



**DISSERTAÇÃO**

**PORTA-ENXERTOS MÚLTIPLOS DE LIMOEIRO**  
**‘CRAVO’ E CITRUMELEIRO ‘SWINGLE’ EM**  
**LARANJEIRA ‘VALÊNCIA’**

**DAVES WILLIAN SETIN**

**Campinas, SP**  
**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**INSTITUTO AGRONÔMICO**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA**  
**TROPICAL E SUBTROPICAL**

**PORTA-ENXERTOS MÚLTIPLOS DE LIMOEIRO**  
**‘CRAVO’ E CITRUMELEIRO ‘SWINGLE’ EM**  
**LARANJEIRA ‘VALÊNCIA’**

**DAVES WILLIAN SETIN**

**Orientador: Sérgio Alves de Carvalho**

Dissertação submetida como requisito  
parcial para a obtenção do grau **Mestre**  
em Agricultura Tropical e Subtropical  
Área de Concentração em Tecnologia da  
Produção Agrícola

Campinas, SP  
Novembro 2007

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agrônomo

Se495p Setin, Daves Willