello, 1991). Dentre os substratos analisados, todos apresentaram valores abaixo do recomendado, tanto para água facilmente disponível (Figura 2.6D), quanto para água tamponante (Figura 2.6E). Por conseguinte, apresentam limitações quanto ao suprimento adequado de água de fácil absorção às plantas, indicando que, preferencialmente, as regas devem ter durações mais curtas e devem ser feitos a intervalos de tempo menores.

Observa-se que, com o rearranjo das partículas durante o cultivo, este diminuiu o percentual de volume de água facilmente disponível em todos os substratos. Já o volume de água tamponante, sob reflexo do aumento de microporos, teve um aumento significativo depois do cultivo.

Embora a água remanescente seja não disponível às plantas, sua principal importância está na influência sobre algumas propriedades do substrato, como: condutividade, capacidade térmica e condutividade hidráulica (Gauland, 1997). Observa-se pela Figura 2.6F que o substrato mistura 1, antes do cultivo, apresentou valores dentro do padrão de referência estabelecido por De Boodt & Verdonck (1972) que varia de 20 a 30%, já os demais apresentaram valores bem acima deste padrão.

Para a característica água remanescente (Figura 2.6F), houve um grande incremento no seu volume depois do cultivo. Em valores absolutos, o substrato mistura 1 aumentou aproximadamente 14% o seu valor, seguido pelos substratos comerciais, que o aumentaram em aproximadamente 25%. Este comportamento também é explicado pelo rearranjo das partículas do substrato aumentando o volume de micro e ultramicroporos (Gruszynsky, 2001), quer seja pela maior acomodação do substrato ou pela degradação deste, diminuindo o tamanho de suas partículas e aumentando a retenção de água.

Os principais reflexos da acomodação e/ou degradação das partículas dos substratos são o aumento da porosidade total, água tamponante e água remanescente e diminuição da água facilmente disponível.

A densidade expressa a relação entre a massa e o volume do substrato e, em geral, a densidade seca é utilizada como parâmetro de avaliação, pois a densidade úmida (com a umidade original do substrato) depende muito do teor de água presente no

mesmo. Normalmente, os valores de referência de densidade seca para substratos é de 350 a 500 kg.m⁻³ (Conover, 1967) ou de 400 a 500 kg.m⁻³ (Bunt, 1973). No entanto, Schmitz (1998) salientou que os valores recomendados por esses autores referem-se a cultivos em vasos plásticos, não havendo maiores inconvenientes para a utilização de substratos com baixos valores de densidade, no cultivo em bandejas multicelulares, pois nessas a baixa densidade não compromete a estabilidade do recipiente e facilita o manuseio, por proporcionar maior leveza. Segundo Kämpf (2000), valores adequados para vasos de até 15 cm de altura, como os que foram utilizados no presente estudo, devem ter densidade seca entre 200 a 400 kg.m⁻³, que foram apresentados por todos os substratos, antes e depois do cultivo, indicando que eles atendem a essa característica física (Tabela 2.4). As variações encontradas com a densidade, antes e depois do cultivo, são muito pequenas para indicar uma mudança nessa característica.

TABELA 2.4 – Densidade úmida, densidade seca e teor relativo de carbono orgânico nos substratos antes e depois do cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Época de Cultivo	Densidade Úmida (kg.m ⁻³)			Densidade Seca (kg.m ⁻³)			Carbono Orgânico (%)		
	Substrato			Substrato			Substrato		
	C. 1 ^a	C. 2 ^b	M. 1 ^c	C. 1	C. 2	M. 1	C. 1	C. 2	M. 1
Antes	531	566	594	255	213	303	27	32	27
Depois	805	716	695	290	204	307	23	31	24

^aComercial 1. ^bComercial 2. ^cMistura 1.

Segundo Penningsfeld (1983), teores de matéria orgânica de 50%, que representam em torno de 25% de carbono orgânico, são valores de referência para substratos, segundo critérios adotados pela União das Entidades Alemãs de Pesquisas Agrícolas. De acordo com estas especificações, observa-se que, em todos os substratos analisados, foram detectados teores de matéria orgânica dentro do recomendado (Tabela 2.4). Nesta característica também houve uma pequena variação diminuindo o seu valor depois do cultivo, provavelmente ocasionado pela degradação da matéria orgânica.

Geralmente são indicados valores ideais de pH (em H₂O) na faixa de 6,0 para cultivo de plantas no solo, principalmente porque nesta faixa é maior a disponibilidade de nutrientes. Entretanto, quando se trabalha com substrato orgânicos, sem solo, as recomendações são diferentes. Bailey et al. (2004a) e Bailey et al. (2004b) recomendam a faixa de 5,4 até 6,2 para a maioria das culturas. Já Kämpf (2000), considera que a faixa de 5,2 a 5,5 é a ideal. Por essas recomendações, observa-se que o substrato comercial 1 e a mistura 1 estão dentro da faixa recomendável e o substrato comercial 2 encontra-se abaixo da faixa referida (Tabela 2.5).

Houve mudanças significativas do pH nos substratos depois do cultivo (Tabela 2.5), sendo que todos eles tenderam à neutralidade, elevando-se a níveis muito altos ou extremamente altos (Kämpf, 2000). Os principais fatores que podem explicar estas mudanças no pH do substrato são a alcalinidade da água de irrigação, a ação de fertilizantes e o efeito da espécie em cultivo (Bailey et al., 2004a; Bailey et al., 2004b). Neste experimento, o que provavelmente condicionou o aumento do pH foi a alcalinidade da água de irrigação e, talvez com menor intensidade, a ação dos porta-enxertos, visto que não foi utilizada fertilização complementar.

TABELA 2.5 – pH e teor total de sais solúveis (TTSS) em substratos antes e depois do cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Época do cultivo	pH (em H ₂ O)			TTSS (g.L ⁻¹)		
	Substrato			Substrato		
	Comercial 1	Comercial 2	Mistura 1	Comercial 1	Comercial 2	Mistura 1
Antes	B 5,48 b ¹	C 4,65 b	A 6,05 b	B 2,48 a	A 3,14 a	C 1,81 a
Depois	C 6,51 a	A 7,04 a	B 6,70 a	B 0,15 b	B 0,16 b	A 0,22 b
C.V.	1,91			3,11		

¹Médias antecedidas por letras maiúsculas distintas, na linha, e médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan.

A partir destes resultados (Tabela 2.5), conclui-se que o manejo do pH do substrato antes e durante o cultivo deve ser realizado, principalmente para evitar valores

muito baixos no início do cultivo, como pode ser verificado no substrato comercial 2, e que esses ultrapassem as faixas recomendadas durante o cultivo.

A salinidade pode ser considerada como um dos problemas mais sérios da nutrição de plantas, chegando a limitar o poder nutritivo de um meio de cultivo. A resposta das plantas varia de acordo com diversos fatores, como a cultivar e a espécie, a idade e o desenvolvimento vegetativo, as condições ambientais e as práticas de cultivo (Souza, 1995). A condutividade elétrica (CE) é um indicativo da concentração de sais ionizados na solução e a partir da densidade do material e da temperatura do substrato é possível avaliar a concentração salina com base em uma solução de referência de KCl, expressa em teor total de sais solúveis (TTSS) em g KCl.L^{-1} de substrato .

Para o cultivo de plantas cítricas em substrato livre de solo não existem recomendações específicas referentes à salinidade, mas estudos com plantas ornamentais fornecem subsídios para a interpretação. Em geral, para a fase de sementeira recomenda-se o uso de substratos com TTSS no máximo de 2 g.L^{-1} , a fim de evitar problemas futuros de excesso de salinidade (Kämpf, 2000).

De acordo com Röber & Schaller (1985), a salinidade do substrato mistura 1 antes do cultivo pode ser considerada normal e a dos comerciais pode ser considerada alta (Tabela 2.5). No final do cultivo, todos os índices podem ser considerados baixos, fator esse que deve ter ocorrido por uma lixiviação dos elementos constituintes e também pela absorção de uma boa parte dos mesmos pelos porta-enxertos cítricos cultivados.

O comportamento do pH e do TTSS indicam a importância do monitoramento dos mesmos ao longo do cultivo por meio de métodos não destrutivos, como descreve Cavins et al. (2000).

Os teores de nutrientes presentes nos substratos antes e depois do cultivo estão listados na Tabela 2.6. Segundo recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo - RS e SC (2000) e de Siqueira et al. (1987), todos os níveis de macronutrientes estão bem acima dos níveis considerados altos ao longo do cultivo, o mesmo acontecendo com a maioria dos micronutrientes, somente o cobre apresentando valores médios antes do cultivo e baixos depois do cultivo. Valores altos de nutrientes, principalmente de P e K, no substrato mistura 1 podem ter sido influenciados pela adição de casca de arroz carbonizada, pois, segundo Schmitz (1998), este material apresenta elevados teores desses dois nutrientes.

Houve grande diminuição no TTSS (Tabela 2.5) depois do cultivo, como pode-se verificar nos teores de nutrientes apresentados na Tabela 2.6. As principais mudanças aconteceram nos teores de P e K, que diminuíram em até 12 vezes para o P e de cinco vezes para o K. No caso do fósforo a diminuição dos seus teores, além da absorção das plantas, pode ter ocorrido uma complexação na solução do substrato e uma indisponibilização pelo aumento do pH e, no caso do potássio, uma lixiviação pela irrigação.

Os teores de Mg aumentaram no substrato comercial 2 e na mistura 1, provavelmente em reflexo do aumento do pH e de uma maior disponibilização desse nutriente. Os teores de Ca e B pouco variaram durante o cultivo. Era esperado uma diminuição dos teores de zinco, com o aumento de pH, entretanto observa-se que no substrato comercial 1 e no mistura 1 seus níveis aumentaram, por motivos desconhecidos.

TABELA 2.6 - Teores de nutrientes disponíveis nos substratos antes e depois do cultivo de porta-enxertos cítricos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Substrato	Época	P	K	Al	Ca	Mg	S	Zn	Cu	B	Mn
		-- mg.L ⁻¹ --	----	cmolc.L ⁻¹ ----	-----	mg.L ⁻¹ -----	-----	-----	-----	-----	-----
Comercial 1	Antes	178	992	0,3	34	11	7,5	5,1	0,2	0,7	51
	Depois	96	366	0	28,5	10,3	19,5	13,5	0,1	0,85	7,3
Comercial 2	Antes	978	2592	1,3	22	9,8	11	12,0	0,2	1,0	104
	Depois	76	441	0	26,3	21,8	23,5	7,15	0,1	1,0	11
Mistura 1	Antes	142	863	0	26	12	11	4,0	0,2	1,0	16
	Depois	66	377	0	25,5	25,8	23,5	5,63	0,1	0,93	11,5

2.3.4 Teores de macronutrientes presentes na massa seca aérea e teor de substância de reserva

Os resultados referentes aos teores de macronutrientes presentes na massa seca da parte aérea estão apresentados na Tabela 2.7. A análise estatística não revelou interação significativa entre os substratos e porta-enxertos para este parâmetro de avaliação.

Segundo recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo - RS e SC (2000) para teores foliares da cultura de citros, os teores de nitrogênio presentes nesses porta-enxertos são considerados deficientes, os de fósforo satisfatórios, os de potássio de satisfatórios a altos, os de cálcio deficientes e os de magnésio de baixos a satisfatórios.

Apesar de o substrato comercial 2 ter os maiores índices de nutrientes antes do cultivo, observa-se que houve um acúmulo menor na massa seca aérea, principalmente de N e K. Este fato, provavelmente, deveu-se à inibição da absorção de nutrientes por uma maior pressão osmótica causada pelo substrato, pois segundo Kämpf (2000), níveis de 3 g.L⁻¹ de sais no substrato podem ser considerados altos e em alguns casos fitotóxicos. Esses dados realçam a tese de especialistas, de que quanto menor a

adubação de base dos substratos, principalmente quando o método de propagação é por sementes, mais fácil é o manejo da adubação complementar, pois, a princípio, todos os porta-enxertos devem receber adubações complementares de nitrogênio.

TABELA 2.7 - Teores de macronutrientes presentes na massa seca aérea total de porta-enxertos cítricos, cultivados em diferentes substratos em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Tratamento	Conteúdo Nutricional g/kg na Massa Seca Aérea					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	
Substrato	Comercial 1	13,09 a ¹	1,43	18,81 a	11,34 a	2,83 c
	Mistura 1	12,66 a	1,35	17,49 ab	8,78 b	4,66 a
	Comercial 2	9,19 b	1,40	17,05 b	8,58 b	3,44 b
C.V. (%)		9,15	11,18	4,76	6,61	7,22
Porta-enxerto	‘C37’	10,16 b	1,37	17,28 c	9,94 b	3,91 b
	Trifoliata	11,94 a	1,33	15,18 d	8,13 c	3,57 c
	‘C13’	12,04 a	1,40	18,45 b	10,53 a	4,16 a
	‘Cravo’	12,46 a	1,47	20,21 a	9,68 b	2,93 d
C.V. (%)		10,84	12,38	6,19	5,46	8,06

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo os resultados do conteúdo nutricional no substrato antes do cultivo (Tabela 2.6), pode-se verificar que os níveis de todos os nutrientes são considerados altos, entretanto observa-se que a absorção de cálcio, para todos os tratamentos, e de magnésio para o substrato comercial 1 e mistura 1 e o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ foram deficientes. Isto corrobora as afirmações de que existe um antagonismo forte na absorção de potássio com cálcio e magnésio, pois parece impossível ter ao mesmo tempo níveis altos desses nutrientes nas plantas (Basso et al., 1983; Malavolta & Violante Neto, 1989).

O teor relativo de substâncias de reserva nas raízes e na parte aérea somente apresentou diferenças significativas para o fator porta-enxerto na parte aérea, indicando que, mesmo com as diferenças de desenvolvimento vegetativo entre os substratos cultivados, esses possuem índices similares de acúmulo de substâncias de reserva.

TABELA 2.8 – Teor relativo de substâncias de reserva de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001.

Tratamento		Substância de reserva de raízes %	Substância de reserva na parte aérea %
Substrato	Comercial 1	37,69	40,01
	Mistura 1	38,39	41,81
	Comercial 2	39,35	43,18
Coeficiente de Variação (%)		5,73	11,20
Porta-enxerto	‘C37’	38,54	42,78 b ¹
	Trifoliata	39,23	38,77 c
	‘C13’	36,97	38,77 c
	‘Cravo’	39,18	46,36 a
Coeficiente de Variação (%)		4,22	5,37

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

As diferenças encontradas no teor de substâncias de reserva na parte aérea entre os porta-enxertos estudados não indicam uma tendência, pois apesar do ‘Cravo’ ter um menor acúmulo de massa seca, os demais se assemelham entre si, indicando que uma provável diluição de carboidratos na parte aérea não é a resposta.

2.4 CONCLUSÕES

A escolha correta do substrato é fundamental para o desenvolvimento acelerado do porta-enxerto.

Os citrangeres ‘C13’ e ‘C37’ apresentam bom desenvolvimento vegetativo em condições de produção de mudas em ambiente protegido.

As características químicas dos substratos são determinantes para o desenvolvimento adequado dos porta-enxertos, sendo prejudicial a salinidade elevada.

A disponibilidade de nutrientes nos substratos deve ser ajustada à capacidade de absorção de cada cultivar de porta-enxerto;

A característica física dos substratos que mais modifica ao longo do cultivo é a água remanescente.

CAPÍTULO III

Efeito do tamanho do tubete no desenvolvimento vegetativo de diferentes porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação

3.1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas de citros, em ambiente protegido, normalmente é feita em duas fases, uma denominada de sementeira e outra de viveiro. Na fase de sementeira, utiliza-se bandejas multicelulares de isopor ou tubetes plásticos de vários tamanhos. Estes possuem um sistema que evita o enovelamento das raízes redirecionando-as para a parte inferior, onde pela ação do ar ocorre à poda aérea da raiz. Os porta-enxertos semeados em bandejas ou tubetes, após atingirem 10 a 15 cm de altura, são repicados para citropotes ou sacos plásticos com volumes maiores, em geral de quatro litros, onde se dão duas fases: uma, que vai da repicagem até o ponto de enxertia, para o desenvolvimento do porta-enxerto; e, outra, da enxertia até a muda pronta, para o desenvolvimento do enxerto.

No mercado especializado em horticultura existem tubetes de diferentes tamanhos, mas há carência de informações sobre a influência do volume destes sobre o desenvolvimento dos porta-enxertos ao longo do cultivo. Spomer (1982) cita que o volume do recipiente é um fator limitante para o desenvolvimento do sistema radicular da muda, influenciando no crescimento das raízes e da parte aérea, sendo que o volume

explorado em um recipiente não se compara ao volume explorado pela planta no viveiro à campo.

Os tubetes normalmente usados para a produção de mudas de citros, na fase de sementeira, possuem um volume de 50 cm^3 , com quatro a seis estrias longitudinais, de fácil manipulação, permitindo a distribuição das plântulas em lotes homogêneos. Nesse tipo de recipiente, as raízes crescem em direção ao orifício basal, havendo a morte do meristema da raiz pivotante com conseqüente emissão de raízes secundárias (Oliveira et al., 2004). Algumas empresas já comercializam tubetes de 120 cm^3 ou 280 cm^3 . Em geral, verifica-se que recipientes com maior volume de substrato apresentam uma tendência a produzir mudas mais vigorosas e de melhor qualidade (Cunha et al., 2002).

Em trabalho testando o uso de tubetes com capacidade de 50, 120 e 275 cm^3 na produção de mudas de cafeeiro, Cunha et al. (2002) obtiveram mudas com melhor desenvolvimento em tubetes de 120 ml.

Na produção de mudas cítricas, os dados de pesquisa apontam que o volume do substrato afeta o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos cítricos (Rezende et al., 1995), entretanto Girardi et al. (2001) não encontraram diferenças no desenvolvimento do porta-enxerto, da repicagem até o ponto de enxertia, mas recipientes com capacidade maior resultaram em mudas de maior tamanho após a enxertia.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos, cultivados em tubetes com diferentes capacidades de volume e o seu efeito na posterior repicagem para citropotes.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram executados dois experimentos, conduzidos em casa de vegetação, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada em Eldorado do Sul, RS.

3.2.1 Experimento 1

O experimento foi dividido em duas fases, uma fase de sementeira, onde cultivou-se os porta-enxertos em tubetes e, a outra, a fase de viveiro.

Fase de Sementeira

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com sistema de irrigação por micro-aspersão, do dia 27 de setembro de 2001 ao dia 25 de janeiro de 2002 (120 dias após a semeadura).

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 3 x 3, com quatro blocos e cada parcela constituída por, no mínimo, 16 tubetes. Nas parcelas principais foram testados tubetes com volumes diferenciados (50, 120 e 280 cm³) e nas sub-parcelas foram testados três porta-enxertos cítricos (Trifoliata - *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; 'C13' - *P. trifoliata* x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.; limoeiro 'Cravo' - *C. limonia* Osbeck.). Como meio de cultivo utilizou-se o substrato comercial Eucatex Plant Max Citrus[®] (segundo especificações do rótulo é composto de cascas processadas e enriquecidas, vermiculita expandida, perlita expandida e turfa processada e enriquecida).

A semeadura foi realizada nos tubetes cônicos, com seus respectivos volumes, vazados na parte basal, fixados em bancadas a um metro da superfície do solo, com uma semente por tubete.

Fase de viveiro

A partir das mudas produzidas na fase de sementeira, no dia da avaliação final (25/01/2002), selecionou-se 18 plantas para cada tratamento, de forma que representassem a média das plantas cultivadas, que foram repicadas para citropotes, onde se avaliou o desenvolvimento dos porta-enxertos.

Esta fase também foi conduzida em casa de vegetação com sistema de irrigação por micro-aspersão no período de 25 de janeiro de 2002 a 20 de março de 2003 (420 dias após a repicagem).

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 3 x 3, com três blocos e cada parcela constituída por seis citropotes com capacidade de 4 L de substrato. Nas parcelas principais e nas sub-parcelas foram mantidos os mesmos tratamentos da fase anterior. Como meio de cultivo, utilizou-se o substrato comercial Mec Plant Florestal[®] (composição não constava no rótulo do produto), que recebeu como adubação complementar, oito aplicações de adubo totalmente solúvel (Niphokam[®]) na dosagem de 0,5 g.planta⁻¹.aplicação⁻¹, diluído em 100 ml de água. O adubo apresentou os seguintes teores de nutriente: N (10%), P₂O₅ (8%), K₂O (8%), Mg (0,5%), Zn (1,0%), Mo (0,1%), Ca (1%), B (0,5%), Cu (0,2%), S (2%), Fe (0,1%) e Mn (0,5%).

3.2.2 Experimento 2

O experimento foi dividido em duas fases, uma fase de sementeira, onde cultivou-se os porta-enxertos em tubetes, e a outra em viveiro.

Fase de Sementeira

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com sistema de irrigação por micro-aspersão, no período de 11 de dezembro de 2002 ao dia 20 de dezembro de 2003 (374 dias após a sementeira).

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 3, com quatro blocos e cada parcela constituída por 18 tubetes. Nas parcelas principais foram testados tubetes com volumes diferenciados (120 e 280 cm³) e nas sub-parcelas foram testados três porta-enxertos cítricos (Trifoliata - *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; 'C37' - *P. trifoliata* x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.; limoeiro 'Cravo' - *C. limonia* Osbeck.). Como meio de cultivo, utilizou-se o substrato comercial Eucatex Plant Max Citrus[®].

A sementeira foi realizada nos tubetes cônicos, com seus respectivos volumes, vazados na parte basal, fixados em bancadas a um metro da superfície do solo, com duas a três sementes por tubete.

Fase de viveiro

A partir das mudas produzidas na fase de sementeira, no dia da avaliação final (20/12/2003) selecionou-se 18 plantas para cada tratamento, de forma que representassem a média das plantas cultivadas, que foram repicadas para citropotes onde seguiu a avaliação do seu desenvolvimento.

Esta fase também foi conduzida em casa de vegetação com sistema de irrigação por gotejamento, no período de 20 de dezembro de 2003 a 19 de novembro de 2004.

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 3, com três blocos e cada parcela constituída por seis citropotes com capacidade de quatro litros de substrato. Nas parcelas principais e sub-parcelas foram mantidos os mesmos tratamentos da fase de sementeira. Como meio de cultivo, utilizou-se o substrato comercial Rendmax Citrus[®], que recebeu como adubação de cobertura quatro aplicações de nitrogênio (uréia), na dosagem de 1,5 g.planta⁻¹.aplicação⁻¹ diluído em 100 ml de água.

A enxertia foi realizada no dia 05/03/2004 para os porta-enxertos cultivados inicialmente em tubetes de 280 cm³ e no dia 25/03/2004 para os de 120 cm³, a uma altura média de 15 cm. Como cultivar copa, utilizou-se a laranjeira Baía Cabula (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck).

As seguintes características foram avaliadas:

1. Determinação do vigor, por meio de:
 - 1.1. Diâmetro do tronco, ao nível do colo, em mm; (Experimentos 1 e 2)
 - 1.2. Comprimento da parte aérea, medida do colo até o ápice do tronco, em cm (Experimentos 1 e 2);
 - 1.3. Área foliar por plântula, em cm², medida através da passagem das folhas por um medidor de área foliar de marca LI-Cor, modelo LI - 3100 (Experimento 1);
 - 1.4. Massa seca da raiz, massa seca da parte aérea (tronco e folhas) e total (raiz + parte aérea), em gramas, obtido pela secagem em estufa, com temperatura de 65°C, até peso constante (Experimentos 1 e 2);

2. Determinação de N (total), P, K, Ca e Mg nas folhas, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), realizada no Laboratório de Tecidos do Departamento de Solos da UFRGS (Experimento 1);
3. Determinação do teor de substâncias de reservas do tronco e da raiz, segundo adaptações do método descrito por Priestley, citado por Souza (1990) (Experimento 1).

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pela análise de regressão polinomial e pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. Procedeu-se, ainda, uma análise de correlação simples entre as variáveis observadas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Experimento 1

Na Figura 3.1 estão apresentados os resultados do desenvolvimento vegetativo em altura e na Figura 3.2 a altura ao longo do tempo de porta-enxertos cítricos, cultivados inicialmente em diferentes volumes de recipientes e depois repicados para citropotes na fase de viveiro. Observa-se que, para a altura de planta na fase de sementeira, houve um comportamento distinto entre os porta-enxertos estudados para o efeito de tubetes, sendo que o Trifoliata e o ‘Cravo’ apresentaram um crescimento linear, enquanto que o ‘C13’ apresentou um comportamento quadrático com o ponto de saturação no volume de 120 cm³ (Figura 3.1A). O efeito do volume do recipiente foi mais intenso sobre o limoeiro ‘Cravo’, que apresentou um incremento da ordem de 78% do menor para o maior volume, enquanto que para o Trifoliata este incremento foi de 37%.

A resposta esperada para todos os porta-enxertos cultivados é de que esses tivessem um comportamento de crescimento linear, com o volume de substrato utilizado (Cunha et al., 2002). Entretanto, pelo pequeno período em que ocorreu o cultivo (120 dias), possivelmente o 'C13' não tenha explorado todo o volume do tubete e, com isso, o seu desenvolvimento em altura seja idêntico nos dois volumes de tubete (50 e 280 cm³) demonstrando haver diferenças fenotípicas entre os materiais estudados. Tanto que, para a fase de viveiro (Figura 3.1B), o comportamento dos três porta-enxertos foi similar para o volume de tubete, demonstrando que as diferenças encontradas em altura na fase de sementeira não se mantiveram na fase de viveiro, ou seja, as plantas cultivadas nos tubetes de menor volume aceleraram seu crescimento, igualando-se às demais.

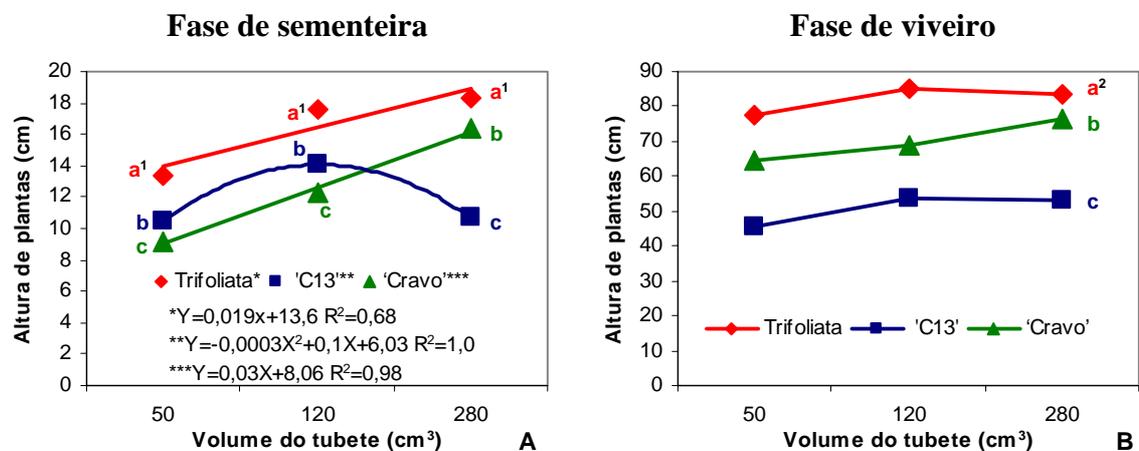


FIGURA 3.1 – Efeito de três tamanhos de tubetes no crescimento em altura na fase de sementeira (A) e de viveiro (B) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete.

A Figura 3.2A demonstra que o crescimento dos diferentes porta-enxertos no decorrer do tempo de cultivo, para os tamanhos de tubetes avaliados, foi linear, o que solidifica o argumento anterior de que as diferenças são mais marcantes com um

período maior de cultivo nessa fase e de que, provavelmente, o 'C13' tem uma resposta linear de crescimento com um tempo maior de cultivo.

Segundo o conceito de capacidade de vaso, abordado no capítulo anterior, a altura do substrato e, por conseguinte, do recipiente é fundamental na determinação da água retida após a irrigação (Cruszynski, 2002). Segundo Bailey et al. (2004), com o aumento da altura do recipiente ocorre um aumento na capacidade de aeração e uma diminuição da capacidade de retenção de água. Este último fator pode ter diminuído o desenvolvimento do 'C13' no volume de 280 cm³, pois como o aumento do tamanho do tubete, houve um aumento da sua altura e uma diminuição da capacidade de retenção de água podendo ter limitando assim o desenvolvimento deste porta-enxerto.

A análise estatística não apontou diferenças para altura de planta entre os tamanhos de tubetes na fase de viveiro (Figuras 3.1B e 3.2C), indicando que todas as diferenças detectadas de desenvolvimento vegetativo na fase de sementeira não perduraram ao longo da fase seguinte.

As maiores diferenças, referentes ao desenvolvimento em altura, são encontradas entre os porta-enxertos estudados, independente do tamanho de tubete. Na fase de sementeira as diferenças chegaram a 77% no caso do Trifoliata e do 'C13' no tubete de 280 cm³ (Figura 3.1A) e na fase de viveiro (Figura 3.1B) as diferenças foram, em média, de 61%, como o Trifoliata atingindo altura média de 82 cm, o 'Cravo' de 70 cm e o 'C13' de 51 cm. Para os dados de altura ao longo do tempo (Figura 3.2B e D), os porta-enxertos tiveram comportamento similar ao longo do tempo, com o Trifoliata atingindo os maiores índices seguidos pelo limoeiro 'Cravo' e o citrange 'C13'. As diferenças encontradas conotam o papel fenotípico de cada material estudado, pois outros trabalhos já descrevem um desenvolvimento inicial mais acentuado do Trifoliata

em relação aos demais (Schäfer, 2000). Entretanto, os resultados superiores do limoeiro 'Cravo' em relação ao 'C13' foram diferentes dos resultados encontrados no Capítulo II, no qual os citranges testados tiveram um maior desenvolvimento na fase de viveiro. Aparentemente, não existe uma explicação para esse evento, pois a fase de sementeira dos dois experimentos foram instaladas concomitantemente.

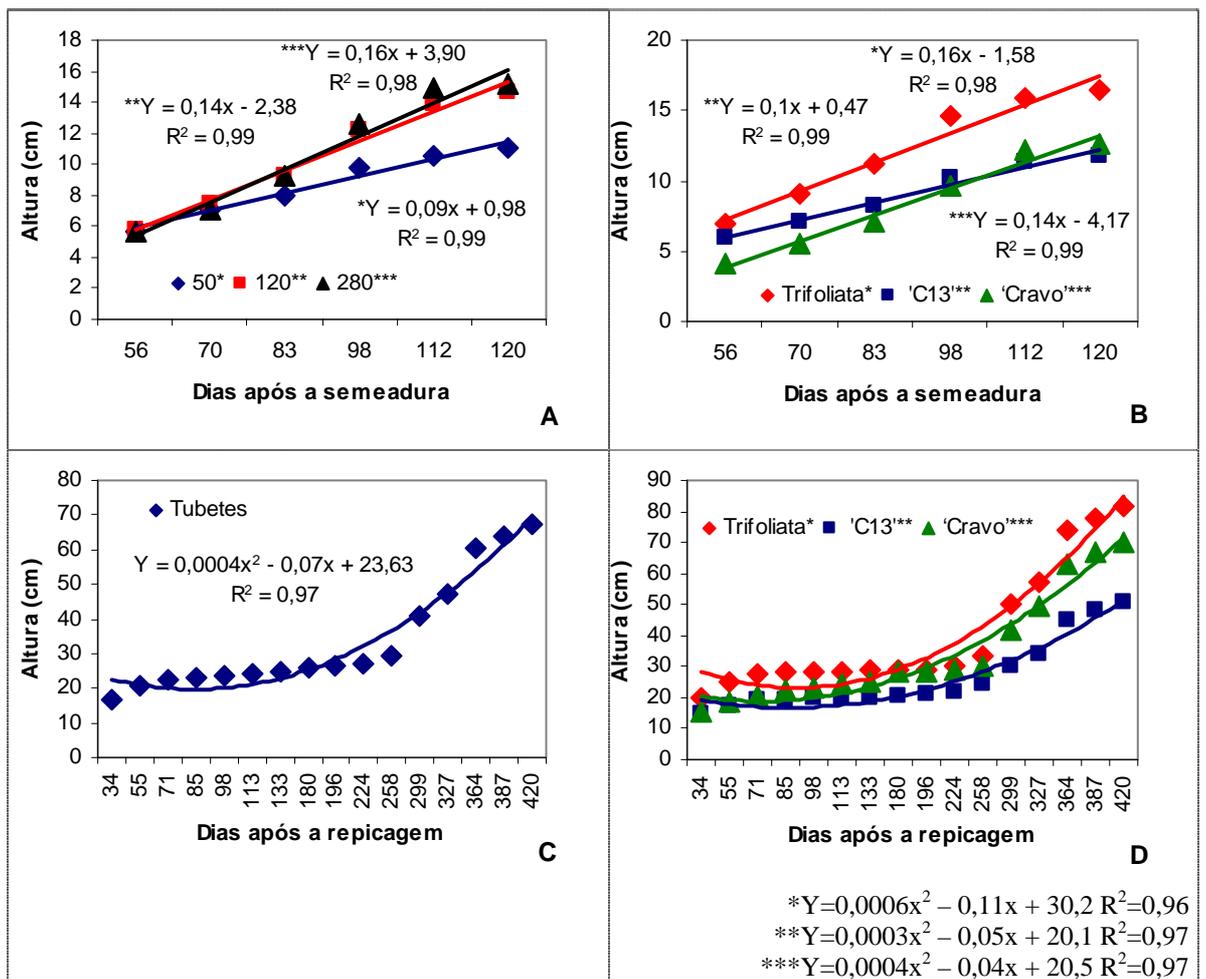


FIGURA 3.2 – Crescimento em altura ao longo do tempo de porta-enxertos cítricos na fase de sementeira (A e B) e de viveiro (C e D) cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003.

A característica diâmetro é a mais importante no desenvolvimento do porta-enxerto, pois esta determina o momento da enxertia, e, conseqüentemente, quanto mais rápido e maior o desenvolvimento desta característica, menor será o tempo de formação da muda. O diâmetro da haste na região do colo demonstrou um crescimento linear, nos

diferentes tamanhos de tubetes, independentemente do porta-enxerto utilizado (Figura 3.3A – Média de Tubetes*), demonstrando o mesmo comportamento para a fase de viveiro (Figura 3.3B – Média de Tubetes*). Um maior desenvolvimento em altura proporcionou um incremento nos índices de diâmetro da haste, entretanto em termos absolutos, os valores podem ser considerados muito pequenos, visto que para a fase de sementeira os incrementos foram de 0,25 mm e na fase de viveiro de 0,73 mm (aumento de aproximadamente 10%).

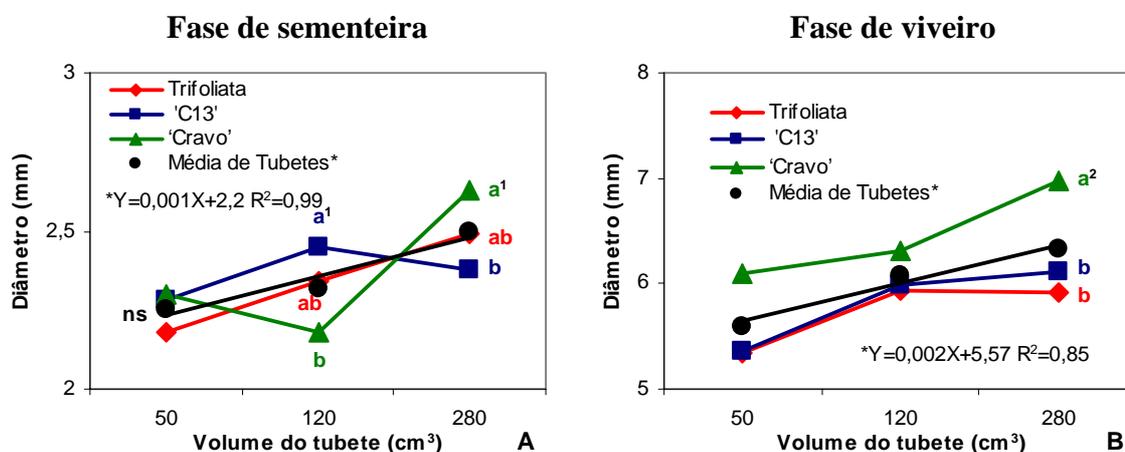


FIGURA 3.3 – Efeito de três tamanhos de tubetes no diâmetro da haste no colo na fase de sementeira (C) e de viveiro (D) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo.

As diferenças encontradas em diâmetro na fase de sementeira (Figura 3.3A), principalmente nos porta-enxertos cultivados em tubete de 280 cm³, acentuaram-se ainda mais no viveiro, com o limoeiro 'Cravo' atingindo os maiores índices, seguido pelo Trifoliata e o 'C13'. De certa forma, o limoeiro 'Cravo' começou a expressar as suas características de ser um porta-enxerto mais vigoroso, tendo um desenvolvimento maior em diâmetro.

A área foliar por planta (Figura 3.4A) realça os ganhos em tamanho do limoeiro ‘Cravo’. Todos os porta-enxertos, na fase de sementeira, mostraram uma saturação de resposta no tubete de 120 cm³, para essa característica. Observa-se que o comportamento da área foliar é explicado pelo tamanho da folha (Figura 3.4E – Prob. >0,0001 e r=0,96), que teve o mesmo comportamento. Para o número de folhas (Figura 3.4C) não se encontrou correlação com a área foliar.

Como ocorreu para a altura dos porta-enxertos, a área foliar, o número de folhas e a área foliar por folha não recebeu a influência do cultivo inicial em diferentes tamanhos de tubete na fase de viveiro (Figuras 3.4B, D e F). Mas houve resposta diferenciada para os porta-enxertos, indicando que o limoeiro ‘Cravo’ manteve os maiores índices de área foliar, aumentando-os na fase de viveiro. Este incremento, em média, chega a 260% e é devido tanto a um maior número de folhas quanto a uma maior área foliar por folha.

As diferenças em altura, diâmetro e área foliar condicionaram o acúmulo de massa seca, tanto nas raízes, como na parte aérea e na total (Figura 3.5). Observa-se que, na fase de sementeira, somente o ‘Cravo’ teve comportamento significativo entre os volumes de tubete testados. Nesta fase, não se encontraram diferenças entre os porta-enxertos testados no volume de 50 cm³, somente para 120 e 280 cm³ (Figura 3.5 A, C e E). Neste último volume, as diferenças foram maiores entre os materiais e, de maneira geral, refletem o mesmo diferencial encontrado na fase de viveiro, com os melhores resultados de acúmulo de massa seca para o ‘Cravo’, seguido do Trifoliata e do ‘C13’, estes dois últimos não sofrendo variações significativas entre si (Figura 3.5B, D e F).

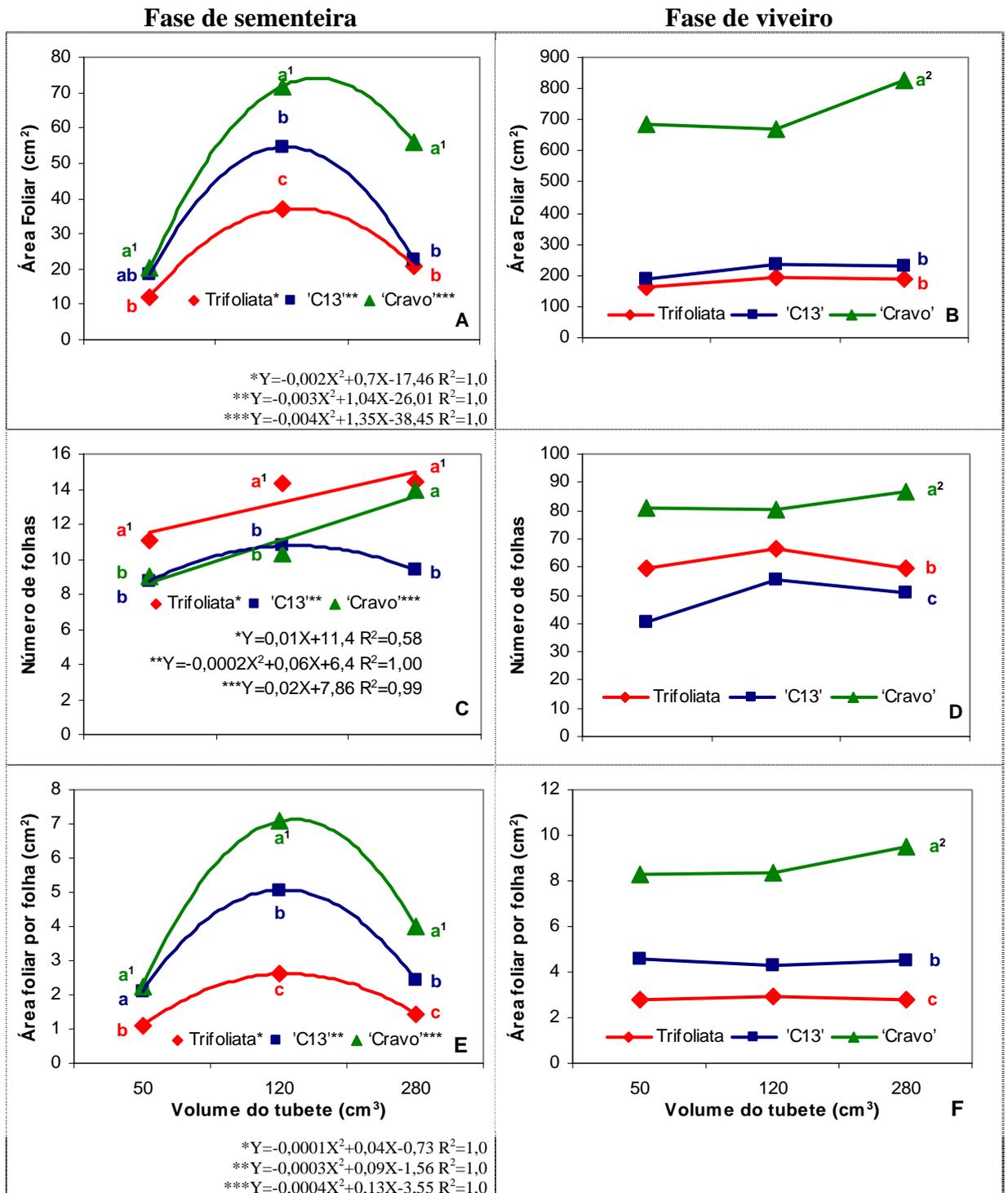


FIGURA 3.4 – Área foliar, número de folhas e área foliar por folha de porta-enxertos cítricos na fase de sementeira (A, C e E) e de viveiro (B, D e F) cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete.

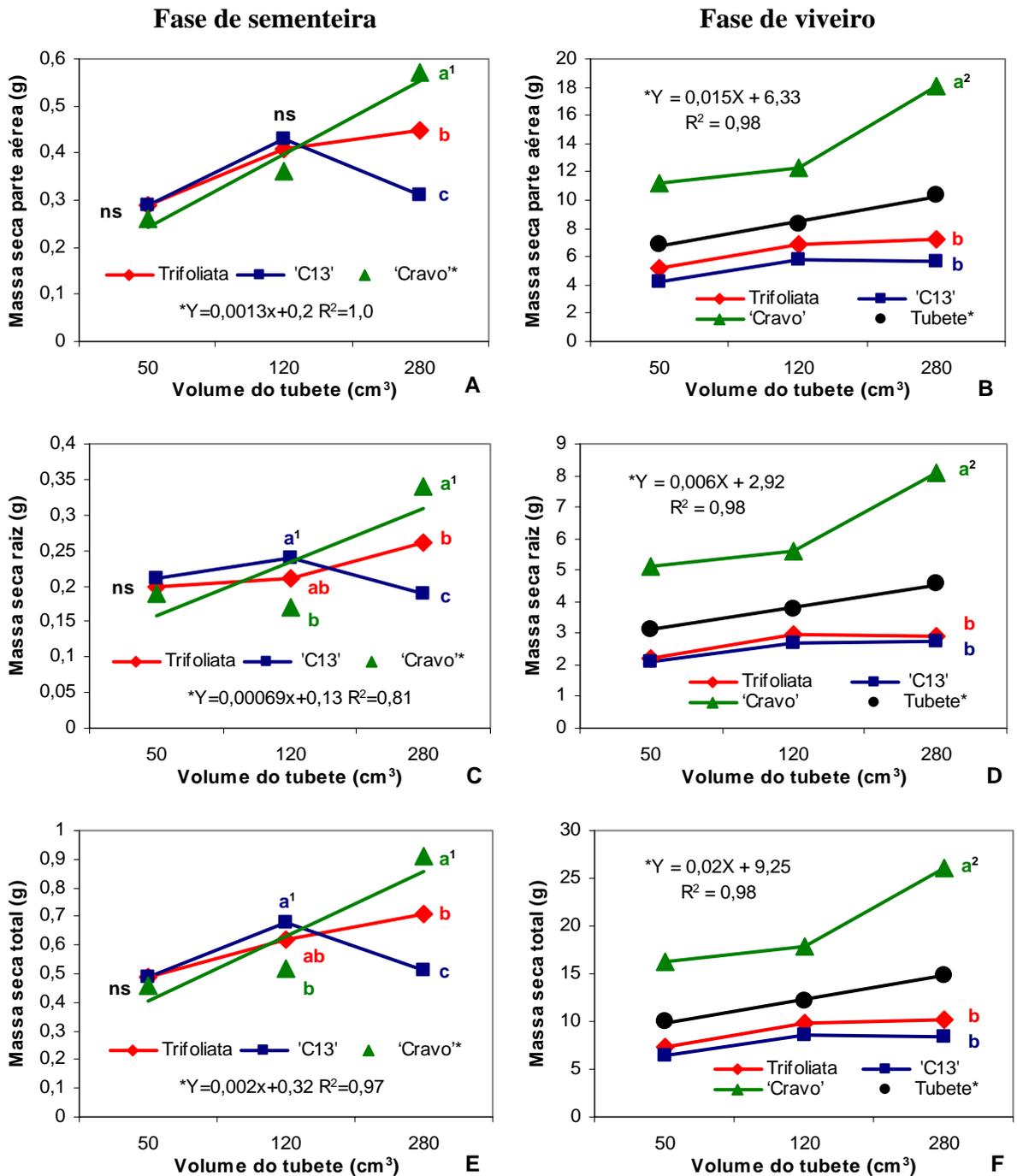


FIGURA 3.5 – Acúmulo de massa seca da parte aérea, de raízes e total de porta-enxertos cítricos na fase de sementeira (A, C e E) e de viveiro (B, D e F) cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo.

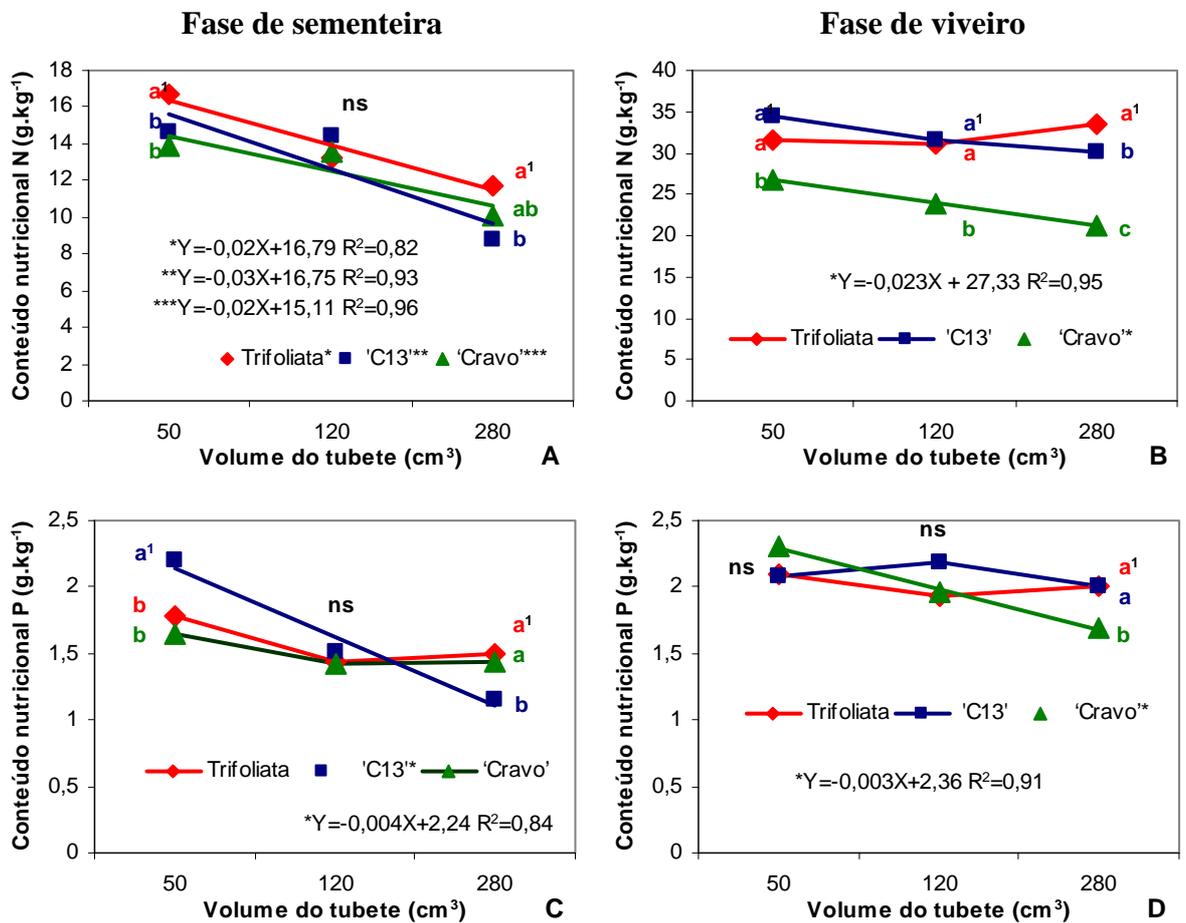
Na fase de viveiro ainda pôde-se verificar que houve efeito significativo do acúmulo de massa seca entre os tubetes testados (Figura 3.5B, D e F), com um incremento aproximado de 22% no acúmulo de massa seca total com o aumento de cada volume de tubete. Este efeito significativo deve ser oriundo de um incremento em termos de diâmetro do tronco (Figura 3.3B) e da soma das pequenas diferenças encontradas entre altura e área foliar dos porta-enxertos.

Os resultados deste experimento foram superiores aos resultados encontrados por Schäfer (2000) e Schmitz (1998). Houve ganhos no desenvolvimento vegetativo, principalmente em volumes maiores de recipientes e também pelas condições climáticas desse experimento por ter sido realizado na primavera-verão, em contraponto ao experimento realizado por Schäfer (2000), que foi conduzido durante o inverno, com temperaturas e intensidades luminosas baixas e fotoperíodo curto, que embora em casa de vegetação, condicionaram uma menor velocidade de desenvolvimento das plantas.

Na Figura 3.6 estão descritos os níveis de macronutrientes presentes na massa seca foliar dos porta-enxertos. Em geral, com o aumento do volume dos tubetes, observa-se que houve uma diminuição dos níveis nutricionais, principalmente na fase de sementeira. Entretanto, essas diferenças encontradas nem sempre são significativas, pois de acordo com os padrões da Comissão de Fertilidade do Solo – RS e SC (2000), os níveis de macronutrientes encontrados na fase de sementeira podem ser classificados como: nitrogênio deficiente, fósforo de alto a saturado, potássio de satisfatório a alto, cálcio deficiente e magnésio baixo. Na fase de viveiro, devido às adubações de cobertura realizadas, os níveis nutricionais tiveram mudanças, principalmente o de nitrogênio que pode ser considerado satisfatório para o limoeiro ‘Cravo’ e excessivo para os demais; o fósforo alto; potássio satisfatório para o Trifoliata, alto para o ‘C13’ e

excessivo para o 'Cravo'; de cálcio permaneceu deficiente e o magnésio alto para o Trifoliata e excessivo para o restante.

Fatores como cultivar, combinação copa e porta-enxerto, idade e posição das folhas nos ramos, presença ou não de frutos nos ramos e as interações entre os nutrientes podem interferir nos teores nutricionais folhares de citros (Malavolta & Violante Netto, 1989). Em geral os teores em ramos com frutas são menores que os encontrados em ramos sem frutas.



continua

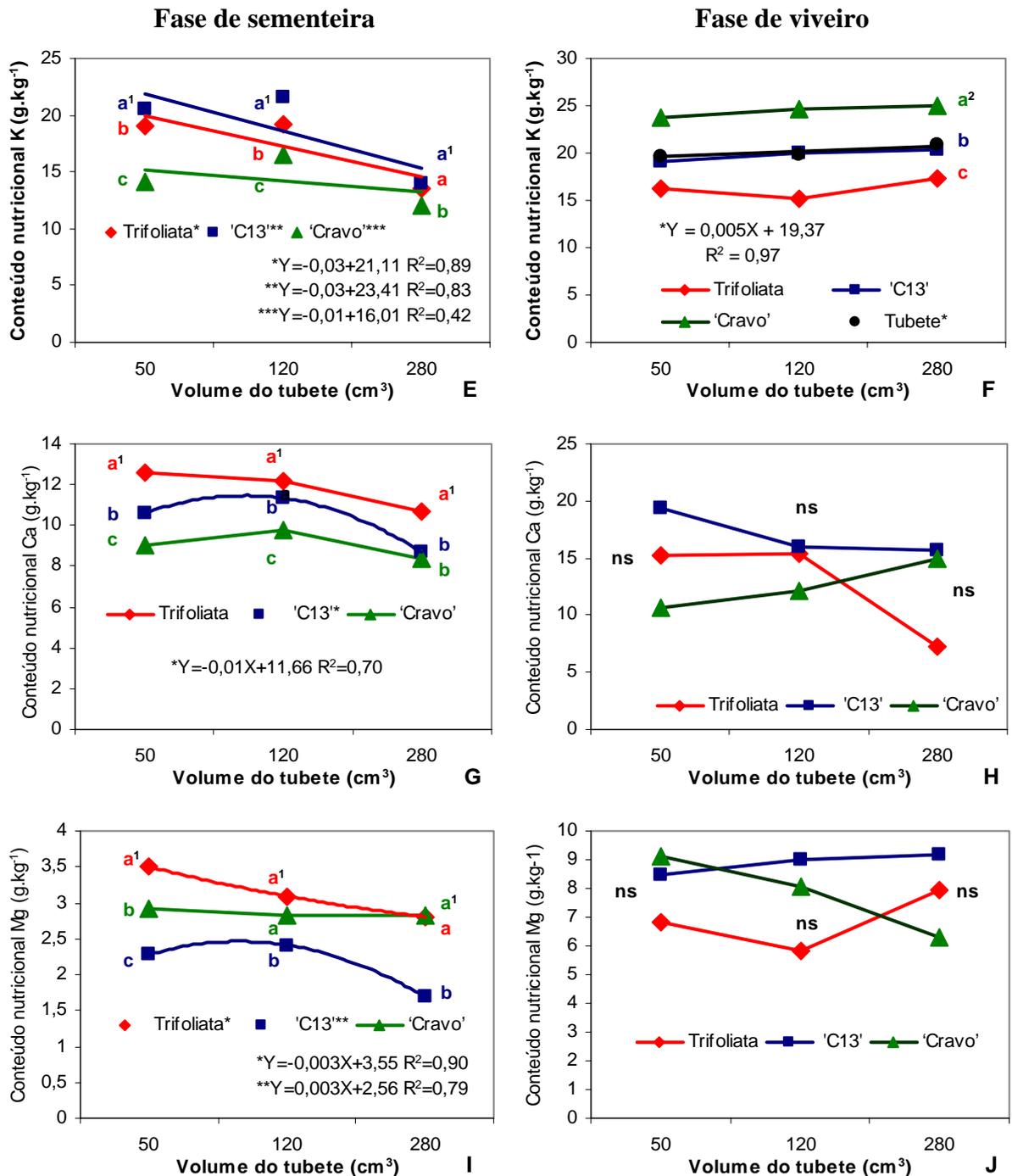


FIGURA 3.6 – Conteúdo nutricional de nitrogênio (A e B), de fósforo (C e D), de potássio (E e F), de cálcio (G e H) e de magnésio (I e J) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo.

Todos os níveis de nutrientes presentes no substrato, na fase de sementeira, antes do cultivo (Tabela 2.6 – Substrato Comercial 1), estão bem acima do valor considerado alto pela Comissão de Fertilidade do Solo – RS e SC (2000); entretanto, ainda se percebe deficiência de cálcio e magnésio nas folhas. Novamente, verificou-se um forte antagonismo na interação de K com Ca e, na fase de sementeira, também com o Mg. Segundo Chapman, (1968) e Embleton et al. (1973), o K e o Ca competem fortemente pelos sítios de absorção, e o excesso de um leva a redução da absorção do outro, mostrando um efeito de inibição competitiva, ainda o alto teor de K induz a deficiência de Mg, devido à inibição competitiva entre eles, porém o inverso não é tão intenso, como pode ser constatado neste trabalho, pois na fase de viveiro (Figura 3.6 J) os níveis de Mg são altos e excessivos e estes não limitaram a absorção de K (Figura 3.6F), que permaneceu a níveis altos nas plantas.

Quanto aos níveis deficientes de N, na fase de sementeira estes deram-se pelo fato do cultivo ser realizado em um período curto (120 dias) e de não ter sido suplementado esse elemento, pois, Scivittaro et al. (2004), em experimento com adubação nitrogenada e complementação de cálcio no desenvolvimento de limoeiro ‘Cravo’ em tubetes, conseguiram resultados satisfatórios de acúmulo deste nutriente e de desenvolvimento do porta-enxerto. Já, para a fase de viveiro, a suplementação de N foi considerada satisfatória para o ‘Cravo’ e excessiva para os demais, indicando que cada cultivar tem um comportamento distinto quanto à curva de absorção de nutrientes.

Em uma análise conjunta dos conteúdos nutricionais, em quase todos os macronutrientes, principalmente na fase de sementeira, pode-se constatar que com o aumento do tamanho de tubete, houve uma diminuição dos níveis nutricionais. O que

pode justificar esse comportamento é uma possível diluição dos nutrientes na planta, pois se observa que se tem um comportamento inverso ao desenvolvimento vegetativo.

O teor de substâncias de reserva é apresentados na Figura 3.7. Observa-se que, na fase de sementeira, o tamanho de tubete influenciou negativamente o teor de reserva nas raízes para o Trifoliata e o 'C13' e, na parte aérea, para o 'Cravo'. Já, na fase de viveiro, o teor de substância de reserva na raiz não foi influenciado por nenhum dos tratamentos e na parte aérea somente se encontrou diferenças entre os porta-enxertos estudados.

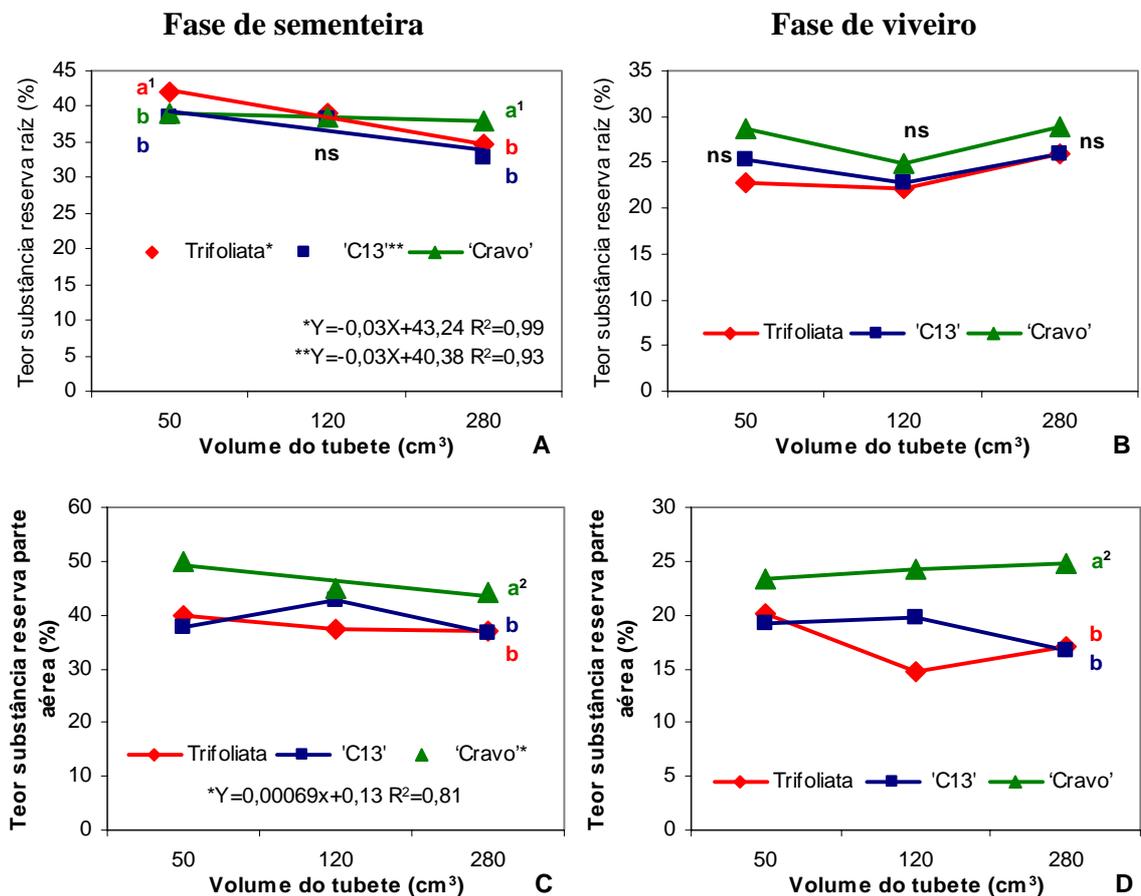


FIGURA 3.7 – Teor de substâncias de reservas nas raízes (A e B) e na parte aérea (C e D) de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. ¹Diferenças entre porta-enxertos dentro de cada volume de tubete; ²Diferença para o fator porta-enxerto independente do volume de tubete; ns=não significativo.

Na fase de sementeira verificou-se uma leve redução dos teores de reserva nos tecidos com o aumento do volume de tubete, que pode ter sido ocasionado por uma diluição deste, visto que se observou um comportamento contrário no acúmulo de massa seca total (Figura 3.5). A diferença encontrada, em ambas as fases, entre os porta-enxertos, com o ‘Cravo’ acumulando teores maiores é um indicador do vigor e desenvolvimento deste comparado com o Trifoliata e o ‘C13’.

3.3.2 Experimento 2

A partir dos resultados do Experimento 1, onde se verificou que pelo pequeno tempo de cultivo na fase de sementeira, a resposta ao cultivo nos diferentes tamanhos de tubetes não foi linear, indicando que se o tempo de cultivo fosse maior o crescimento poderia ser proporcional e que para a maioria das características a partir do volume de 120 cm³ foi onde apresentaram-se os melhores resultados, foi instalado este experimento, com o objetivo de testar as diferenças do desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos nos dois volumes de tubetes e seu efeito da repicagem a muda pronta.

O desenvolvimento dos porta-enxertos em altura e diâmetro, tanto na fase de sementeira como de viveiro, pode ser visualizado na Tabela 3.1. Na Figura 3.8 apresenta-se o desenvolvimento em altura ao longo do tempo, sob o efeito dos diferentes tamanhos de tubetes e dos diferentes porta-enxertos.

À semelhança do ocorrido no Experimento 1, houve um maior crescimento em altura e diâmetro, na fase de sementeira dos porta-enxertos cultivados em tubetes com tamanho de 280 cm³, com diferenças de 52 e 34%, respectivamente. Os resultados da Figura 3.8A realçam que a diferença aos 188 DAS, 68 dias após a avaliação do primeiro experimento, não é muito grande (30%), mas que vai aumentando com o tempo,

chegando a 52%. O crescimento dos 188 aos 279 DAS também foi insignificante, devido a esse período ser o de inverno com temperaturas muito baixas, que limitam o desenvolvimento das plantas.

TABELA 3.1 – Altura e diâmetro do colo (DC) na sementeira e no viveiro (no momento da enxertia e no final do experimento) e do diâmetro da haste (DH) na altura de enxertia, de porta-enxertos cítricos cultivados inicialmente em dois tamanhos de tubetes, na fase de sementeira e de viveiro em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento	----- Sementeira -----			----- Viveiro -----			
	Altura	Diâmetro colo	Altura	DC na enxertia	DC avaliação Final	DH na altura enxertia	
	cm	mm	cm	----- mm -----			
Tamanho de tubete	120 cm ³	32,48 b	3,64 b	76,49 a	8,26 a	9,99	7,11 a
	280 cm ³	49,40 a	4,86 a	58,25 b	6,93 b	9,01	6,02 b
C.V. (%)		8,04	2,51	6,52	4,20	3,56	1,93
Porta-enxerto	‘C37’	46,69 a	5,11 a	70,00 a	8,61 a	11,35 a	7,50 a
	Trifoliata	45,22 a	3,65 c	73,43 a	7,62 b	9,92 b	5,54 c
	‘Cravo’	30,92 b	4,01 b	58,69 b	6,55 c	7,22 c	6,67 b
C.V. (%)		5,97	3,90	7,21	3,30	7,16	3,28

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Entretanto, apesar das diferenças serem marcantes na fase de sementeira, estas não se mantiveram na fase seguinte, inclusive tendo uma inversão em seus valores. Observa-se pelos dados de altura e diâmetro (Tabela 3.1), que as médias para os tubetes de 120 cm³ foram bem superiores aos porta-enxertos cultivados em tubetes maiores, ultrapassando os 30% para a altura. Este comportamento não era o esperado e teoricamente, esperava-se que, conforme o que aconteceu no experimento 1, as diferenças fossem minimizadas e que não tivesse diferença entre os dois tamanhos de tubetes. Pode-se observar que o diâmetro da haste na avaliação final (Tabela 3.1) já não apresentava diferenças entre os dois tamanhos de tubetes, indicando que os porta-enxertos conseguiram equilibrar as diferenças iniciais encontradas.

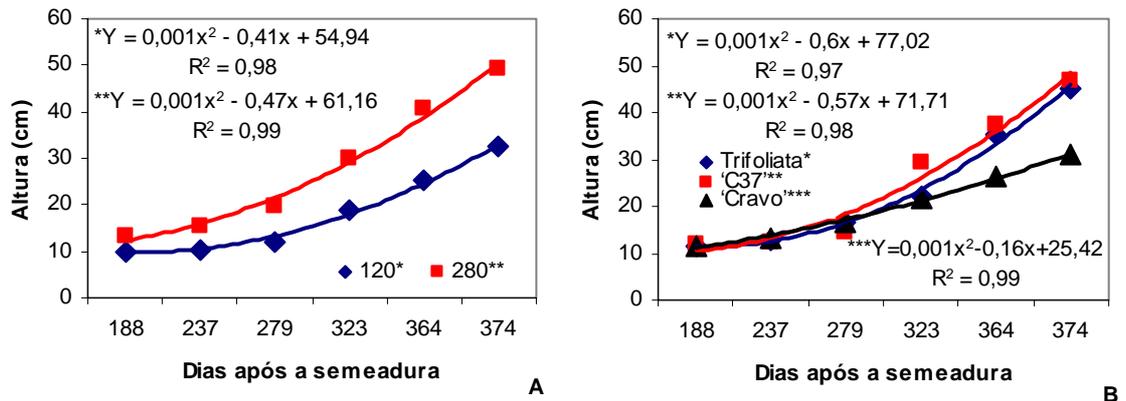


FIGURA 3.8 – Efeito de dois tamanhos de tubetes no crescimento ao longo do tempo, em altura, de porta-enxertos cítricos cultivados na fase de sementeira. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Entre os três porta-enxertos estudados, observa-se que estes demonstraram um comportamento distinto, com o 'C37' e o Trifoliata apresentando valores semelhantes e superiores para altura, na sementeira e no viveiro, diferindo estatisticamente do limoeiro 'Cravo' (Tabela 3.1). O comportamento da altura ao longo do tempo na sementeira (Figura 3.8B), tem a mesma conotação apresentada anteriormente, com uma grande diminuição do crescimento no inverno e posterior retomada, onde se observa que o Trifoliata e o 'C37' praticamente tiveram o mesmo comportamento e o 'Cravo' com índices menores de crescimento em altura.

O diâmetro da haste na fase de viveiro teve um comportamento similar, contudo com algumas conotações fenotípicas. O 'C37' apresentou os melhores índices durante o experimento mostrando ser um porta-enxerto que induz um diâmetro maior, chegando antes ao ponto de enxertia. O comportamento dos outros dois porta-enxertos foi diferenciado. O Trifoliata que na fase de sementeira tinha os piores índices, atingiu o segundo maior valor na avaliação final, com o 'Cravo' com o menor valor. O Trifoliata tem a característica de ter um crescimento inicial maior em altura, em contrapartida, o diâmetro da haste é menor. As diferenças entre os dois híbridos de Trifoliata ('C37' e

‘C13’) nos dois experimentos realizados, conotam as diferenças fenotípicas que ambos possuem, pois, no campo, o ‘C37’ apresenta um maior vigor que o ‘C13’.

A área foliar (Tabela 3.2) mostrou ser significativa para o efeito tubete na fase de sementeira, devido a um pequeno aumento no número de folhas e na área foliar por folha. Já para a fase de viveiro, essas diferenças reduziram-se chegando a níveis não significativos entre si.

TABELA 3.2 – Área foliar, número de folhas e área foliar por folha de porta-enxertos cítricos cultivados inicialmente em dois tamanhos de tubetes, na fase de sementeira e de viveiro em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		Área foliar		Número de folhas		Área foliar/folha	
		Sementeira	Viveiro	Sementeira	Viveiro	Sementeira	Viveiro
		cm ² .planta ⁻¹				cm ² .folha ⁻¹	
Tamanho de tubete	120 cm ³	82,30 b	384,26	85,4	61,74	1,02	5,38
	280 cm ³	161,68 a	453,81	100,7	75,63	1,71	6,21
C.V. (%)		4,05	9,42	22,34	10,24	26,79	14,52
Porta-enxerto	‘C37’	136,98 a	365,72 b	82,78 b	55,22 b	1,65 a	6,68 a
	Trifoliata	74,76 b	131,11 c	102,67 a	57,64 b	0,72 b	2,31 b
	‘Cravo’	154,22 a	760,27 a	93,77 ab	93,20 a	1,72 a	8,39 a
C.V. (%)		13,65	17,87	14,36	13,45	27,86	26,83

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

As principais diferenças de área foliar (Tabela 3.2) ocorrem entre os porta-enxertos estudados. Verifica-se que o ‘Cravo’ apresenta os maiores índices, mas que, em geral, não difere do ‘C37’ na fase de sementeira. Já, para a fase de viveiro, as diferenças foram ainda maiores mostrando diferenças estatísticas. O Trifoliata, por apresentar folhas menores, apresenta uma área foliar bem menor que os demais (95% na fase de sementeira e 330% na fase de viveiro). Estes números, além de estarem refletindo um maior acúmulo de massa dos porta-enxertos, conotam a diferença fenotípica apresentada, pois se pode observar que o ‘Cravo’ apresenta folhas com um tamanho superior ao Trifoliata.

A massa seca é um ótimo indicativo biométrico do desenvolvimento das culturas (Tabela 3.3). Verifica-se que seus índices refletem o que realmente aconteceu com os porta-enxertos, pois se nota que, na fase de sementeira, todos os índices foram superiores para as plantas cultivadas em tubetes de maior volume com uma inversão na fase seguinte. Comparando-se os porta-enxertos, nota-se que o ‘C37’ novamente atinge os melhores índices nas duas etapas e na fase de viveiro não diferiu do ‘Cravo’, com ambos sendo superiores ao Trifoliata.

TABELA 3.3 - Massa seca de raiz, da parte aérea e massa seca total de porta-enxertos cítricos cultivados em dois tamanhos de tubetes, na fase de sementeira e de viveiro em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		Massa seca de raiz		Massa seca parte aérea		Massa Seca total	
		Sementeira	Viveiro	Sementeira	Viveiro	Sementeira	Viveiro
		----- g.planta ⁻¹ -----					
Tamanho de tubete	120 cm ³	0,88 b ¹	11,70 a	1,73 b	16,22 a	2,61 b	27,92 a
	280 cm ³	2,05 a	7,32 b	3,99 a	9,59 b	6,04 a	16,91 b
C.V. (%)		7,12	7,99	3,31	11,79	4,54	11,82
Porta-enxerto	‘C37’	1,71 a	12,06 a	3,64 a	14,36 a	5,35 a	26,42 a
	Trifoliata	1,14 b	3,73 b	2,29 b	8,57 b	3,43 c	12,30 b
	‘Cravo’	1,54 a	12,75 a	2,65 b	15,78 a	4,18 b	28,53 a
C.V. (%)		17,90	21,05	12,79	11,71	13,56	17,04

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

O resultado obtido na fase de sementeira corrobora os resultados já discutidos por outros autores (Cunha et al., 2002; Rezende et al., 1995; Spomer, 1982), de que quanto maior o volume de substrato maior será o desenvolvimento da muda, entretanto com a repicagem para recipientes maiores (citropotes – 4L), verifica-se que ocorre uma inversão no desenvolvimento dos porta-enxertos. Por observações visuais no momento da avaliação final, pôde-se constatar que nos citropotes com plantas oriundas dos recipientes de 280 cm³, as raízes haviam permanecido mais em torno do substrato oriundo do tubete, a maioria das vezes não formando um torrão com todo os 4 L de substrato disponíveis. Já, para as plantas propagadas inicialmente em recipientes

menores, o desenvolvimento radicular deu-se por completo, tomando todo o volume do vaso, formando um torrão coeso. O acúmulo de massa seca de raízes é um bom referencial para a argumentação acima, indicando que as plantas propagadas nos tubetes de 120 cm³ possuem um sistema radicular capaz de retomar o crescimento a níveis bem maiores que as plantas propagadas em recipientes maiores.

Observa-se que os índices de pega da enxertia, foram semelhantes para todos os tratamentos, em geral, ultrapassando os 92% (Tabela 3.4). Apesar da enxertia ser antecipada nos tubetes de maior volume, os ganhos foram menores em altura, diâmetro e massa seca do enxerto (Tabela 3.4). O maior desenvolvimento dos porta-enxertos na fase de viveiro teve influência direta no desenvolvimento da copa depois da enxertia. Em geral, as mudas propagadas inicialmente em tubetes de 120 cm³ possuíam a altura para serem comercializadas (40 cm), mas não atingiram o diâmetro necessário (7 mm), segundo as exigências legais (Rio Grande do Sul, 2004).

TABELA 3.4 – Percentual de pega da enxertia, altura, diâmetro e massa seca do enxerto de Baía cabula, enxertado sobre diversos porta-enxertos, cultivados inicialmente em dois tamanhos de tubetes e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		Pega na enxertia %	Altura cm	Diâmetro mm	Massa Seca g.copa ⁻¹
Tamanho de tubete	120 cm ³	98,15	43,42 a	5,72 a	12,10 a
	280 cm ³	87,04	28,50 b	3,91 b	6,44 b
C.V. (%)		4,24	12,68	6,68	13,82
Porta-enxerto	‘C37’	94,45	45,75 a	5,96 a	12,01 a
	Trifoliata	94,44	16,47 b	2,17 b	2,09 b
	‘Cravo’	88,89	45,66 a	6,32 a	13,72 a
C.V. (%)		18,97	24,77	21,77	23,31

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

O desenvolvimento da Baía ‘Cabula’ enxertada sobre os três porta-enxertos testados foi maior no ‘C37’ e no ‘Cravo’, não diferindo entre si. Aquelas enxertadas

sobre Trifoliata apresentam desenvolvimento inferior. Essa grande diferença encontrada deveu-se, basicamente, pelo fato de que a enxertia foi realizada no final do verão, coincidindo com o início da queda da temperatura ambiente, afetando o desenvolvimento do Trifoliata, que apresenta dormência, a qual foi transmitida a cultivar copa. Este comportamento foi confirmado, pois muitas borbulhas enxertadas ficaram latentes até o aumento da temperatura no início da primavera. Em contrapartida, o ‘Cravo’ e o ‘C37’, por não entrarem em dormência, induziram uma brotação antecipada das borbulhas de Baía ‘Cabula’ e, como consequência, um maior crescimento da copa, no período avaliado.

Em uma análise conjunta, onde se leva em conta o tempo para produzir e o custo da muda produzida, o substrato e o espaço físico ocupado pela mesma são os fatores que têm o maior dispêndio na produção. Portanto, não há necessidade de utilizar tubetes com volumes maiores de 120 cm^3 , pois além de não proporcionarem ganhos reais aos viveiristas significam maiores custos no preço final.

3.4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento inicial dos porta-enxertos está diretamente relacionado com o volume de tubete utilizado, porém a diferença no desenvolvimento dos mesmos desaparece após a repicagem para citropotes; portanto, tubetes com 120 cm^3 são indicados para a produção de porta-enxertos de citros de qualidade.

O ‘C37’ apresentou bom desenvolvimento vegetativo, permitindo a aceleração do desenvolvimento da muda.

CAPÍTULO IV

Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação e submetidos a dois sistemas de irrigação

4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor mundial de frutas cítricas, com aproximadamente 17 milhões de toneladas em 2003 (FAO, 2003). A produtividade dos pomares depende da interação de vários fatores, dentre eles, da qualidade das mudas. Neste contexto, a muda cítrica torna-se um dos insumos mais importantes na formação de um pomar, pois o caráter perene da cultura coloca fundamental importância na escolha desta, que é plantada e cuidada por seis a oito anos antes de revelar seu máximo potencial na produtividade e qualidade da fruta.

Os porta-enxertos de plantas cítricas afetam mais de 20 características hortícolas, incluindo vigor e tamanho da planta, profundidade de raízes, tolerância ao frio, adaptação ao solo, produtividade e qualidade de frutos e, o que, ultimamente, está sendo de fundamental importância, a resistência ou tolerância a doenças e nematóides. Logo, o uso de porta-enxertos é considerado essencial na citricultura (Davies & Albrigo, 1994; Schäfer et al., 2001).

Na produção de mudas no Rio Grande do Sul, segundo estimativas, mais de 90% são enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (Schäfer, 2000). Esta falta de diversificação de

porta-enxertos torna a citricultura vulnerável, caso haja o aparecimento de novas moléstias.

Nos últimos anos, devido à ocorrência de problemas fitossanitários, como o cancro cítrico (*Xantomonas axonopodis* pv. *citri*), CVC (*Xylella fastidiosa*) e doenças associadas ao solo em pomares cítricos recém implantados, tem sido despertado um maior interesse na produção de mudas em recipientes em ambiente protegido. Este sistema, já utilizado em vários países, e, também, em alguns Estados brasileiros, dificulta a entrada de patógenos, a partir do isolamento da sementeira e do viveiro, pela utilização de substratos sem solo e pela sua desinfestação prévia, bem como a da água de irrigação.

Em casa de vegetação, na fase de viveiro, utiliza-se com grandes vantagens, sistemas de irrigação localizados, aliando aspectos como economia de água, aplicação de fertilizantes e evitando o contato da água com a parte aérea da planta. Entretanto, na sementeira, pela utilização de recipientes de pequeno tamanho, comumente se utiliza sistema de irrigação por micro-aspersão, que, além de provocar um desperdício maior de água, molha a parte aérea das plantas favorecendo o aparecimento de doenças. A possibilidade de irrigar as sementeiras sem molhar a parte aérea permite reduzir estes riscos. Sistemas de subirrigação por capilaridade ou *floating* já são empregados com sucesso em olericultura e na produção de mudas de fumo (Rodrigues, 2002), tendo potencial em citricultura.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos, cultivados em casa de vegetação, submetidos a dois sistemas de irrigação.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada em Eldorado do Sul, RS, nos meses de setembro de 2003 a abril de 2004 (18/09/2003 a 29/04/2004), até os 225 dias após a semeadura (DAS).

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 3, com quatro blocos e cada parcela constituída por 22 tubetes. Nas parcelas principais testou-se dois sistemas de irrigação: por micro-aspersão e por capilaridade (subirrigação). Nas sub-parcelas foram testados três porta-enxertos cítricos: trifoliata (*Poncirus trifoliata* [L.] Raf.); citrange 'C37' (*P. trifoliata* x *Citrus sinensis* [L.] Osbeck.) e limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck.).

A semeadura, em ambos sistemas de irrigação, foi realizada em tubetes cônicos de polietileno preto (capacidade de 120 cm³), vazados na parte basal. Estes foram fixados em bancadas metálicas, utilizando-se o substrato comercial Plantmax Citrus® (Figura 2.1 e Tabela 2.3), com duas a três sementes por tubete. Após a emergência, fez-se um desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete, mantendo-se aquela com maior vigor.

A irrigação por micro-aspersão foi acionada por um 'timer', que variou de 10 a 30 minutos por dia, determinado pela demanda evaporativa. O sistema por capilaridade consistiu da imersão de 60 a 70% do volume dos tubetes, a partir da base, em água, por um período de uma hora, duas vezes ao dia. O referido sistema foi concebido por meio da colocação de uma lona plástica preta abaixo do nível dos tubetes, de maneira a formar um tanque de contenção de água. O tanque era abastecido por um motor de lavar roupa conectado a um reservatório de 500 litros de água, acionado por um 'timer'. Após

o período de irrigação programado, outro motor retirava água do tanque, devolvendo-a ao mesmo reservatório, num sistema circulante (Figura 4.1).



FIGURA 4.1 – Detalhes da irrigação por capilaridade. Na primeira foto apresenta-se todo o sistema, que é composto por uma caixa de água, dois motores, um para a entrada de água e outro para a saída, e a bancada metálica com uma bacia de lona para conter a água. Na segunda foto observa-se o detalhe da irrigação (altura da lâmina de água). No detalhe, o porta-enxerto ‘C37’.

Como adubação de cobertura, de acordo com Vichiato et al. (1998), foi utilizada 0,1 g de N por planta, aplicado duas vezes (aos 117 e 180 dias após a semeadura), diluído em 5 ml de água por planta para cada aplicação.

As seguintes características foram avaliadas:

1. Percentual de tubetes nos quais emergiu ao menos uma plântula (PTEUP) e a velocidade do PTEUP ao longo do tempo;
2. Determinação do vigor, através de:
 - 2.1. Diâmetro da haste, ao nível do colo, em mm;
 - 2.2. Comprimento da parte aérea, medida do colo até o ápice da haste, em cm;
 - 2.3. Área foliar por plântula, em cm^2 , medida através da passagem das folhas por um medidor de área foliar de marca LI-Cor, modelo LI - 3100;
 - 2.4. Massa seca da raiz principal, secundária e total; massa seca da parte aérea (haste e folhas) e total (raiz + parte aérea), em gramas, obtido pela secagem em estufa, com temperatura de 65 °C, até peso constante;
3. Determinação de N (total), P, K, Ca e Mg nas folhas, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), realizada no Laboratório de Tecidos do Departamento de Solos da UFRGS;
4. Determinação do teor de substâncias de reservas da haste e da raiz, segundo adaptações do método descrito por Priestley, citado por Souza (1990).

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. As variáveis velocidade de tubetes que emergiram ao menos uma plântula e o crescimento em altura das plantas no decorrer do experimento, foram submetidas à análise de regressão. Procedeu-se, ainda, uma análise de correlação simples entre as variáveis observadas.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por observações visuais, constatou-se diferenças na homogeneidade da aplicação de água nos dois sistemas. Na micro-aspersão é comum que alguns tubetes recebam uma quantidade menor de água, principalmente os que estão nas bordas da bancada. Também se observou que as plantas submetidas à irrigação por capilaridade possuíam as folhas com melhor aspecto fitossanitário, com maior brilho e sem reentrâncias em suas bordas.

4.3.1 Percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula

Não houve interação significativa entre os fatores irrigação e porta-enxertos para o percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula (Tabela 4.1 e Figura 4.2).

TABELA 4.1 – Influência de dois sistemas de irrigação sobre o percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula (PTEMUP) e sobre o diâmetro da haste de porta-enxertos cítricos cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		PTEMUP (%)	Diâmetro da haste (mm)
Sistema de Irrigação	Capilaridade	96,21	3,40
	Micro-aspersão	96,21	3,15
Coeficiente de Variação (%)		1,82	4,19
Porta-enxerto	'C37' ²	97,73 a ¹	3,90 a ¹
	Trifoliata	91,48 b	3,12 b
	'Cravo'	99,43 a	2,80 c
Coeficiente de Variação (%)		4,79	8,83

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

²Porta-enxerto cítrico desenvolvido e lançado pelo Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari-RS da FEPAGRO.

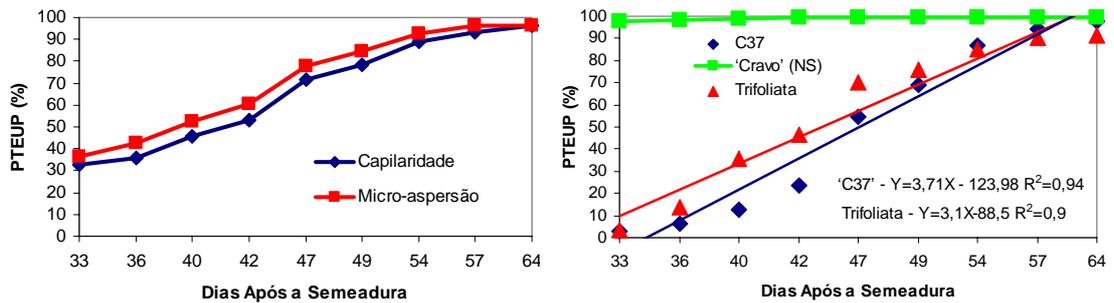


FIGURA 4.2 - Progressão do percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula (PTEMUP) de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de irrigação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.

O percentual de tubetes dos quais emergiu ao menos uma plântula não foi afetado pelos sistemas de irrigação, verificando-se somente diferenças entre os porta-enxertos utilizados (Tabela 4.1), sendo que o Trifoliata apresentou uma menor germinação comparativamente aos demais. Estes resultados estão de acordo com o citado por Davies & Albrigo (1994), de que a emergência das sementes de citros é dependente da temperatura (9 a 38°C), umidade e cultivar utilizada, independentemente da luminosidade. A partir dessas informações, pode-se constatar que a umidade do substrato foi suficiente para propiciar um elevado índice de emergência de plântulas nos dois sistemas de irrigação.

Da mesma forma, na Figura 4.2, observa-se que também não houve influência do sistema de irrigação na velocidade de emergência das plântulas, entretanto, observa-se que os porta-enxertos tiveram comportamentos distintos. O limoeiro 'Cravo' mostrou-se mais precoce e uniforme, iniciando a germinação aos 23 dias e obtendo quase 98% de PTEMUP já aos 33 dias de semeadura, enquanto que o 'C37' e o Trifoliata iniciaram a germinar aos 33 DAS e tiveram seu pico em torno dos 54 DAS. O porta-enxerto Trifoliata necessita de temperaturas maiores para que ocorra a

emergência, como já foi referido por Wiltbank et al. (1995), o que deve ter retardado o início e, conseqüentemente, a emergência final nesse experimento.

Apesar das diferenças encontradas na emergência dos porta-enxertos estas não podem ser consideradas um fator limitante, pois foi superior a 90% em todos os casos, o que pode ser considerada satisfatória.

4.3.2 Desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos

Quanto ao desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos, o diâmetro da haste ao nível do colo está apresentado na Tabela 4.1. Na Tabela 4.2 são apresentados os dados de altura das plantas e na Tabela 4.3 são descritos os valores do número de folhas, área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$) e área foliar por folha (cm^2/folha). A massa seca das raízes, folhas, da haste e a massa seca total, em gramas por planta, estão descritas na Tabela 4.4. A Figura 4.3 mostra a curva de crescimento das plantas dos 83 DAS até a avaliação do experimento (225 DAS), sob o efeito dos sistemas de irrigação e dos porta-enxertos.

Efeito dos sistemas de irrigação

Para o diâmetro da haste, as diferenças entre os dois sistemas de irrigação não foram significativas (Tabela 4.1), visto que nesta fase o desenvolvimento maior ocorre em altura e área foliar.

As principais características de desenvolvimento vegetativo, como altura da planta (Tabela 4.2) e massa seca total, da haste e de folhas (Tabela 4.4), demonstraram que os sistemas de irrigação tiveram comportamento distinto entre eles, onde a irrigação por capilaridade propiciou os melhores resultados. As diferenças na altura final das plantas variaram de 22% para o Trifoliata, de 23,8 % para o 'Cravo' e 64% para o 'C37' em favor da capilaridade. Este comportamento pode ser justificado pelo fato de que no

sistema de irrigação por capilaridade, a irrigação é mais uniforme, diminuindo os danos à parte aérea, a qual propicia maior desenvolvimento em altura e maiores índices de área foliar (Tabela 4.3), propiciando assim um incremento no acúmulo de massa seca total (Tabela 4.4). Outra informação que corrobora esta afirmativa é uma maior área foliar por folha (Tabela 4.3) no sistema de irrigação por capilaridade, em média 66,7% superior.

TABELA 4.2 – Altura da planta de porta-enxertos cítricos, submetidos a dois sistemas de irrigação, cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Sistema de Irrigação	Altura da planta (cm)		
	Porta-enxerto		
	‘Cravo’	‘C37’	Trifoliata
Capilaridade	C 26,82 a	A 34,44 a	B 31,92 a
Micro-aspersão	B 21,66 b	B 20,98 b	A 26,17 b
C.V. (%) - Sistema de Irrigação	4,95		
C.V. (%) - Porta-enxerto	4,77		

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, e, médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

Na Figura 4.3 ficam mais evidenciadas as diferenças no desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos, em relação ao sistema de irrigação, ao longo do tempo. Observa-se que aos 83 DAS, nos dois sistemas, as plantas estavam com aproximadamente 8 cm de altura e que com o passar do tempo essa diferença foi aumentando, chegando ao final a uma diferença média de 35,4%.

A maior área foliar, de todos os porta-enxertos, verificada no sistema de irrigação por capilaridade (Tabela 4.3) foi decorrente de uma maior área foliar por folha verificada neste tratamento e, no caso do limoeiro ‘Cravo’, também houve um aumento significativo no número de folhas, o que proporcionou um incremento de mais de 110% nos índices de área foliar nesse porta-enxerto.

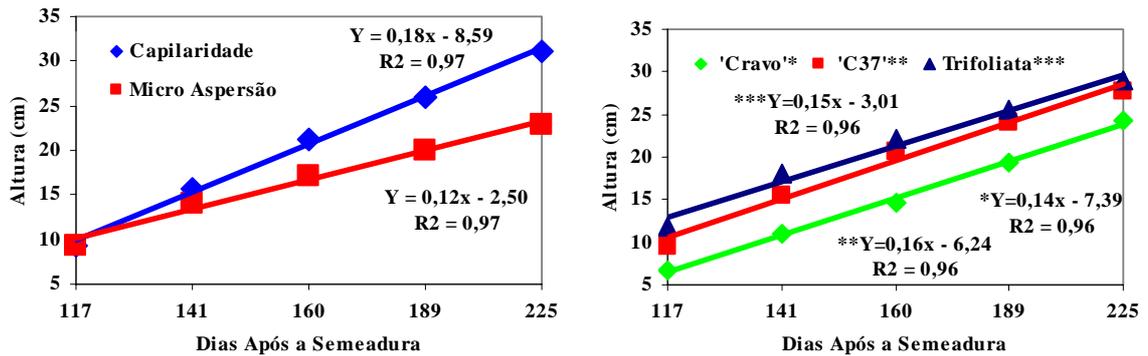


FIGURA 4.3 - Efeito de dois sistemas de irrigação no crescimento em altura de porta-enxertos cítricos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.

A massa seca de raízes (Tabela 4.4) teve um comportamento inverso aos demais parâmetros de desenvolvimento vegetativo avaliados para o efeito dos sistemas de irrigação. Observa-se que na irrigação por micro-aspersão, tanto a massa total das raízes, quanto à massa de raízes principal e secundária foram superiores à capilaridade. A justificativa para esse evento pode ser focada sob dois aspectos: o primeiro é que a poda aérea das raízes principais, no sistema de irrigação por capilaridade não foi eficiente, pois no momento da avaliação do experimento constatou-se muitas raízes com bom desenvolvimento vegetativo para fora do tubete, as quais foram eliminadas e desprezadas (o que seria feito no momento da repicagem), pela manutenção da raiz pivotante esta inibiu, de certa forma, a ramificação do sistema radicular; e, o segundo é a que o sistema de irrigação por capilaridade pode ter sido mais eficiente, diminuindo a necessidade das raízes se desenvolverem em busca de umidade e nutrientes.

Apesar do desenvolvimento radicular diferenciado, os dois sistemas propiciaram uma média de quase 99% de plantas que formaram torrão no momento da retirada do tubete, o que é ideal para a repicagem.

TABELA 4.3 - Área foliar por planta, número de folhas por planta e área foliar por folha, de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de irrigação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Sistema de Irrigação	Área foliar (cm ² /planta)			Número de folhas por planta			Área foliar por folha (cm ² /folha)		
	Porta-enxerto			Porta-enxerto			Porta-enxerto		
	'C37'	Trifoliata	'Cravo'	'C37'	Trifoliata	'Cravo'	'C37'	Trifoliata	'Cravo'
Capilaridade	B 97,9 a	C 32,8 a	A 159,6 a ¹	B 17,23 a ¹	B 19,67 a	A 27,10 a	A 5,69 a	B 1,67 a	A 5,95 a
Micro-aspersão	B 47,7 b	C 22,1 b	A 75,20 b	B 14,83 a	A 22,04 a	A 20,74 b	A 3,24 b	B 1,04 b	A 3,63 b
C.V. (%) - Sistema de Irrigação	1,27			3,93			6,93		
C.V. (%) - Porta-enxerto	3,91			13,53			9,36		

¹Médias antecedidas por letras maiúsculas distintas, na linha, e médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan.

TABELA 4.4 - Massa seca total de raiz (MSTR), de raiz principal (MSRP), das raízes secundária (MSRS), relação MSRP/MSRS (MSRP/S), massa seca da haste (MSH), de folhas (MSF), relação massa seca de folha por folha (MSF/F) e da parte aérea total (MSAT) e massa seca total (MST), por planta, de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de irrigação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		MSTR	MSRP	MSRS	MSRP/S	MSH	MSF	MSF/F	MSAT	MST
		----- g/planta -----								
Sist. Irrigação	Capilaridade	0,67 b ¹	0,42 b	0,25 b	1,68 a	0,88 a	0,73 a	0,034 a	1,61 a	2,27 a ¹
	Micro-aspersão	0,82 a	0,47 a	0,35 a	1,37 b	0,65 b	0,47 b	0,025 b	1,12 b	1,94 b
C.V. (%)		5,87	4,39	9,29	7,17	12,03	8,02	6,34	7,71	6,90
Porta-enxerto	'C37'	0,93 a	0,59 a	0,34 a	1,75 a	0,95 a	0,68 a	0,042 a	1,62 a	2,56 a
	Trifoliata	0,68 b	0,36 b	0,32 a	1,14 b	0,75 b	0,34 b	0,016 c	1,37 b	1,77 b
	'Cravo'	0,62 b	0,38 b	0,24 b	1,68 a	0,59 c	0,78 a	0,032 b	1,09 c	1,99 b
C.V. (%)		19,73	20,39	18,94	10,12	13,66	20,51	9,18	14,57	15,40

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan.

Efeitos dos porta-enxertos

Quanto ao desenvolvimento vegetativo dos três porta-enxertos estudados nos dois sistemas de irrigação, o citrangeiro 'C37' foi o que proporcionou os melhores resultados em massa seca total, altura das plantas e diâmetro da haste (Tabela 4.1). Esta última característica é de fundamental importância, visto que determina o momento da enxertia, e se esta tendência de maior desenvolvimento no diâmetro da haste do 'C37' se mantiver ao longo do seu desenvolvimento, encurtará o período de formação da muda.

Com relação ao desenvolvimento em altura dos porta-enxertos, houve comportamento distinto nos dois sistemas de irrigação (Tabela 4.2). No sistema por capilaridade, o 'C37' atingiu os melhores resultados, com uma performance melhor que o Trifoliata, que em trabalhos de propagação anteriores, mostrava-se com um vigor inicial sempre maior (Schäfer, 2000), como ocorreu no sistema de irrigação por micro-aspersão. Estes resultados indicam que o 'C37', além de ter um vigor maior que o Trifoliata no campo, em condições apropriadas de cultivo na sementeira, com irrigação por capilaridade, também apresenta desenvolvimento vegetativo inicial maior. Entretanto, sob o sistema de micro-aspersão, o Trifoliata apresenta maior altura, comparativamente aos outros dois que não diferiram entre si. Na Figura 4.3 pode-se verificar a tendência de crescimento ao longo do cultivo dos porta-enxertos estudados, onde se verifica que os mesmos tiveram um comportamento constante ao longo do desenvolvimento, com incremento positivo e linear.

As características de área foliar e número de folha por planta e área foliar por folha (Tabela 4.3), com relação às diferenças entre porta-enxertos, são significativamente diferentes, sendo que estas estão relacionadas a características

fenotípicas de cada material estudado. O limoeiro ‘Cravo’ apresenta folhas maiores, que os demais e o ‘C37’ por ser um híbrido entre Trifoliata e laranja apresenta folhas maiores que seu genitor, o Trifoliata, conforme pode ser constatado na Tabela 4.3.

Todas as características discutidas anteriormente favoreceram um incremento maior em termos de massa seca ao porta-enxerto ‘C37’ (Tabela 4.4), com ganhos de até 29% em relação aos demais. Esta tendência foi constante para todas as características de massa seca, com variações para o Trifoliata e o ‘Cravo’, que em termos de massa seca total não tiveram diferenças estatísticas. Em valores absolutos, os valores de massa seca encontrados nesse experimento foram superiores aos encontrados em outros trabalhos. Schmitz (1998), descreve massas de até 0,64 g/planta em Trifoliata e Schäfer (2000) descreve massa de 0,27 g/planta para o Trifoliata e 0,43 g/planta para o limoeiro ‘Cravo’.

Nas condições do Rio Grande do Sul o Trifoliata, apresenta grandes vantagens como porta-enxerto, principalmente referentes à resistência ao frio, facilidades de ser conduzido, induzir porte reduzido à copa e maior resistência às doenças, principalmente a gomose. Não obstante a isso, o seu desenvolvimento vegetativo inicial é superior aos demais porta-enxertos (Schäfer, 2000), como pode-se observar na altura de planta para o sistema de micro-aspersão em que ocorreu aumento de quase 21% em relação aos demais (Tabela 4.2), o que pode ser explicado pelo maior conteúdo de reservas na semente. Entretanto, com a necessidade de diversificação e da busca de porta-enxertos mais vigorosos no campo, o citrangeiro ‘C37’ apresenta-se promissor, pois alia a resistência do trifoliata ao vigor da laranjeira doce, proporcionando bom desenvolvimento vegetativo como pode ser observado nesse experimento (Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4).

4.3.3 Teores de macronutrientes e substâncias de reserva

Os resultados referentes aos teores de macronutrientes na massa seca de folhas estão apresentados na Tabela 4.5. Não houve interação significativa entre os sistemas de irrigação e porta-enxertos para este parâmetro de avaliação.

Segundo padrões apresentados na recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo - RS e SC (2000), os teores de nitrogênio presentes nesses porta-enxertos são considerados excessivos, os de fósforo de satisfatórios a altos, os de potássio excessivos, os de cálcio deficientes a baixos e os de magnésio baixos.

TABELA 4.5 - Teores de macronutrientes presentes nas folhas de porta-enxertos cítricos, cultivados sob dois sistemas de irrigação e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		Conteúdo Nutricional na Matéria Seca Total (g/kg)				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Sistema de Irrigação	Capilaridade	33,32	1,69	28,44 a ¹	13,67 b	2,42 b
	Micro-aspersão	33,14	1,57	22,12 b	18,26 a	2,68 a
C.V. (%)		5,30	5,95	4,50	2,21	3,29
Porta-enxerto	‘C37’	32,88	1,53 c ¹	25,18	17,55 a	2,70 a
	Trifoliata	33,60	1,75 a	25,36	15,96 b	2,60 a
	‘Cravo’	33,21	1,61 b	25,30	14,38 c	2,35 b
C.V. (%)		9,82	4,80	7,58	6,18	8,55

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se, portanto, que a aplicação de nitrogênio em cobertura influenciou os níveis de nitrogênio na planta, elevando-os em excesso. Entretanto, não foram constatados sintomas de salinidade nas plantas, conforme descrito por Schäfer (2000), que utilizou 0,268 g de N por planta aplicado em duas vezes, obtendo valores de N de até 40,13 g/kg e detectou sintomas de salinidade nas plantas.

Nos teores de nitrogênio e potássio não foram detectadas diferenças significativas entre os porta-enxertos estudados, estando, em todos os casos, com conteúdos excessivos nos tecidos. As concentrações de fósforo, cálcio e magnésio

variaram segundo o porta-enxerto (Tabela 4.5). O P foi maior no Trifoliata, seguido do 'Cravo' e do 'C37'. O Ca foi mais elevado nos tecidos de 'C37', seguido pelo Trifoliata e menor no 'Cravo'. O Mg foi semelhante no 'C37' e Trifoliata e menor no 'Cravo'.

Entretanto, apesar das diferenças significativas encontradas, os teores de cálcio e magnésio são considerados baixos na planta em todos os porta-enxertos. Quanto aos teores de fósforo, observa-se que o 'C37' possui os menores índices, mas mesmo assim, ele pode ser classificado como satisfatório na planta juntamente com o limoeiro 'Cravo'; já o Trifoliata é mais eficiente na absorção com níveis altos de fósforo.

Verificando os resultados da análise química do substrato (Tabela 2.3), constata-se que todos os elementos estão presentes em níveis altos, inclusive o cálcio e magnésio. Também se pode verificar que os índices de potássio presentes no tecido são excessivos, o que deve ter limitado a absorção de cálcio e magnésio, pois há um antagonismo muito forte no processo de absorção desses elementos (Basso et al., 1983; Malavolta & Violante Neto, 1989). Resultado semelhante já foi constatado por Schäfer (2000), que encontrou referência desse antagonismo, o que conota como uma das razões dos níveis deficientes de Ca encontrados nas folhas desse experimento.

As diferenças encontradas entre as cultivares de porta-enxertos cítricos avaliadas, na absorção de nutrientes, está provavelmente relacionada com características genéticas que influenciam na capacidade de utilização de energia, luz, CO₂, afetando a absorção, transporte, distribuição e também a interação entre nutrientes dentro das plantas (Gallo et al., 1960; Carvalho & Souza, 1996).

O efeito dos sistemas de irrigação sobre os teores de macronutrientes presentes nas folhas dos porta-enxertos está listado na Tabela 4.5. Verifica-se que os níveis de N e

P presentes foram excessivos e altos, respectivamente, conforme relatado anteriormente. Porém, o sistema de irrigação não afetou a absorção desses dois nutrientes.

Já para os níveis de K, Ca e Mg houve diferenças entre os dois sistemas de irrigação. Observa-se que os índices de K foram menores no sistema de irrigação por micro-aspersão, isto, provavelmente, devido à maior lixiviação do elemento pelo sistema de irrigação. Verifica-se, também, o antagonismo entre a absorção de K e Ca, por uma correlação negativa ($r=-0,55$ e Probabilidade $> t = 0,006$), corroborando com o discutido anteriormente. Os teores de cálcio e magnésio, mesmo estatisticamente diferentes, são considerados deficientes a baixos e baixos, respectivamente.

Estes resultados demonstram que a adubação na fase de sementeira é crítica e deve ser cuidadosamente elaborada, pois se verifica que mesmo com baixa adubação nitrogenada de cobertura resultou em teores foliares excessivos, e a adubação de base só no substrato, com altos teores de potássio pode interferir na absorção de Ca e tornar seus níveis limitantes para a planta. Estes aspectos já foram citados por Schäfer (2000) e Decarlos Neto et al. (2002), que encontraram efeitos depressivos e fitotóxicos na aplicação de N em cobertura, com interação da cultivar estudada.

No teor relativo de substâncias de reserva das raízes (Tabela 4.6), encontrou-se interação entre os fatores sistema de irrigação e porta-enxerto, indicando que o limoeiro 'Cravo' e o Trifoliata acumularam maiores teores na irrigação por micro-aspersão e o 'C37' acumulou teores idênticos nos dois sistemas. Este resultado pode ser oriundo de um maior desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos, no sistema de irrigação por capilaridade, com isso, provavelmente, houve maior diluição e/ou consumo de suas reservas, o que também pode ser verificado no conteúdo de substâncias de reserva (Tabela 4.7). Entre os porta-enxertos, observa-se uma semelhança aos resultados

encontrados para o teor de substâncias de reserva na haste, onde o ‘Cravo’ obtém o maior índice, seguido pelo ‘C37’ e o Trifoliata. Esta diferença no acúmulo de substâncias de reservas na haste pode estar relacionado às diferenças de área foliar (Tabela 4.3), pois estas podem ter aumentado o índice de fotossíntese propiciando assim um maior acúmulo de substâncias de reserva.

TABELA 4.6 – Teor relativo de substâncias de reserva em porta-enxertos cítricos submetidos a dois sistemas de irrigação e cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Sistema de Irrigação	Substância de Reserva nas Raízes (%)			Substância de Reserva na haste (%)		
	Porta-enxerto			Porta-enxerto		
	‘Cravo’	‘C37’	Trifoliata	‘Cravo’	‘C37’	Trifoliata
Capilaridade	A 34,39 b ¹	A 34,08 a	B 27,04 b	A 37,50	B 34,89	C 32,52
Micro-aspersão	A 42,39 a	B 35,18 a	B 35,03 a			
C.V. (%) - Sistema de Irrigação	9,90			---		
C.V. (%) - Porta-enxerto	7,59			5,69		

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, e, médias antecedidas por letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância

O teor relativo de substâncias de reservas na haste (Tabela 4.6) não foi influenciado pelo fator sistema de irrigação, indicando níveis semelhantes estatisticamente. Já para o fator porta-enxerto este foi significativo com teores maiores para o limoeiro ‘Cravo’, seguido do ‘C37’ e do Trifoliata, provavelmente influenciado pela área foliar relatada anteriormente. Os conteúdos de substância de reserva (Tabela 4.7), mostraram um comportamento diferenciado do teor, indicando que o ‘Cravo’ e o ‘C37’ acumularam mais açúcares na irrigação por capilaridade e o Trifoliata não apresentou diferença significativa entre os dois sistemas.

TABELA 4.7 – Conteúdo de substâncias de reserva em porta-enxertos cítricos submetidos a dois sistemas de irrigação e cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Sistema de Irrigação	Substância de Reserva nas Raízes (g/planta)				Substância de Reserva na haste (g/planta)		
	Porta-enxerto				Porta-enxerto		
	‘Cravo’	‘C37’	Trifoliata	Total	‘Cravo’	‘C37’	Trifoliata
Capilaridade	-	-	-	0,22 b ¹	B 0,25 a	A 0,39 a	B 0,25 a
Micro-aspersão	-	-	-	0,31 a	B 0,19 b	A 0,27 b	AB 0,24 a
Total	B 0,24	A 0,33	B 0,22	-	-	-	-
C.V. (%) - Sistema de Irrigação				14,65	5,13		
C.V. (%) - Porta-enxerto				24,93	14,78		

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, e, médias antecedidas por letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância

4.4 CONCLUSÕES

O sistema de irrigação por capilaridade apresenta grande potencial para uso na produção de porta-enxertos de citros, acelerando o desenvolvimento dos mesmos, em relação a micro-aspersão;

O porta-enxerto ‘C37’ mostrou-se mais vigoroso que o Trifoliata e o ‘Cravo’ , com potencial de reduzir o tempo de produção da muda e diversificar os porta-enxertos na citricultura.

CAPÍTULO V

Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos produzidos por semeadura direta e repicagem

5.1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas culturas agrícolas no Brasil, a citricultura ocupa lugar de destaque, principalmente pelo valor de exportação da fruta e, não menos importante, pela sua importância social, gerando renda à pequena propriedade e um grande número de empregos.

Dentre os diversos elos da cadeia produtiva, o produtor de mudas (viveirista) é quem vem sofrendo as maiores mudanças nos últimos tempos, basicamente impulsionado pela necessidade de produzir mudas genética e fitossanitariamente garantidas. Como consequência, o tradicional viveiro de campo, em alguns Estados brasileiros, já foi totalmente abolido.

No Rio Grande do Sul, a produção de mudas cítricas ainda, em quase a sua totalidade, é feita à campo, em pequenas propriedades produzindo, em média, 15 mil mudas (Schäfer, 2000). Para 2005, já está prevista a passagem a da produção à campo, para um sistema em ambiente protegido, com normas específicas (Rio Grande do Sul, 2004).

O atual sistema prevê a semeadura do porta-enxerto em canteiros à campo (sementeira), onde esse é cuidado por um ano para ser repicado ao viveiro no inverno seguinte. A repicagem é feita selecionando-se os porta-enxertos por tamanho, descartando-se as mudas com sistema radicular defeituoso e fazendo-se uma poda das raízes e um desponte do caule (Koller, 1994).

No sistema de produção de mudas cítricas em ambiente protegido, nesta primeira etapa (sementeira), são utilizados, com grande vantagens, bandejas de isopor ou recipientes de plástico de forma cônica (tubetes), todos vazados na parte basal e fixados em bancadas acima da superfície do solo. Como meio de cultivo, utiliza-se substratos, livre de solos, com características físicas, químicas e biológicas adequadas.

Na semeadura são utilizadas de 1 a 3 sementes por tubetes, onde normalmente germina mais de uma semente e, muitas vezes, emergem mais de uma plântula por semente, pois estas são poliembriônicas. A partir disso, existe a necessidade de ser feito um desbaste, normalmente realizado quando as plântulas possuem de 2 a 3 folhas, deixando-se apenas uma por tubete, a de maior vigor e mais central.

Normalmente são descartadas plantas pequenas e defeituosas, mas também muitas plantas com bom vigor e morfológicamente perfeitas. A partir da necessidade de aproveitar ao máximo o material propagativo utilizado, existe a possibilidade de aproveitar as mudas que seriam descartadas no desbaste, repicando as vigorosas e sem defeitos para novos recipientes, ou para aqueles onde não germinou nenhuma semente. Em função dessa nova prática, a pesquisa deve esclarecer a influência da repicagem dos porta-enxertos de raiz nua, comparativamente à de torrão, sobre o desenvolvimento vegetativo e a morfologia radicular dos mesmos.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos, cultivados em casa de vegetação, por meio de semeadura direta e de repicagem de raiz nua.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada em Eldorado do Sul, RS, nos meses de setembro de 2003 a abril de 2004 (18/09/2003 a 29/04/2004), até os 225 dias após a semeadura (DAS).

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 3, com quatro blocos e cada parcela constituída por 22 tubetes. Nas parcelas principais testou-se os dois sistemas de propagação: semeadura direta e repicagem no momento do desbaste. Nas sub-parcelas foram testados três porta-enxertos cítricos: Trifoliata (*Poncirus trifoliata* [L.] Raf.); citrange 'C37' (*P. trifoliata* x *Citrus sinensis* [L.] Osbeck.) e limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck.).

A semeadura foi realizada em tubetes cônicos de polietileno preto (capacidade de 120 cm³), vazados na parte basal, fixados em bancadas metálicas, utilizando-se o substrato comercial Plantmax Citrus[®] (Figura 2.1 e Tabela 2.3), com duas a três sementes por tubete, submetidos à irrigação por micro-aspersão variando de 10 a 30 minutos diários, conforme a demanda.

Após a emergência, quando as plântulas estavam em média com 2 a 4 folhas (64 DAS), fez-se um desbaste da bandeja semeada, deixando-se apenas uma plântula por tubete, aquela maior e mais central. As plântulas descartadas foram acondicionadas em um balde plástico com água e as mais vigorosas e com sistema radicular perfeito foram

selecionadas para repicagem para tubetes de volume semelhante àqueles semeados diretamente. Antecedendo a repicagem, fez-se uma poda de raízes, retirando-se em torno de 1/3 a 2/3 de seu comprimento, e, com auxílio de uma haste, abriu-se um orifício no substrato introduzindo as raízes e pressionando o substrato para proporcionar bom contato com as raízes, evitando, assim, a formação de bolsões de ar. Em seguida, fez-se uma rega manual. Empregou-se o mesmo substrato citado anteriormente.

Como adubação de cobertura, de acordo com Vichiato et al. (1998), foi utilizada 0,1 g de N por planta, aplicada 2 vezes, aos 117 e 180 dias após a semeadura, diluído em água a um volume de 5 ml por planta para cada aplicação.

As seguintes características foram avaliadas:

1. Percentual de sobrevivência das plântulas repicadas;
2. Determinação do vigor, através de:
 - 2.1. Diâmetro da haste, ao nível do colo, em mm;
 - 2.2. Comprimento da parte aérea, medida do colo até o ápice da haste, em cm;
 - 2.3. Área foliar por plântula em cm^2 , medida através da passagem das folhas por um medidor de área foliar de marca LI-Cor, modelo LI - 3100;
 - 2.4. Matéria seca da raiz principal e secundária, parte aérea (haste e folhas) e total (raiz + parte aérea), em gramas, obtido pela secagem à estufa, com temperatura de 65 °C, até peso constante;
3. Determinação do conteúdo de N (total), P, K, Ca e Mg nas folhas, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), realizada no Laboratório de Tecidos do Departamento de Solos da UFRGS;

4. Determinação do teor de substâncias de reservas da haste e da raiz, segundo adaptações do método descrito por Priestley, citado por Souza (1990).

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. A variável crescimento em altura das plantas no decorrer do experimento foi submetida à análise de regressão. Procedeu-se, ainda, uma análise de correlação simples entre as variáveis observadas.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Desenvolvimento vegetativo

O percentual de sobrevivência das plântulas repicadas foi extremamente elevado (99,62%), mesmo tendo sido realizada em dia com temperaturas elevadas.

Na Tabela 5.1 estão descritos os dados referentes à altura dos porta-enxertos cultivados nos dois métodos estudados. Observa-se que houve interação para o efeito sistema de propagação e porta-enxertos como consequência do comportamento do limoeiro ‘Cravo’, que apresentou uma menor altura em relação ao Trifoliata, na semeadura direta, e não diferiu do mesmo, quando repicado. Mesmo assim não houve diferenças significativas no desenvolvimento em altura dos porta-enxertos nos dois sistemas de propagação. O Trifoliata se sobressaiu aos demais, principalmente no sistema de propagação por semeadura, resposta essa já descrita por outros autores (Schäfer, 2000 e Schäfer et al., 2000b), que confirmam o rápido crescimento inicial do Trifoliata, mesmo sendo um porta-enxerto que induz um efeito ananizante nas cultivares copa. O ‘C37’ teve um desenvolvimento menor nos dois sistemas, quando comparado com o Trifoliata.

TABELA 5.1 – Altura de porta-enxertos cítricos, submetidos a dois sistemas de propagação, cultivados em tubetes e casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Sistema de Propagação	Altura da planta (cm)		
	Porta-enxerto		
	'C37'	Trifoliata	'Cravo'
Semeadura direta	B 20,98 a ¹	A 26,17 a	B 21,66 a
Repicagem	B 21,33 a	A 24,68 a	A 24,43 a
C.V. (%) - Sistema de Irrigação	7,60		
C.V. (%) - Porta-enxerto	5,13		

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, e, médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

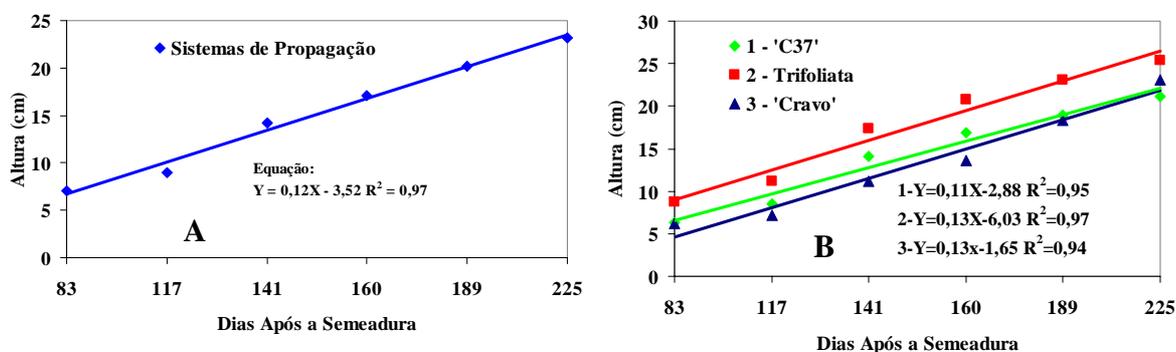


FIGURA 5.1 - Efeito de dois sistemas de propagação no crescimento em altura de porta-enxertos cítricos. A=efeito dos sistemas de propagação e B=efeito dos porta-enxertos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2004.

O desenvolvimento em altura dos porta-enxertos ao longo do tempo teve uma tendência linear, sem diferenças significativas entre os dois sistemas de propagação (Figura 5.1A). Observou-se que os porta-enxertos já aos 83 DAS estavam, em média, com 7 cm de altura, atingindo aos 225 DAS, em média, 23 cm. O comportamento dos três porta-enxertos, em geral, manteve a mesma tendência linear crescente, com o Trifoliata tendo crescimento maior logo no início, mantendo-a até o final (Figura 5.1B), resultados que corroboram as afirmações feitas em experimentos anteriores de que o mesmo tem um desenvolvimento inicial muito rápido em altura, podendo chegar a

vários centímetros em semanas. Observa-se que o ‘Cravo’ teve um desenvolvimento menor no início, mas conseguiu igualar-se ao ‘C37’ no final do experimento.

Em valores absolutos, a altura média de planta encontrada neste experimento foi bem superior à encontrada em outros trabalhos (Schäfer, 2000; Schmitz, 1998; Vichiato et al., 1998; Carvalho & Souza, 1996). Basicamente, as diferenças para esse maior crescimento pode ser apontada pelo fato de que Schäfer (2000) realizou seu trabalho no inverno, com baixas temperaturas, o que limitou o desenvolvimento dos porta-enxertos. Os demais autores avaliaram precocemente seus experimentos e como pode ser verificado na Figura 5.1, mesmo até os 225 DAS não houve estabilização do crescimento dos porta-enxertos, indicando que este poderia seguir desenvolvendo-se nos tubetes.

Quanto à área foliar (Tabela 5.2), observou-se que os porta-enxertos ‘C37’ e Trifoliata não apresentaram diferenças significativas nos dois sistemas de propagação, mas o limoeiro ‘Cravo’ obteve maiores índices quando repicado. Esses maiores índices são decorrentes de um pequeno acréscimo no número de folhas e de um maior crescimento da área foliar por folha ($r^2=0,82$ e probabilidade = 0.000017), como pode ser observado na Tabela 5.2.

A diferença fenotípica entre os porta-enxertos estudados é a principal responsável pela variação no número de folhas, área foliar e área foliar por folha, sendo que o ‘Cravo’ possui os maiores índices de área foliar, seguido pelo ‘C37’ e o Trifoliata. Mesmo assim, o ‘C37’ igualou-se na área foliar por folha, o que deve ter influenciado as características de crescimento desse.

TABELA 5.2 - Área foliar por planta, número de folhas e área foliar por folha, de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de propagação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Sistema de Propagação	Área Foliar (cm ² /planta)			Número de Folhas por planta			Área Foliar por folha (cm ² /folha)			
	Porta-enxerto			Porta-enxerto			Porta-enxerto			
	'C37'	Trifoliata	'Cravo'	'C37'	Trifoliata	'Cravo'	'C37'	Trifoliata	'Cravo'	Média
Semeadura direta	B 47,74 a ¹	C 22,13 a	A 74,99 b	B 14,83 a	A 22,05 a	A 20,74 b	-	-	-	2,63
Repicagem	B 52,52 a	C 22,87 a	A 96,98 a	C 13,46 a	B 19,43 a	A 25,27 a	-	-	-	3,00
Médias	-	-	-	-	-	-	A 3,60	B 1,10	A 3,74	-
C.V. (%) - Sistema de Propagação	10,37			9,49			15,53			
C.V. (%) - Porta-enxerto	9,88			11,95			11,25			

¹Médias antecedidas por letras maiúsculas distintas, na linha, e médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan.

TABELA 5.3 - Massa seca total de raiz (MSTR), de raiz principal (MSRP), de raiz secundária (MSRS), relação MSRP/MSRS, da haste (MSH), de folhas (MSF), média por folha (MS/F), da parte aérea total (MSAT) e total da planta (MST), e diâmetro da haste de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de propagação em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		MSTR	MSRP	MSRS	MSRP/MSRS	MSH	MSF	MS/F	MSAT	MST	Diâmetro
		g/planta									
Sistema de Propagação	Semeadura direta	0,82	0,47	0,35	1,37	0,65	0,47	0,026	1,12	1,94	3,40
	Repicagem	0,76	0,45	0,31	1,50	0,69	0,52	0,027	1,21	1,97	3,46
C.V. (%)		6,37	6,43	10,61	8,38	2,07	9,32	14,35	9,79	8,35	3,62
Porta-enxerto	'C37'	0,95 a ¹	0,60 a	0,35 a	1,75 a	0,75 a	0,51 b	0,036 a	1,26 a	2,20 a	3,95 a
	Trifoliata	0,74 b	0,36 b	0,38 a	0,97 c	0,70 a	0,29 c	0,014 c	0,99 b	1,74 b	3,31 b
	'Cravo'	0,68 b	0,41 b	0,27 b	1,59 b	0,56 b	0,68 a	0,029 b	1,24 a	1,91 ab	3,04 b
C.V. (%)		18,24	19,25	17,57	6,80	13,81	15,23	14,42	12,01	14,02	7,41

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan.

Apesar de não ter havido diferenças entre os métodos de propagação em altura de plantas (Tabela 5.1), o limoeiro ‘Cravo’ igualou-se em tamanho ao Trifoliata no tratamento de repicagem. Isto pode ter ocorrido pelo fato de o mesmo possuir maior número de folhas e maior área foliar nesse tratamento, o que incrementou o seu desenvolvimento (Tabela 5.2).

Na Tabela 5.3 são listados os índices de massa seca e o diâmetro. Observa-se que, como ocorreu para as demais características de desenvolvimento vegetativo, o sistema de propagação não afetou o acúmulo de massa seca nem o diâmetro dos porta-enxertos estudados. Quanto ao comportamento dos porta-enxertos estudados, observa-se que o ‘C37’ foi o que apresentou maior acúmulo de massa seca e maior diâmetro final da haste. Estas características são muito importantes no futuro desenvolvimento do porta-enxerto na fase de viveiro, pois se o mesmo mantiver esses índices, provavelmente irá acelerar seu desenvolvimento estando apto mais cedo à enxertia, por ter maior diâmetro do caule, fator esse que é determinante para realizar essa prática. Estes dados colaboram para facilitar a diversificação de porta-enxertos, na medida que une-se às já conhecidas características favoráveis do ‘C37’ no pomar ao bom desenvolvimento vegetativo desse no viveiro.

5.3.2 Teores de macronutrientes e substâncias de reserva

Não houve interação significativa entre sistemas de propagação e porta-enxertos para teor de macronutrientes e substâncias de reserva nos tecidos (Tabelas 5.4 e 5.5). Tampouco se encontrou diferenças significativas para os teores de nitrogênio, potássio e magnésio e de substâncias de reservas no fator sistema de irrigação. Segundo padrões da recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo - RS e SC (2000), o teor de nitrogênio presente nesses porta-enxertos, referente aos sistemas de propagação, é

considerado excessivo, o fósforo alto, o potássio excessivo, o cálcio e o magnésio, baixos.

Os teores de nitrogênio na massa seca das folhas foi bem superior ao recomendado, que é de 23 a 27 g/kg, configurando-se como excessivo nos três porta-enxertos estudados. O Trifoliata foi mais efetivo na absorção de P, diferindo estatisticamente dos demais, mas estes, apesar de terem teores menores, são considerados satisfatórios na planta. Os teores de potássio são considerados altos na planta. A maior absorção de K pelas plântulas deve ter limitado a absorção de Ca e Mg, devido ao efeito antagônico desses nutrientes. Apesar de serem constatadas diferenças estatísticas nos níveis de cálcio, estes são considerados baixos e deficientes, o mesmo acontecendo para o magnésio.

TABELA 5.4 - Teores de macronutrientes presentes nas folhas de porta-enxertos cítricos, cultivados em dois sistemas de propagação e em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		Conteúdo Nutricional g/kg na Matéria Seca Total				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Sistema de Propagação	Semeadas	33,14	1,57 b	22,12	18,26 a	2,68
	Repicadas	30,47	1,69 a	20,74	14,88 b	2,56
C.V. (%)		5,96	3,21	4,76	1,83	4,11
Porta-enxerto	‘C37’	31,43	1,51 b ¹	21,33	18,01 a	2,75 a
	Trifoliata	32,72	1,81 a	21,25	16,99 b	2,83 a
	‘Cravo’	31,28	1,56 b	21,72	14,71 c	2,29 b
C.V. (%)		9,00	8,74	9,48	3,89	8,01

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores relativos de substâncias de reserva nas raízes e no caule somente variaram significativamente para o fator porta-enxerto (Tabela 5.5). O limoeiro ‘Cravo’ acumulou maiores teores, tanto nas raízes quanto na haste, seguido pelo Trifoliata e este não diferenciando-se do ‘C37’ no teor das raízes, mas sendo superior no teor de substância de reserva da haste. A substância relativa de reserva encontrada na haste está

diretamente relacionada aos índices de área foliar ($r=0,999$ - Probabilidade $> t=0,0297$), indicando que com um maior índice de área foliar as plantas acumulam maiores teores de substâncias de reserva na haste; entretanto, a translocação para as raízes é muito lenta, pois não houve correlação entre essas características, e também houve um consumo empregado para o crescimento das mesmas.

TABELA 5.5 – Teor relativo de substâncias de reserva em porta-enxertos cítricos submetidos a dois sistemas de propagação e cultivados em casa de vegetação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2004.

Tratamento		Substância de reserva de raízes (%)	Substância de reserva da haste %
Sistema de Propagação	Semeadas	37,53	36,07
	Repicadas	38,36	35,38
Coeficiente de Variação (%)		8,39	4,06
Porta-enxerto	‘C37’	36,00 b ¹	35,45 b
	Trifoliata	35,41 b	32,15 c
	‘Cravo’	42,41 a	39,60 a
Coeficiente de Variação (%)		10,35	7,55

¹Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância.

5.4 CONCLUSÕES

Na produção de porta-enxertos em tubetes e casa de vegetação, há viabilidade de aproveitamento daqueles resultantes do desbaste, repicando-os quando apresentam 2 a 4 folhas.

O porta-enxerto ‘C37’ apresenta um vigor inicial maior do que o Trifoliata e o limoeiro ‘Cravo’.

CAPÍTULO VI

A densidade de empacotamento influi nas características físicas do substrato e no desenvolvimento inicial de porta-enxertos cítricos?

6.1 INTRODUÇÃO

A intensificação do cultivo de plantas hortícolas em estufas com o uso de bandejas multicelulares, tubetes ou sacos plásticos levou à necessidade de utilização de substratos adequados para que se tenha sucesso na atividade. No cultivo de mudas cítricas em ambiente protegido são utilizados, na primeira fase denominada de sementeira, tubetes ou bandejas multicelulares de capacidade entre 50 e 120 cm³. Já para a segunda fase, denominada de viveiro, são utilizados sacos plásticos ou citropotes com capacidade de até 4 litros. Em cada fase devem ser utilizados substratos que apresentem características físicas, químicas e biológicas adequadas ao cultivo.

O conhecimento das características físicas dos substratos, torna-se essencial para sua correta escolha e utilização. Entre as principais características, pode-se citar: a porosidade total, o espaço de aeração, a retenção de água a baixas tensões de umidade, e a densidade (Bellé & Kämpf, 1994; Fermino, 1996; Gauland, 1997).

Entretanto, algumas características podem ser influenciadas pelo manejo do substrato no momento de sua utilização. Uma prática muito comum na hora da sementeira é a de dar uma ‘batidinha’ na bandeja ou bancada com tubetes, para

acomodar o substrato. Este procedimento poderá modificar as características físicas do mesmo, principalmente no que se refere à densidade de empacotamento, que influencia a impedância mecânica em um substrato. Considera-se como densidade de empacotamento (*'packing density'* conforme Burés et al., 1995) a relação massa/volume efetivamente observada no recipiente em um dado momento. A impedância mecânica é a resistência das partículas sólidas ao deslocamento das raízes e sua conseqüente deformação (Bengough & Mullins, 1990).

Em um trabalho realizado por Kämpf et al. (1999), foram relacionados vários substratos com diferentes graus de empacotamento, no intuito de verificar o seu efeito na impedância mecânica dos mesmos, chegando a conclusão de que quanto maior o grau de compactação do substrato (densidade de empacotamento) maior a resistência à penetração das raízes (impedância mecânica). Entretanto, a modificação das características de retenção de água nesses substratos é desconhecida; tampouco se conhece a influência da compactação sobre a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da densidade de empacotamento do substrato sobre as características físicas do mesmo e sobre a emergência e crescimento de plântulas de porta-enxertos cítricos.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FA/UFRGS), em duas épocas: 1) uma no outono-inverno (a partir do dia 24 de abril de 2002); e, 2) outra na primavera-verão (a partir do dia 17 outubro de 2002). Utilizou-se bandejas de isopor com 128 células,

possuindo volume aproximado de 36 cm³, com sistema de subirrigação por capilaridade com água a 10% da altura da célula. As temperaturas no decorrer dos experimentos podem ser visualizadas na Tabela 6.1.

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas, em esquema fatorial 5 x 3, com quatro blocos e cada parcela constituída por oito repetições. Nas parcelas principais testaram-se cinco densidades de empacotamento (DE) constituídas de: 1) Substrato sem compactação (0% DE - densidade de trabalho = 386 g.L⁻¹); 2) Substrato 25% compactado (densidade de trabalho = 450 g. L⁻¹); 3) Substrato 50% compactado (densidade de trabalho = 517 g. L⁻¹); 4) Substrato 75% compactado (densidade de trabalho = 581 g. L⁻¹); 5) Substrato 100% compactado (compactação máxima possível com preenchimento manual - densidade de trabalho = 647 g. L⁻¹). Para chegar a esses valores foram feitas médias de 15 repetições para os pontos 0 e 100% DE, em que colocou-se nas células o substrato compactando-o o máximo possível (corresponde ao substrato 100% compactado) e sem nenhuma compactação (0% de compactação), depois o substrato foi retirado e pesado para estabelecer as médias aos pontos máximo e mínimo de compactação e as outras doses intercaladas entre esses pontos (13,9; 16,2; 18,6; 20,9 e 23,3 g de substrato por célula). A partir disso, o substrato para cada célula da bandeja de isopor, correspondente ao tratamento em questão, foi pesado separadamente. Utilizou-se o substrato comercial Mec Plant Florestal[®] (fabricante Wolff Klabin Mec Prec[®]).

Nas sub-parcelas foram testados três porta-enxertos cítricos: 1) Trifoliata - *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; 2) citrange 'C37' - *P. trifoliata* x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.; 3) limoeiro 'Cravo' - *C. limonia* Osbeck. As sementes foram coletadas segundo metodologia descrita por Koller (1994), de frutos maduros. Para o primeiro

experimento fez-se a coleta dias antes de sua instalação e para o segundo experimento as sementes foram coletadas nos meses de maio a junho, do mesmo ano, e conservadas em geladeira com fungicida até a sua utilização.

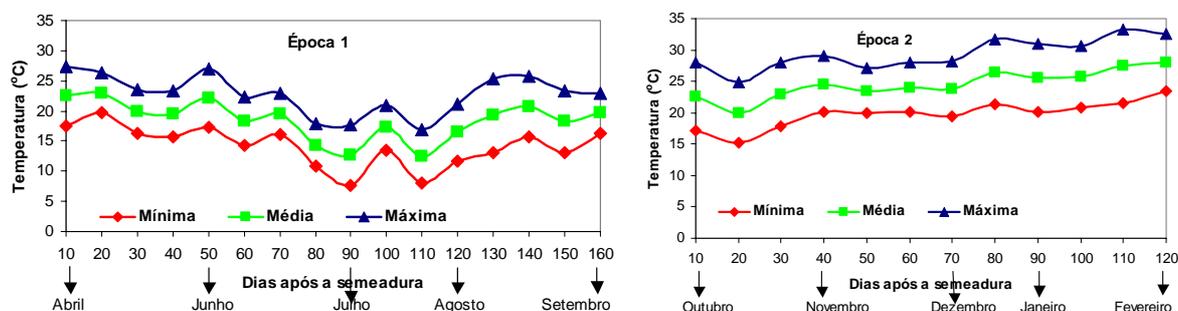


FIGURA 6.1 - Variações das temperaturas decendial do ar mínima, média e máxima, no município de Porto Alegre, durante a realização do experimento. Porto Alegre, RS, 2002-2003. Fonte: Agritempo (2004).

As seguintes características foram avaliadas:

1. Caracterização física do substrato, com as diferentes densidades de empacotamento, realizada no Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura, utilizando-se 3 repetições, segundo metodologia descrita por Hoffman (1970) e De Boodt & Verdonck (1972), adotada por Bellé & Kämpf (1994) e Fermino (1996), que consiste em:
 - 1.1. Densidade de volume (seca e úmida);
 - 1.2. Porosidade total (PT);
 - 1.3. Espaço de aeração (EA);
 - 1.4. Água facilmente disponível (AFD);
 - 1.5. Água tamponante (AT);
 - 1.6. Água remanescente (AR);
2. Velocidade de emergência das sementes;
3. Percentagem de emergência final;
4. Percentagem de plantas mal formadas. Para essa característica foram consideradas as plantas que não conseguiram fixar o seu sistema radicular no substrato, plantas que não tinham um desenvolvimento normal.

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. As variáveis de caracterização física do substrato e a velocidade de emergência foram submetidas à análise de regressão. Procedeu-se, ainda, uma análise de correlação simples entre as variáveis observadas.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Influência nas características físicas do substrato

Na Figura 6.2 verificou-se uma correlação positiva entre a densidade úmida e a seca ($r = 0,999$). Em valores absolutos, percebe-se que a densidade seca variou de 145 a 250 Kg.m^{-3} , que segundo Kämpf (2000), são valores adequados para a propagação de plantas em células e bandejas em estufas.

Segundo Fermino (2003), a importância da densidade está na interpretação de outras características, como a porosidade, espaço de aeração e disponibilidade de água, além da salinidade e teor de nutrientes.

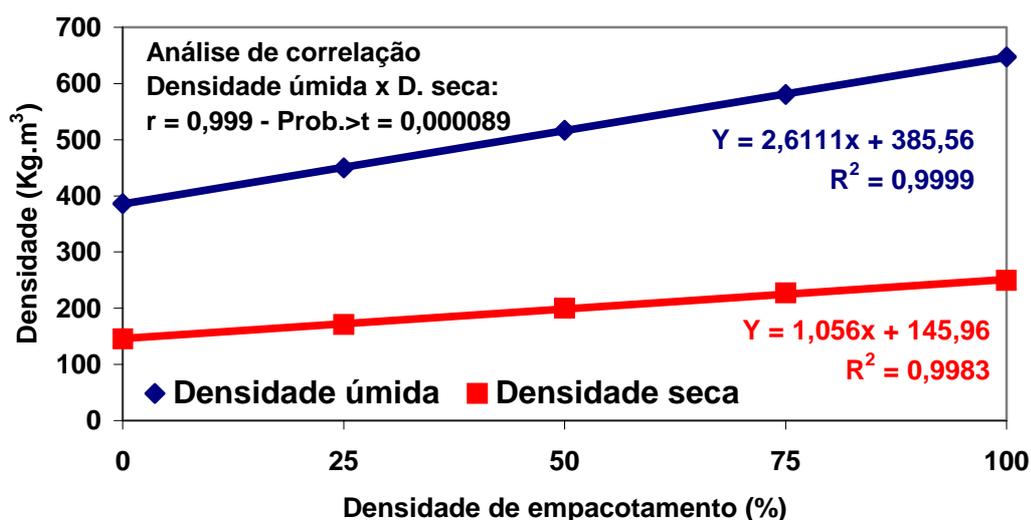


FIGURA 6.2 - Influência das diferentes densidades de empacotamento na densidade úmida e seca no substrato. Porto Alegre, 2003.

Observando-se o comportamento da densidade (Figura 6.2) e das outras características físicas dos substratos (Figuras 6.3 e 6.4), verifica-se que muitos deles possuem o mesmo comportamento. Através de uma correlação simples verificou-se que a densidade seca afeta positivamente a porosidade total ($r=0,964$ e probabilidade $> t=0,0069$), negativamente o percentual de sólidos ($r=-0,964$ e probabilidade $> t=0,007$), positivamente o percentual de água facilmente disponível ($r=0,904$ e probabilidade $> t=0,033$), o percentual de água tamponante ($r=0,966$ e probabilidade $> t=0,006$) e o percentual de água remanescente ($r=0,966$ e probabilidade $> t=0,0003$). Somente não foi encontrada correlação entre o espaço de aeração e a densidade. Estas relações já foram descritas por outros autores, que salientam que variações na densidade de volume têm efeitos nas características físicas dos substratos, principalmente sobre a água facilmente disponível (Fonteno 1993; Milks et al., 1989).

Gruszynsky (2001), aponta que as propriedades físicas de um substrato podem estar centradas em dois aspectos, um deles nas propriedades das partículas que compõem a fração sólida e, outro, na geometria do espaço poroso formado entre as partículas. Esta última é dependente da forma de manuseio do material, em especial da densidade de empacotamento do substrato no recipiente.

Pode-se observar, pelas Figuras 6.3 e 6.4, as mudanças nas características físicas dos substratos, afetadas pela densidade de empacotamento. Observa-se que houve um aumento da porosidade total, água facilmente disponível, água tamponante e água remanescente; em contrapartida, o percentual de sólidos diminuiu e o espaço de aeração teve comportamento quadrático, tendo seu pico entre o nível de 50% e 75% de DE, diminuindo a seguir.

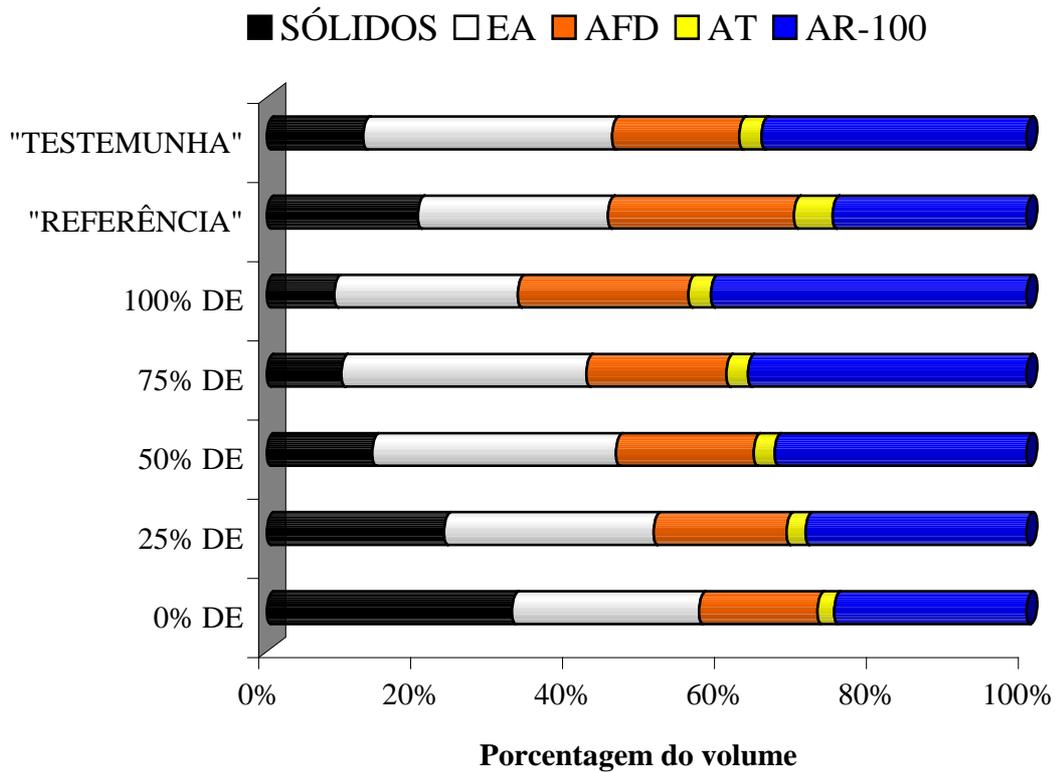


FIGURA 6.3 - Características física do substrato submetidos a diferentes densidades de empacotamento (DE), relativa à fração do volume ocupada por sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente ao potencial de -100hPa (AR-100). Porto Alegre, 2003. O valor de 'REFERÊNCIA' refere-se a média dos valores, descrito por vários autores, conforme relata Schmitz (1998). Os valores de 'TESTEMUNHA' referem-se aos procedimentos padrões adotados no laboratório para análise de substrato.

Como foi comentado anteriormente, os diferentes graus de compactação do substrato afetaram diretamente a densidade e esta afetou toda a dinâmica de água. Como foi descrito por Gruszynsky (2001), a explicação para tal evento está relacionada à geometria do espaço poroso formado entre as partículas do substrato. Ao se aumentar a DE do substrato está se mudando as características de dimensão entre os poros e com isso modifica-se o tamponamento e o fornecimento de água e ar as plantas (Handreck & Black, 1999).

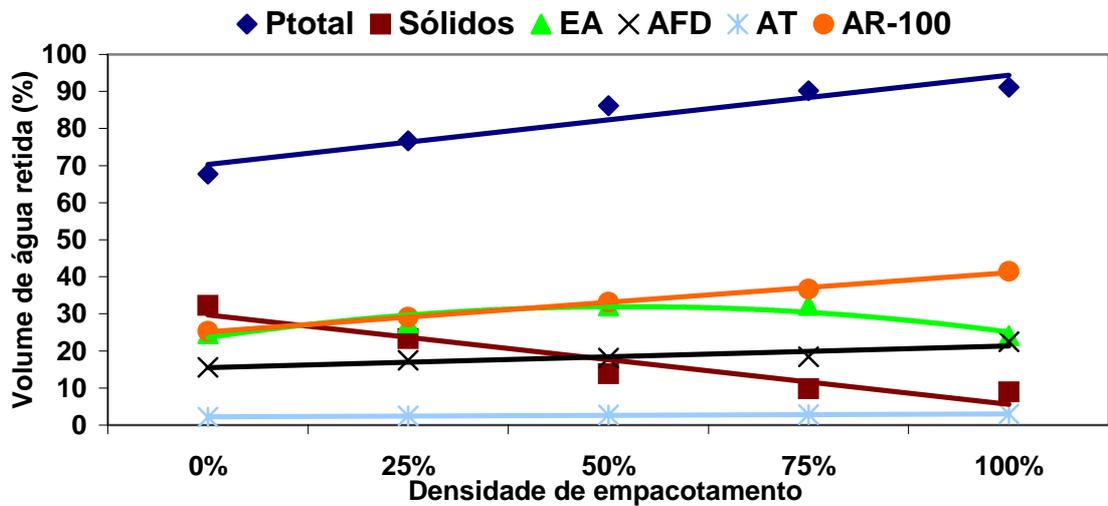


FIGURA 6.4 - Mudanças das características físicas dos substratos submetidos a diferentes densidades de empacotamento, relativa à fração do volume ocupada pela porosidade total (Ptotal), por sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente ao potencial de -100hPa (AR-100). Porto Alegre, 2003. Equações de regressão: Ptotal: $Y=0,24X + 70,29$ $R^2 = 0,91$; Sólidos: $Y=-0,24X + 29,7$ $R^2=0,91$; EA: $Y=-0,003X^2 + 0,32X + 23,6$ $R^2=0,84$; AFD: $Y=0,06X + 15,5$ $R^2=0,85$; AT: $Y=0,008X + 2,27$ $R^2=0,92$; AR-100: $Y=0,16X + 25,14$ $R^2=0,99$.

Os poros podem ser classificados segundo a sua função, sendo que os macroporos não retêm água (espaço de aeração), os mesoporos retêm água (água facilmente disponível), os microporos, que também retêm água, mas a tensões maiores (água tamponante) e os ultramicroporos, que retêm água a tensões maiores não disponíveis às plantas (água remanescente) (Drzal et al., 1999).

A partir do exposto pode-se considerar que com o aumento da compactação (DE), verifica-se um novo rearranjo das partículas do substrato, ampliando o volume de meso, micro e, principalmente, ultramicroporos, aumentando assim a retenção de água facilmente disponível, água tamponante e água remanescente (Figuras 6.3 e 6.4). Com a ampliação do número de micro e ultramicroporos, isto afetou diretamente e em maior

grau o volume de água remanescente, acumulando maior quantidade de água, que pode ser considerada indisponível à planta.

Na Figura 6.3 pode-se fazer um comparativo das diferentes DE com um valor de referência, descrito por vários autores, e um valor testemunha, que se refere ao mesmo substrato determinando-se a curva de retenção de água conforme as normas de laboratório. Segundo as curvas de densidade a compactação aplicada em laboratório para se realizar a determinação da curva de retenção de água (valor 'Testemunha' - Figura 6.3), pode ser encaixado na faixa de 63% de densidade de empacotamento do substrato.

O espaço de aeração, no substrato, deve ser suficiente para permitir o desenvolvimento das raízes e aeração do mesmo (Bordas et al., 1988). Os valores encontrados nessa pesquisa vão de aproximadamente 24 a 32 %, estando na faixa adequada ou muito próximo dos valores ideais apontados por De Boodt & Verdonck (1972) é que 20 a 30% (Figura 6.3).

Os volumes de água facilmente disponível e água tamponante representam o volume de água disponível às plantas. Esta característica é importante, pois um substrato deve ter a capacidade de reter o suficiente de água para que a planta absorva-a sem gastar muita energia, ao mesmo tempo não deve exercer retenção em demasia para evitar o encharcamento. Os valores são muito variáveis, pois as exigências são bastante diferentes entre as espécies, entretanto, segundo De Boodt & Verdonck (1972) o percentual de água facilmente disponível deve estar entre 24 a 40%. O substrato analisado apresentou valores inferiores aos citados anteriormente variando de 15 a 23% (Figura 6.3).

Embora a água remanescente não seja disponível às plantas, sua principal importância está na influência sobre algumas propriedades do substrato, como: condutividade, capacidade térmica e a condutividade hidráulica (Gauland, 1997). Nesse estudo, o volume de água remanescente às plantas nos substratos, não variou muito, permanecendo de 25 a 41% (Figura 6.3). A compactação do substrato, conforme foi discutido anteriormente, aumentou os ultramicroporos e, com isso, o volume de água remanescente, maior que 25% de DE foi superior ao padrão estabelecido por De Boodt & Verdonck (1972) que varia de 20 a 30%.

Em trabalho realizado para verificar as propriedades físicas de dois substratos, Gruda & Schnitzler (2004), verificaram que ao aplicar-se diferentes compressões no substrato (0,083 até 0,163 g.cm⁻³), este teve suas características físicas modificadas, aumentando a retenção de água e diminuindo o espaço de aeração. Neste trabalho também se verificou um aumento na retenção de água, principalmente da remanescente, mas os níveis de espaço de aeração pouco variaram, indicando que os substratos podem responder de maneira diferenciada, principalmente, por conter granulometrias diferentes.

A Figura 6.5 permite a visualização do percentual de acomodação do substrato nos cilindros no momento da realização da curva de retenção de água. Estes resultados refletem o que acontece com o cultivo, durante o qual o substrato vai sofrendo uma compactação mudando assim algumas de suas características, isso pode ocorrer pela força exercida pela água no momento da irrigação, um rearranjo das partículas de substrato ou mesmo pela sua decomposição. Verificou-se que quanto maior a compactação exercida, menores são as modificações ocorridas no substrato (Figura 6.5).

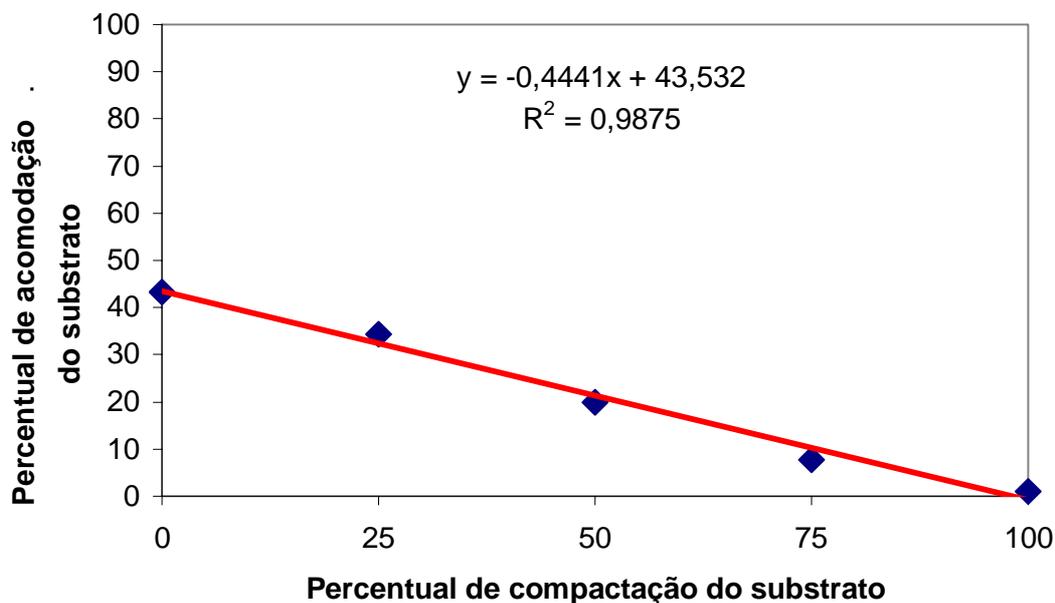


FIGURA 6.5 - Percentual de acomodação do substrato conforme as densidades de empacotamento empregadas. Porto Alegre, 2003.

6.3.2 Influência na germinação de porta-enxertos

Vários são os fatores que influenciam na germinação de sementes de citros, entre eles estão a coleta e o beneficiamento das sementes, o armazenamento, o tamanho da semente, a remoção do tegumento da semente, a temperatura, a luminosidade e a umidade (Rouse & Sherrod, 1996; Davies & Albrigo, 1994). Como foi discutido anteriormente, as diferentes densidades de empacotamento influenciam nas características físicas dos substratos, principalmente na retenção de água.

Na Figura 6.6 está descrito o comportamento dos porta-enxertos cítricos em sua velocidade de emergência. Não foram constatadas interações da velocidade de emergência com as densidades de empacotamento. Observa-se que na época 1, realizada nos meses com temperaturas mais baixas (Figura 6.1), a germinação começou aos 30 dias de forma muito lenta e aos 89 DAS atingiu 27% de plantas emergidas. Na segunda época, como consequência de temperaturas mais adequadas (Figura 6.1), já aos 39 dias,

27% das plantas haviam emergido. Da mesma forma, o pico de germinação na época 1 ocorre somente aos 159 DAS, enquanto que na época 2 este ocorre já aos 60 DAS. A partir disso, pode-se constatar que a temperatura, conforme relata Rouse & Sherrod (1996) e Davies & Albrigo (1994) é um fator decisivo para a velocidade de germinação dos porta-enxertos cítricos.

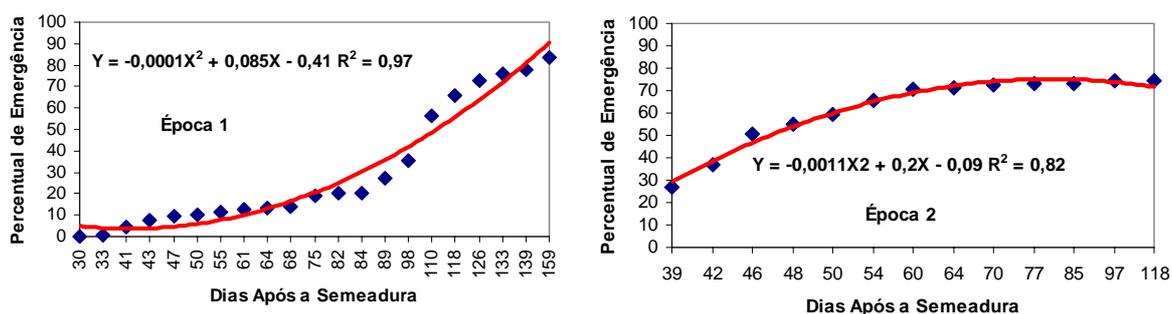


FIGURA 6.6 - Velocidade de emergência de porta-enxertos cítricos cultivados em substrato com diferentes densidades de compactação. Porto Alegre, 2003.

Na Figura 6.7 pode-se observar o percentual de emergência final dos porta-enxertos cítricos nas diferentes densidades de empacotamento empregadas. Não houve efeito significativo das densidades de empacotamento sobre o percentual de germinação final, indicando que esta característica não influencia a velocidade de germinação e a germinação final.

Apesar das diferentes DE afetarem significativamente as características físicas do substrato, principalmente a de retenção de água, pode-se deduzir que o substrato, nas diferentes DE empregadas, supriu suficientemente os níveis de aeração e umidade para que ocorresse uma germinação uniforme entre os tratamentos, indicando que essas faixas são adequadas.

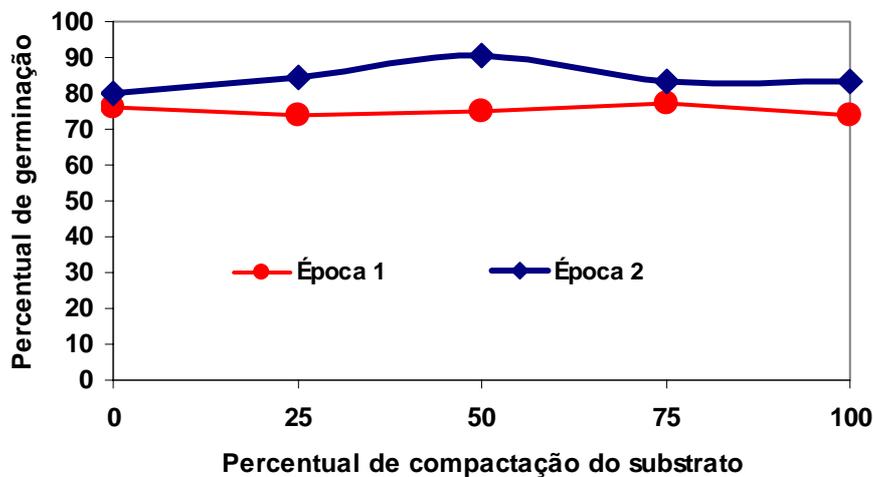


FIGURA 6.7 - Influência do percentual de compactação do substrato no percentual de emergência de porta-enxertos cítricos. Porto Alegre, 2003.

Apesar de não haver diferenças na germinação entre as DE empregadas, na Figura 6.8 fica evidente que houve diferença entre o percentual de germinação final entre os porta-enxertos estudados. Observa-se que na época 1, o Trifoliata apresentou os melhores índices, em torno de 90%, com o ‘Cravo’ atingindo o menor valor relativo (80%). O ‘C37’, apresentou valores intermediários (83%). Na época 2, o ‘C37’ apresentou os maiores índices seguido pelo Trifoliata e o ‘Cravo’, estes com índices semelhantes entre si. Estas respostas estão de acordo com os resultados obtidos por Schäfer (2000) e Schäfer et al. (2000a) que discutem a influência do substrato na germinação de sementes e chegaram a conclusão que o fator genético tem forte influência na germinação final de porta-enxertos cítricos.

Também pode-se observar que houve uma menor germinação total do limoeiro ‘Cravo’ e do ‘C37’ quando se compara a primeira à segunda época (Figura 6.8). Esta diferença pode ter ocorrido pela perda da viabilidade das sementes, visto que estas foram coletadas e, logo em seguida, usadas, na época 1; já, na época 2, as sementes

havia sido armazenadas em geladeira, o que, naturalmente, diminui o poder germinativo das sementes.

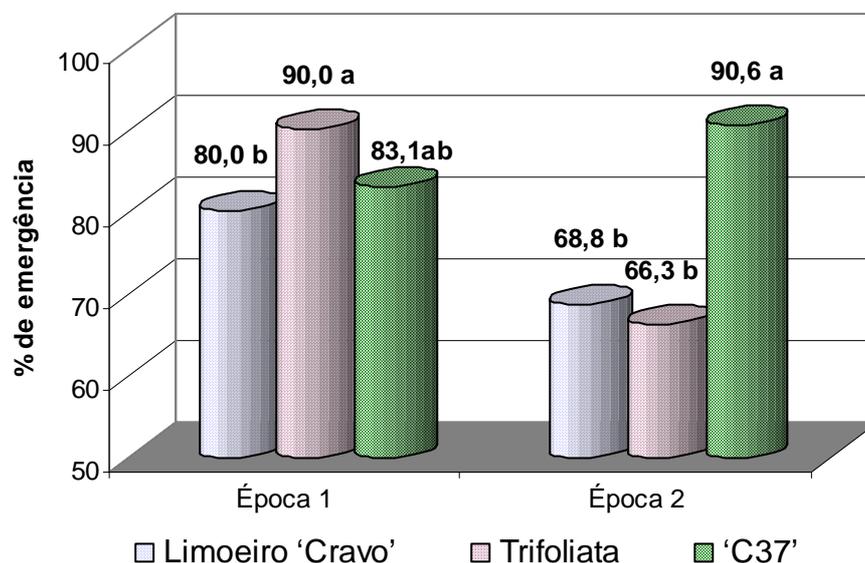


FIGURA 6.8 - Percentual de emergência de porta-enxertos cítricos cultivados em substrato com diferentes densidades de empacotamento. Médias seguidas por letras distintas, nas épocas de cultivo, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. . Porto Alegre, 2002-2003.

Conforme os resultados descritos por Kämpf et al. (1999), quanto maior a densidade de empacotamento maior será a impedância mecânica do substrato, ou seja, maior será a resistência à penetração das raízes. Nesse trabalho, foi possível verificar a influência da impedância mecânica na emergência e no desenvolvimento inicial das plântulas (Figuras 6.9 e 6.10). Observou-se que em DE maiores havia plântulas que não conseguiam fixar o sistema radicular no substrato, permanecendo com as radículas retorcidas sobre o substrato e estas não penetrando no mesmo. Portanto, houve efeito significativo das DE no percentual de plantas mal formadas, afetando a morfologia e o desenvolvimento do sistema radicular, chegando ao nível de 30% para a dose maior de compactação (Figura 6.9).

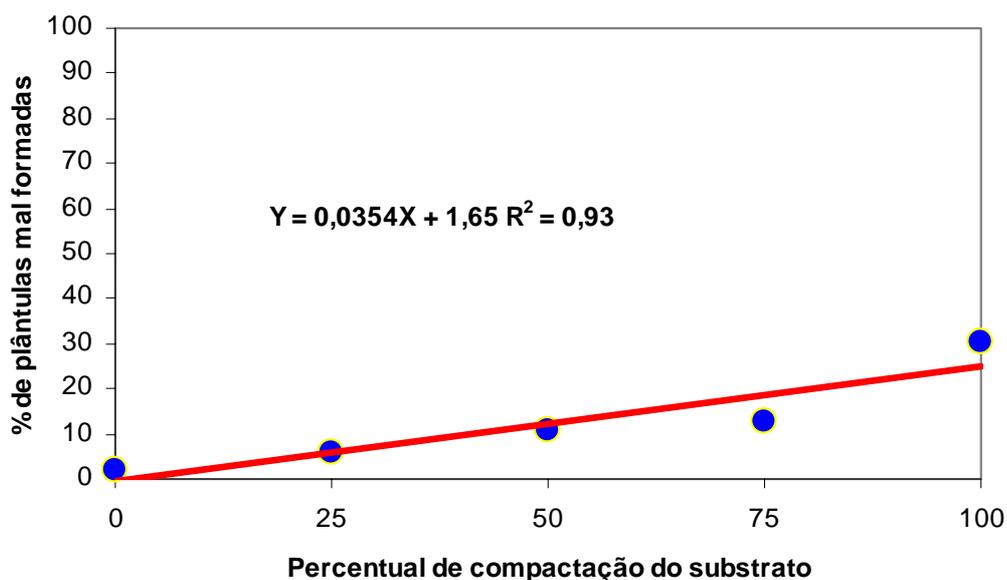


FIGURA 6.9 - Influência do percentual de compactação do substrato no percentual de plântulas mal formadas de porta-enxertos cítricos. Porto Alegre, 2003.

Em valores absolutos, o Trifoliata foi o porta-enxerto que apresentou maiores índices de plântulas mal formadas, chegando a 43% no maior ponto de DE, seguido pelo 'C37', com 30%, e do limoeiro 'Cravo' com aproximadamente 20% (Figura 6.10).

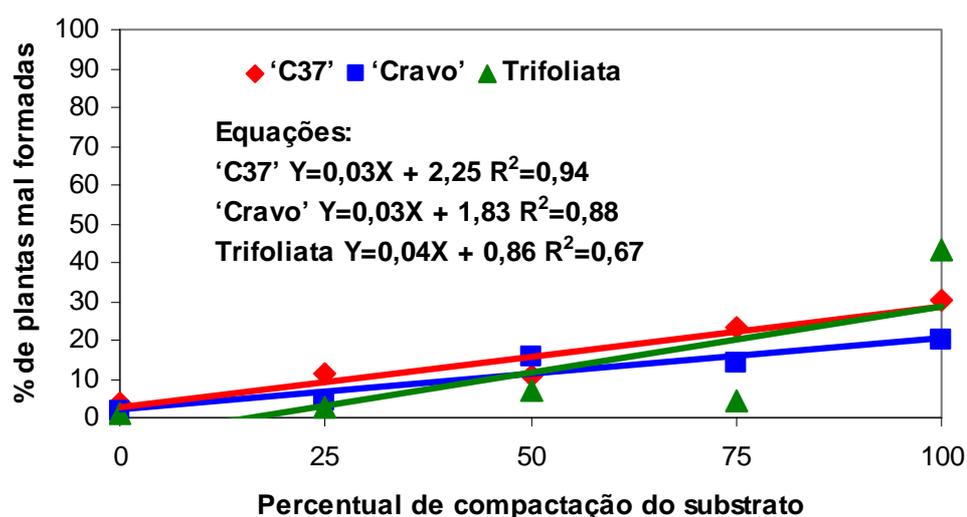


FIGURA 6.10 - Influência do percentual de compactação do substrato no percentual de plântulas mal formadas de cada porta-enxerto cítrico. Porto Alegre, 2003.

Dentro da produção de mudas em ambiente protegido, os gastos com substratos representam uma grande parcela dos custos. Por conseguinte, a partir do anteriormente discutido, é fundamental o manejo correto do substrato, principalmente no tocante ao preenchimento dos recipientes, visando à produção de mudas de qualidade. Uma acomodação inicial do substrato é necessária, visto que se isto não for feito, ao longo do cultivo o substrato irá naturalmente se acomodar limitando o espaço para o desenvolvimento do sistema radicular.

6.4 CONCLUSÕES

As diferentes densidades de empacotamento afetam as características físicas do substrato, principalmente a quantidade de sólidos e a retenção de água.

A densidade de empacotamento não influi sobre a germinação de porta-enxertos cítricos, mas sobre a morfologia do sistema radicular.

CAPÍTULO VII

Método não destrutivo para monitorar pH e salinidade do substrato na produção de mudas cítricas

7.1 INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira ocupa o primeiro lugar na produção mundial de frutas (FAO, 2003). Para que esta posição seja mantida, tem-se dado muita atenção à qualidade da muda, pois essa pode provocar o insucesso de um futuro pomar se não possuir as características genéticas e fitossanitárias ideais.

Por isso, ultimamente, tem-se dado grande importância para o cultivo de mudas cítricas em ambiente protegido, utilizando-se recipientes e substratos adequados para cada fase e materiais vegetativos com origem genética e fitossanitárias garantidas.

No Rio Grande do Sul a utilização do tradicional viveiro a campo deverá ser extinta até meados de 2005, onde a produção passará a ser feita em estufas, seguindo critérios específicos (Rio Grande do Sul, 2004). Em outros Estados, como o de São Paulo, este sistema já foi adotado com grande sucesso.

O substrato deve possuir características adequadas, e pode ser definido como o meio onde se desenvolvem as raízes fora do solo, servindo de suporte as plantas e podendo, ainda, regular a disponibilidade de nutrientes para as mesmas (Kämpf, 2000).

A implementação desse sistema de produção de mudas prevê a utilização de novas tecnologias e demandas da pesquisa. Uma delas, já há muito tempo utilizada para o cultivo de plantas ornamentais e olerícolas, ou até mesmo em pomares adultos de plantas cítricas, é o uso da fertirrigação. Esta abre novas possibilidades de controlar o fornecimento de água e de nutrientes, possibilitando otimizar esses fatores, promovendo incrementos na produtividade e qualidade das mudas cítricas (Feitosa Filho & Zanini, 2002).

O monitoramento desse sistema de irrigação e, mais intensivamente, do sistema de fertilização deve ser constante, a fim de evitar excessos, desperdiçando nutrientes, ou até mesmo, levando a planta à morte.

Para tanto, deve-se realizar o controle constante dos valores de pH e condutividade elétrica do meio de cultivo. O pH refere-se à reação de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo e a sua importância está relacionada com influência na disponibilidade de nutrientes à planta bem como o efeito sobre processos fisiológicos (Kämpf, 2000). A condutividade elétrica expressa a concentração total de sais solúveis do extrato do substrato (Rodrigues, 2002), sendo que a sensibilidade aos sais varia para cada espécie, indo de 0,5 g.L⁻¹, para as plantas mais sensíveis, até 3 g.L⁻¹, para as plantas mais exigentes (Kämpf, 2000).

O monitoramento do pH e da condutividade elétrica em soluções hidropônicas já é consagrado (Rodrigues, 2002). Para o cultivo de plantas em vasos essa técnica é auxiliar no manejo, indicando o status nutricional do nosso cultivo.

A determinação do pH em laboratório é feita em uma mistura de substrato e água na proporção de 1:2,5 (v:v) e da condutividade, expressa em teor total de sais

solúveis (TTSS) em uma solução de substrato e água na proporção de 1:10 (p:v), expresso em teor de KCl (Röber & Schaller, 1985; Tedesco et al. 1995).

Entretanto, o uso desses métodos, além de ser dispendioso no monitoramento do cultivo de plantas em vasos, é demorado, possui uma eficiência amostral muito pequena e pode ser considerado destrutivo, pois necessita a retirada de amostras de todo o perfil do vaso, o que fatalmente elimina várias plantas do cultivo.

O uso de testes rápidos e simples no monitoramento do status nutricional das plantas cultivadas deve ser sempre buscado. Wright (1986), descreveu um teste de procedimento de extração de nutriente, chamado Pour-through, cujo objetivo era o de determinar o pH, sais solúveis e a análise nutricional. O teste PourThru, descrito por pesquisadores da Universidade da Carolina do Norte, adaptado de Wright (1986.), visa monitorar o pH e a CE de substratos, medindo-os a partir da coleta de lixiviados no vasos de cultivo (Cavins, et al., 2000). O método consiste em uma irrigação (aguardando por uma hora) e da aplicação de 100 ml de água destilada em cada vaso, coletando-se o lixiviado e, imediatamente, fazendo-se leitura de pH e CE (Cavins, et al., 2000).

Os objetivos deste trabalho foram de avaliar o teste PourThru no monitoramento de pH e salinidade em substratos de cultivo de plantas cítricas, comparando-o ao teste utilizado em laboratório e testar a estabilidade do lixiviado na leitura de pH e CE ao longo do tempo.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

As plantas utilizadas foram cultivadas em casa de vegetação, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(EEA/UFRGS), situada em Eldorado do Sul, RS. Utilizou-se três variedades de porta-enxertos cítricos: Trifoliata - *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.; citrange 'C13' - *Citrus sinensis* [L.] Osbeck x *Poncirus trifoliata* e limoeiro 'Cravo' - *Citrus limonia* Osbeck) cultivados em citropotes, de quatro litros de capacidade, com substrato comercial Rendmax Citrus[®], totalizando 105 amostras, onde em 30 amostras provocou-se, por meio de adubação líquida, mudanças de pH e do teor total de sais solúveis (TTSS).

As plantas vinham sendo cultivadas desde abril de 2002, utilizando-se fertirrigação, e a coleta das amostras e execução do teste PourThru foram efetuadas nos dias 11 e 25 de maio de 2004, procedendo-se da seguinte forma:

- 1) Aplicado o teste PourThru, conforme segue (Cavins, et al., 2000):
 - a) Irrigou-se o substrato até a sua saturação;
 - b) Esperou-se por uma hora e colocou-se um recipiente plástico embaixo do vaso, com capacidade para coletar aproximadamente 75 ml;
 - c) Colocou-se 100 ml de água destilada na superfície do substrato de cada vaso (volume adequado para o tamanho do recipiente de cultivo);
 - d) Coletou-se o lixiviado quando este completou aproximadamente 50 ml e transferiu-se para um recipiente de PVC com tampa;
 - e) Imediatamente após a coleta fez-se uma leitura de pH e CE, repetindo-a em 24, 36, 48 e 72 horas. As amostras foram armazenadas em local seco, em recipientes tampados e a temperatura ambiente (aproximadamente 15 a 22°C). Para as leituras utilizou-se um Condutivímetro de bancada (Digimed DM 31[®]) e um pHmetro de bancada (Digimed DM 20[®]).
- 2) Coletou-se amostras de substrato, de cada vaso, envolvendo todo o perfil do mesmo, etiquetando-se e levando-se para o laboratório, onde nos quatro dias

seguintes foram realizadas leituras de pH em água (1:2,5), segundo metodologia de Tedesco et al. (1995) e de TTSS (expresso em g.L^{-1}), segundo metodologia de Röber & Schaller (1985).

Os resultados foram comparados através da análise de variância, regressão e correlação linear.

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A leitura de pH e CE, pelo método PouThru, mostrou resultados semelhantes para os três porta-enxertos avaliados indicando que o mesmo possa ser empregado independentemente do porta-enxerto em cultivo.

Na Figura 7.1 observa-se a relação entre o pH mensurado pelo teste PourThru e o método de laboratório. A análise de correlação entre os dois métodos mostrou-se altamente significativa ($r=0,98$ e Probabilidade $>t = <0,0001$), indicando uma relação linear positiva.

A partir dessas informações pode-se constatar que o teste tem alta eficiência em detectar mudanças de pH no meio de cultivo, podendo ser facilmente utilizado por viveiristas, visto que hoje já é possível encontrar potenciômetros de bolso, de custo relativamente baixo e com alta eficiência. Em trabalhos para monitorar o pH de substratos em recipientes, comparando-se diferentes métodos, dentre eles o de PourThru, foi alta a correlação entre os mesmos, indicando que a sua execução é simples e configura-se em um adequado indicador do status químico na fase líquida de substratos em recipientes (Wright et al., 1990; Handreck, 1994; Cabrera, 1998; Huang et al., 2000).

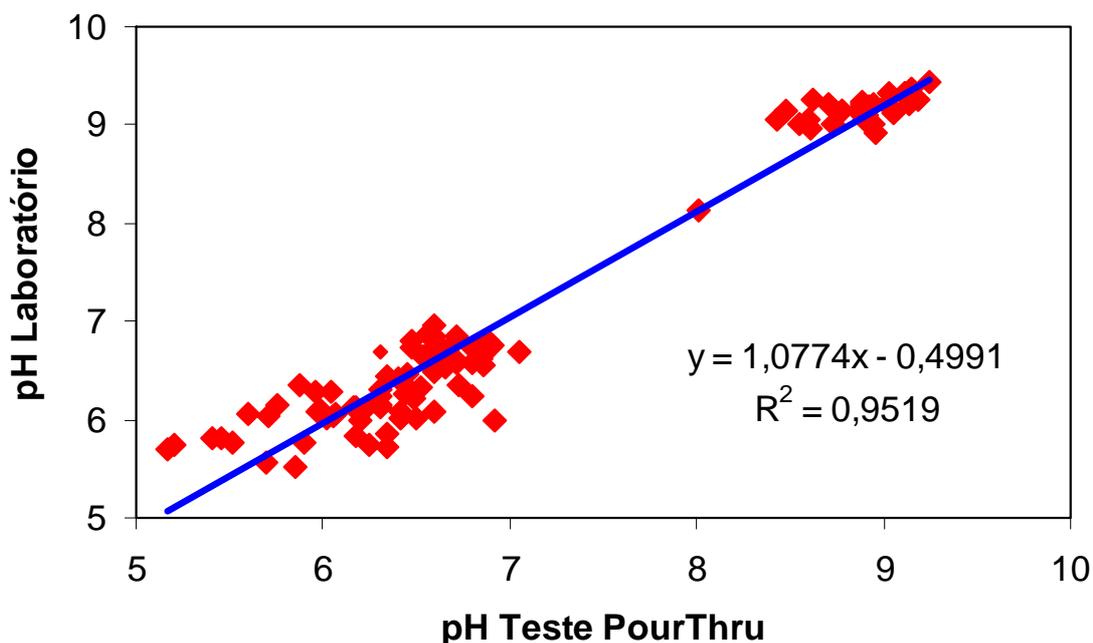


FIGURA 7.1 - Relação entre o pH mensurado no teste PourThru e o pH mensurado no teste em laboratório. Porto Alegre, 2004.

Na Figura 7.2 percebe-se a inexistência de efeito significativo do tempo de leitura sobre o pH da solução, indicando que esta leitura pode ser feita, sem perda de precisão, em até 72 horas após a coleta da amostra. Nesta leitura foram somente repetidas as amostras que não receberam adubação para provocar mudanças nas duas características químicas, podendo-se observar que o pH variou de aproximadamente 5,9 até 6,9.

Não existem recomendações específicas para o pH em cultivo de mudas cítricas em vaso e com substrato livre de solo, como é o caso de plantas ornamentais, que conforme a espécie pode variar de 4,4 até 6,8 (Cavins et al., 2000), mas, em geral, assume-se uma faixa de 5,5 a 6,0 (Rodrigues, 2002). Outro fator importante do manejo do pH em substratos é a disponibilidade de nutrientes, pois conforme a composição de cada substrato o pH pode interferir na melhor faixa de liberação de nutrientes

(Rodrigues, 2002). Kämpf (2000) salienta que em substratos com predominância de matéria orgânica, a faixa de pH recomendada é de 5,0 a 5,8.

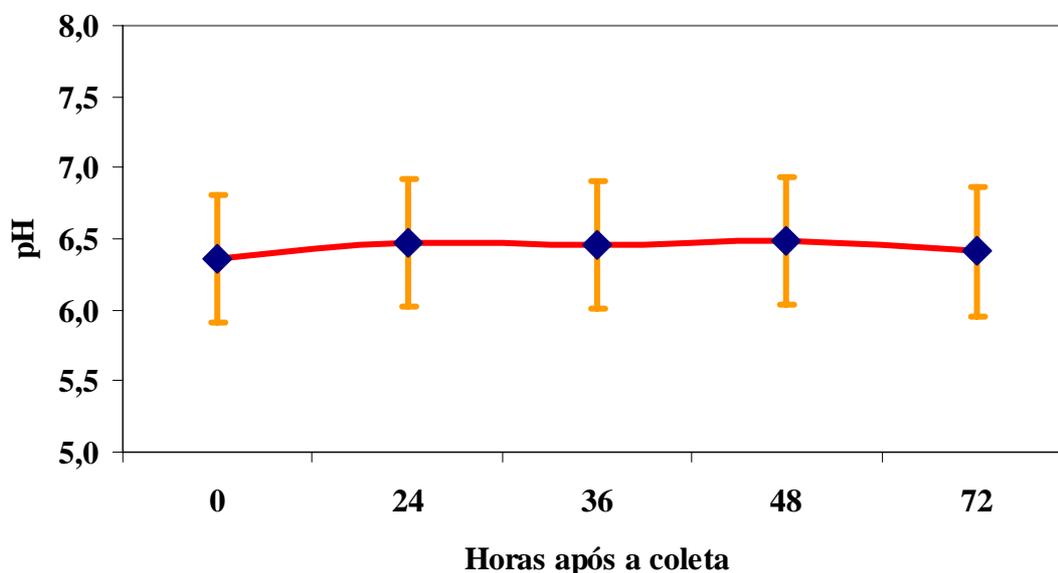


FIGURA 7.2 - Leitura de pH ao longo do tempo no lixiviado do teste PourThru. Porto Alegre, 2004.

Mudanças de pH ao longo do cultivo são freqüentes e, geralmente, são causadas pela decomposição do material de origem, a alcalinidade da água de irrigação, pelos fertilizantes e também pela espécie que está sendo cultivada. No caso específico do cultivo apresentado acima, medidas devem ser adotadas para diminuir o pH a faixas adequadas (5,5 - 6,0), como a aplicação de um ácido na água de irrigação até esta atingir pH 5,1 e usar fertilizantes ácidos (Cavins et al., 2000).

A relação entre a condutividade elétrica mensurada pelo teste PourThru e o TTSS mensurado em laboratório pode ser visualizada na Figura 7.3. Para os níveis de salinidade no substrato, a análise de correlação também foi altamente significativa ($r=0,97$ e Probabilidade $> t = <0,0001$), indicando uma relação linear positiva.

O TTSS mensurado no laboratório leva em consideração a CE do mesmo, um fator de correção e a densidade do substrato, por isso a razão entre os dois métodos não

é direta, enquanto para o pH a razão entre os dois métodos é de 0,997, ou seja, quase a mesma proporção, a da CE com TTSS é de 1,80 (desvio padrão = 0,61), indicando que a condutividade elétrica mensurada pelo teste PourThru é quase 2 vezes maior que o TTSS. Resultados similares já foram descritos por Wright et al., (1990) e Huang et al., (2000), indicando que a relação entre os testes aplicados é aceitável, já Cavins (2000) apresenta uma tabela comparativa entre o teste PouThru e outros três métodos.

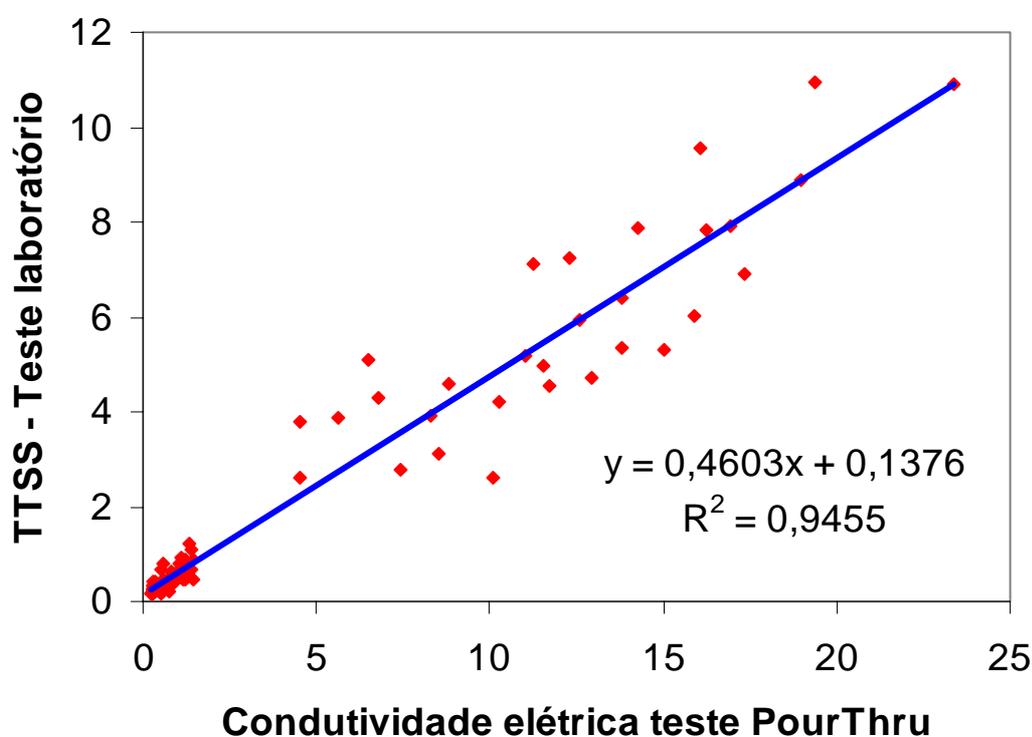


FIGURA 7.3 - Relação entre a condutividade elétrica (mS/cm) mensurada no teste PourThru e o TTSS (g.L^{-1}) mensurado no teste em laboratório. Porto Alegre, 2004.

O método PourThru descreve níveis de salinidade, com base na leitura de condutividade elétrica (mS/cm), que vão de muito baixo (0 - 1,0), baixo (1,0 - 2,6), normal (2,6 - 4,6), alto (4,6 - 6,5) muito alto (6,6 - 7,8) e de valores extremos ($>7,8$), em que a maioria das plantas pode sofrer injúrias. O teste ainda dá uma indicação comparativa com os outros métodos de laboratório (relação de substrato:água de 1:5 e

1:2), nesse caso, os níveis normais do teste PourThru (2,6-4,6) equivalem a 0,36 - 0,65 no teste de 1:5 e 0,76 - 1,25 no teste de 1:2. A relação média encontrada nesse experimento foi de 1,80, com valores mínimos de 0,76 e máximos de 3,88.

O teste ainda recomenda que a leitura seja realizada logo após a coleta, pois mudanças na condutividade elétrica são comuns. Nesse experimento foram realizadas leituras desde a coleta das amostras até 72 horas após não tendo sido detectadas diferenças significativas entre elas (Figura 7.4), indicando que, desde que as amostras fiquem armazenadas em recipientes fechados, sua leitura pode ser efetuada em até 72 horas.

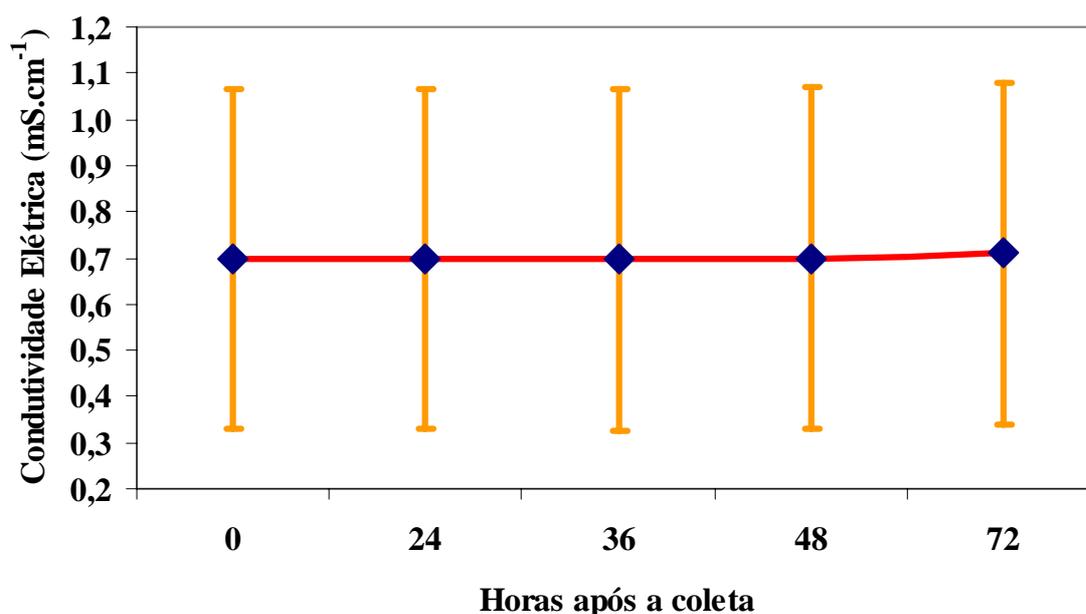


FIGURA 7.4 - Leitura da condutividade elétrica ao longo do tempo no lixiviado do teste PourThru. Porto Alegre, 2004.

Em valores absolutos, a Figura 7.4 demonstra que a condutividade elétrica, nos vasos que não receberam adubação, foi, em média, de 0,7 mS/cm (desvio padrão de 0,369 mS/cm). Estes valores se enquadram na categoria considerada muito baixa, indicando que os níveis nutricionais podem não ser suficientes para sustentar um rápido crescimento. Em contrapartida, na Figura 7.3, observa-se que ocorreram valores altos,

muito acima dos valores extremos de 7,8 mS/cm a partir do qual já podiam ser notadas injúrias às plantas, como queda de folhas e danos ao sistema radicular.

Sistemas de manejo, que utilizam a condutividade elétrica como base já são propostos para outras culturas (Ruter, 1992; Bilderback, et al., 1999). A tomada de decisão seria levada com base nos valores de CE, em que para valores muito baixos a medida a ser implementada é a de aumentar as doses de fertilizantes e/ou a sua frequência de aplicação, bem como o controle da irrigação a fim de evitar perdas de água e com isso perda de nutrientes. Para valores muito altos de CE, as medidas seriam as inversas, ou seja, diminuir as doses e/ou frequência de adubação e aumentar a irrigação para promover uma lixiviação dos conteúdos de sais (Bilderback, et al., 1999; Cavins, 2000).

7.4 CONCLUSÕES

O teste PourThru mostra-se apropriado no monitoramento de pH e da condutividade elétrica ao longo do cultivo de plantas cítricas em recipientes com substrato livre de solo;

A leitura da condutividade elétrica e pH pode ser realizada em até 72 horas após a coleta das amostras.

CAPITULO VIII

CONCLUSÕES

É possível produzir porta-enxertos, na fase de sementeira, com bom tamanho e desenvolvimento radicular, com 120 dias da sementeira, no verão;

O conhecimento e correto manejo das características físico-químicas do substrato são essenciais para a produção de mudas de qualidade;

A salinidade elevada do substrato, principalmente no cultivo na fase de viveiro, é prejudicial ao desenvolvimento dos porta-enxertos;

Tubetes de 120 cm³ proporcionam um bom desenvolvimento de porta-enxertos, sendo indicados para a produção destes em ambiente protegido;

O sistema de irrigação por capilaridade é eficiente para a produção de porta-enxertos cultivados em tubetes;

As mudas retiradas por ocasião do desbaste, podem ser aproveitadas e repicadas, sem perdas no desenvolvimento vegetativo;

A compactação do substrato (densidade de empacotamento) afeta toda a dinâmica de água no substrato e também a morfologia do sistema radicular de porta-enxertos cítricos;

Pela diminuição do tamanho de poros, a água remanescente é a característica física que mais se modifica ao longo do cultivo;

Para o monitoramento de pH e condutividade elétrica ao longo do cultivo de plantas cítricas em vasos, pode-se eficientemente utilizar o teste PourThru, fazendo-se as leituras até 72 horas após a coleta;

A absorção nutricional de cada porta-enxerto é diferenciada, portanto, a adubação e os níveis nutricionais do substrato devem ser planejados segundo a cultivar em cultivo;

Os porta-enxertos 'C13' e 'C37' apresentaram bom vigor vegetativo, sendo indicados para acelerar o desenvolvimento da muda e como alternativa à diversificação de porta-enxertos nas nossas condições.

CAPITULO IX

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho, além dos resultados, discussões e conclusões abordadas em cada experimento, observou-se outros fatores ou dúvidas que podem servir de fonte de inspiração e subsídios para novos trabalhos, ajudando a definir e/ou elucidar aspectos da propagação de plantas cítricas. Essas observações são comentadas a seguir.

A preocupação com o substrato deve ser constante, mesmo que ele seja comercial, pois pode haver uma grande variação de suas características físicas e químicas em cada lote vendido. As empresas que comercializam esse produto deveriam ter um controle mais eficiente de seus materiais, realizando testes mais constantes para certificar as suas características e colocar um material mais padronizado no mercado.

A adubação de base no substrato deve ser precisa e, em geral, por demanda do viveirista ou por um mercado conservador, tem altos índices. Essa concepção deve ser revista, visto que o manejo de um substrato com níveis nutricionais baixos é facilitado no viveiro. As indústrias deveriam rever o conceito de ter uma adubação de ‘arranque’ tão elevada. Também um erro neste tipo de adubação, normalmente para mais, pode prejudicar significativamente o desenvolvimento das plantas no viveiro.

As características biológicas do substrato também devem ser avaliadas. Constatou-se em alguns cultivos formação de algas na parte superior do substrato, o que

pode afetar o desenvolvimento das plantas. Com isso, existe a possibilidade deste substrato conter organismos patogênicos;

Apesar da legislação não permitir, constata-se a presença de plantas invasoras nos vasos de cultivo, provavelmente oriundas do substrato. Técnicas devem ser desenvolvidas para que ocorra um maior controle da presença destas invasoras no substrato;

Nas condições do Rio Grande do Sul, com temperaturas baixas no inverno e altas no verão a casa de vegetação não é eficiente em minimizar os seus efeitos, muitas vezes propiciando temperaturas iguais ou menores/maiores que as externas. As temperaturas baixas do inverno geralmente paralisam o crescimento das plantas no viveiro, principalmente, o Trifoliata e suas combinações copa, não propiciando um desenvolvimento nessa época. Alternativas para isso seriam a utilização de porta-enxertos que não entrassem em dormência e um controle maior das temperaturas.

A utilização de irrigação por micro-aspersão não se faz mais necessário, visto que a irrigação por capilaridade é eficiente e proporciona melhores resultados. A partir disso, novas demandas de pesquisa podem acelerar ainda mais o desenvolvimento das mudas, como o uso de solução nutritiva contínua, via água de irrigação. Também deve-se fazer pesquisas para estabelecer a frequência de irrigação e se o diferencial no desenvolvimento da muda na sementeira perdura até o ponto de enxertia.

O cultivo de porta-enxertos por repicagem com raiz nua pode favorecer o desenvolvimento de novas técnicas de propagação, visto que este método não diferencia da sementeira direta. Como é o exemplo de plantas ornamentais que se utiliza leitos aquecidos para a germinação ou enraizamento de estacas, no nosso caso, por ter-se invernos mais rigorosos, poder-se-ia acelerar a germinação e o desenvolvimento inicial

de porta-enxertos utilizando essa técnica, com a utilização de semeadura de alta densidade no inverno e logo no final deste e/ou início da primavera, repicar para tubetes aproveitando ao máximo as boas temperaturas deste período.

CAPITULO X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. Brasília. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Embrapa Informática Agropecuária, Centro Pesquisa Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura. 2002-2004. Contém informações sobre meteorologia. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/index.php>. Acesso em: 06 nov. 2004.

BACKES, M. A. **Composto de lixo urbano como substrato para plantas ornamentais**. 1989. 78 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

BAILEY, D. A.; FONTENO, W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Caroline State University, 2004a. Disponível em <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf>>. Acesso em 09 nov. 2004.

BAILEY, D. A.; NELSON, P. V.; FONTENO, W. C. **Substrate pH and water quality**. Raleigh: North Caroline State University, 2004b. Disponível em <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>>. Acesso em 09 nov. 2004.

BASSO, C.; MIELNICZUK, J.; BOHNEN, H. Influência da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranjas Valência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 17-21, 1983.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A. N. Utilização de casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1265-1271, 1994.

BENGOUGH, A. G.; MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 41, p. 341-358, 1990.

BILDERBACK, T. E.; WARREN, S. L.; DANIELS, J. H. Managing irrigation by electrical conductivity. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 481, p. 403-408, 1999.

BORDAS, J. M. C.; BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Características físicas e químicas de substratos comerciais. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6., 1988, RS. **Anais...** Nova Prata, 1988. p. 428-435.

BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, Dordrecht, n. 38, p.1957-1965, 1973.

BURÉS, S. et al. Computer simulation to understand physical properties of substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 401, p. 35-39, 1995.

CABRERA, R. I. Monitoring chemical properties of container growing media with small soil solution samplers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, vol. 75, p. 113-119, 1998.

CARVALHO, S. A. de; LARANJEIRA, F. F. Protótipo de viveiro de mudas certificadas e borbulheiras sob telado à prova de afídeos do centro de citricultura - IAC. **Laranja**, Corderópolis, v. 15, n. 2, p. 213-220, 1994.

CARVALHO, S. A. de; SOUZA, M. de. Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro 'Cravo' e da tangerineira 'Cleópatra' em bandejas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 815-822, 1996.

CATTIVELLO, C. Physical properties in commercial substrates and their relationships. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 294, p. 207-214, 1991.

CAVINS, T. J. et al. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. **Horticulture Information Leaflet 590, New 7/2000**. Raleigh: North Caroline State University, 2000. 17 p.

CHAPMAN, H. D. The mineral nutrition of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (eds). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1968. v. 2, p. 127-289.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul, 2000. 223p.

CONOVER, C. A. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, v. 4, n. 4, p.1-4, 1967.

CUNHA, R. L. et al. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol. 26, n. 1, p. 7-12, 2002.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Crop Production Science in Horticulture 2: Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta horticulturae**, Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.

DECARLOS NETO, A. et al. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 199-203, 2002.

DORNELLES, C. M. M. et al. **Porta-enxerto para citros**. Taquari: Fepagro, [199-]. (1 f. dobrada em 2 partes).

DORNELLES, C. M. M. Citricultura do Rio Grande do Sul. In: RODRIGUES, O. et al. **Citricultura Brasileira**, Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 38-41.

DRZAL, M. S.; CASSEL, D. K.; FONTENO, W. C. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 481, v. 1, p. 43-53, 1999.

EMBLETON, T. W. et al. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. In REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (eds). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1973. v. 3, p. 183-210.

FAO. **Produção mundial de frutas cítricas**, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 09 ago. 2003.

FEITOSA FILHO, J. C.; ZANINI, J. R. Injeção de fertilizantes em sistemas de irrigação. In: ZANINI, J. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; FEITOSA FILHO, J. C. **Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia**. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 27-51.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substrato para plantas**. 2003. 89 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FONTENO, W. C. Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates. *Substrates in Horticulture*. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 342, p. 197-204, 1993.

GALLO, J. R.; MOREIRA, S.; RODRIGUEZ, O. et al. Influência da variedade e do porta-enxerto na composição mineral das folhas de citros. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 20, p. 307-318, 1960.

GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos à base de turfas sob o uso de condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada**. 1997. 107 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

GIRARDI, E. A. et al. Growth of citrus nursery trees related to the container volume. In: International Congress of Citrus nurserymen, 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings**. Ribeirão Preto, 2001. v. 6, p. 316-319.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n.2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. (ed). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-206.

GRUDA, N.; SCHNITZLER, W. H. Suitability of wood fiber substrate for production of vegetable transplants I. Physical properties of wood fiber substrates. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 100, p. 309-322, 2004.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. 2001. 107 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

HANDRECK, K. A. Pour-through extract of potting media: anomalous results for pH. **Communications In Soil Science And Plant Analysis**, New York, US, vol. 25, n. 11, p. 2081-2088, 1994.

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1999. 448 p.

HOFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. **Mitteilungen der VSLUFA**, Heft, v. 6, p. 129-153, 1970.

HUANG, Y. et al. Interpretation of soluble salts and pH of bulk solutions extracted by different methods. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Florida, n. 113, p. 154-157, 2000.

JOÃO, P. L. (Coord.) **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2004. 89 p.

JOÃO, P. L. **Procedimientos y problemática para la implantación de um programa de certificación de cítricos en el Estado de Rio Grande do Sul - Brasil**. Valência-Espanha: Universidade Politécnica de Valência - Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1999. 97 p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**, Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KÄMPF, A. N.; HAMMER, P. A.; KIRK, T. Impedância mecânica em substratos hortícolas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 2157-2161, 1999.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rigel, 1994. 446 p.

LIMA, J. E. O. de. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Corderópolis, v. 7, n. 2, p. 463-468, 1986.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 1989. 153 p.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S. Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de mudas de couve-flor. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 191-196, 1998.

MILKS, R. R.; FONTENO, W. C.; LARSON, R. A. Hydrology of horticultural substrates: II. Predicting physical properties of media in containers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 1, p. 53-56, 1989.

MORAES, L. A. H. et al. **Cadeia produtiva da laranja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/SCT, 1998. 49 p. (Boletim Técnico FEPAGRO, 5).

NEVES, C. S. V. J. et al., Root distribution of rootstocks for 'Tahiti' lime. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 94-99, 2004.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Mudas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/sistemas/mudas/>. Acesso em: 21 nov. 2004.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; RADMANN, E. B. Quantificação e método para seleção de plantas nucelares de *Poncirus Trifoliata*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1173-1177, 2003.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 75, p. 269-281, 1983.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O. et al. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p.265-280.

PORTO, O. de M. et al. **Recomendações técnicas para a cultura de citros no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/SCT, 1995. 78 p. (Boletim Técnico FEPAGRO, 3).

QUEIROZ, J. A.; MELÉM JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.

REZENDE, L. P. et al. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro "cravo" em vasos. I. Efeitos no crescimento vegetativo. **Laranja**, Corderópolis, v. 16, n. 2, p. 155-164, 1995.

RIO GRANDE DO SUL – Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Normas e padrões de produção de mudas de fruteiras para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 2004.

RÖBER, R.; SCHALLER, K. **Pflanzenernährung im Gartenbau**. Stuttgart: Ulmer, 1985. 352 p.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Funep, 2002. 762 p. il.

ROUSE, R. E.; SHERROD, J. B. Optimum temperature for citrus seed germination. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Florida, n. 109, p. 132-135, 1996.

RUTER, J. M. Leachate nutrient content and growth of two hollies as influenced by controlled release fertilizers. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 11, 162-166, 1992.

SANTAMARIA, P. et al. Subirrigation vs drip-irrigation: effects on yield and quality of soilless grown cherry tomato. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, Inglaterra, n. 78, v. 3, p. 290-296, 2003.

SANTOS, J. A.; NASCIMENTO, T. B. Efeito do substrato e profundidade de semeadura na emergência e crescimento de plântulas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 258-261, 1999.

SCHÄFER, G. **Caracterização molecular, diagnóstico e avaliação de porta-enxertos na citricultura gaúcha**. 2000. 81 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SCHAFER, G. et al. Efeito de substratos sobre a emergência de plântulas e poliembrionia de porta-enxertos de citros. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 2., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000a. p. 80-82.

SCHAFER, G. et al. Desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de citros cultivados em diversos substratos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 2., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000b. p. 56-57.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 723-733, 2001.

SCHÄFER, G.; DORNELLES, A. L. C. Produção de mudas cítricas no Rio Grande do Sul - Diagnóstico da região produtora. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 587-592, 2000.

SCHMITZ, J. A. K. **Cultivo de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. em recipientes: influência de substratos e de fungos micorrízicos arbusculares**. 1998. 144 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; MORALES, C. F. G. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2004.

SENNA, A. J. T.; JOÃO, P. L. **Estudo sobre a comercialização de frutas cítricas sem sementes nas regiões sul e sudeste**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR; UFRGS-CEPAN, 2004. 56 p.

SIQUEIRA, O. J. F.; SCHERER, E. E; TASSINARI, G.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 100 p.

SOUZA, P. V. D. **Efeito de concentração de etefon e pressões de pulverização foliar no raleio de frutinhas em tangerineiras (Citrus deliciosa Tenore) cv. Montenegrina**. 1990. 139 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

SOUZA, P. V. D. **Optimización de la producción de plantones de cítricos en vivero. Inoculación com micorrizas vesiculares-arbusculares**. 1995. 201 f. Tese (Doutorado) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1995.

SPOMER, L. A. The effect of container soil volume on plant growth. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 4, p. 680-681, 1982.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Rootstocks for 'Tahiti' lime. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 151-155, 2004.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TEÓFILO SOBRINHO, J. Propagação dos Citros. In: RODRIGUES, O; VIÉGAS, F; POMPEU JÚNIOR, J. et al. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p. 281-301.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 221, p. 19-23, 1988.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUMER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 150, p. 467-473, 1981.

VICHIATO, M. et al. Desenvolvimento e nutrição mineral da tangerineira cleópatra fertilizada com superfosfato simples e nitrato de amônio em tubetes até a repicagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 30-41, 1998.

WILTBANK, W. J.; ROUSE, R. E.; KHOI, L. N. Influence of temperature on citrus rootstock seed emergence. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Florida, n. 108, p. 137-139, 1995.

WREGGE, M. S. et al. **Zoneamento agroclimático para a cultura dos citros no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 23 p.

WRIGHT, R. D. The Pour-through nutrient extraction procedure. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 2, p. 227-229, 1986.

WRIGHT, R. D.; GRUEBER, K. L.; LEDA, C. Medium nutrient extraction with the pour-through and saturated medium extract procedures for poinsettia. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 6, p. 658-660, 1990.

ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: Funep, 1998. 35 p.

ZOLNIER, S. Automação de sistemas de cultivo em substrato. In: BARBOSA, J. G. (ed). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 158-189.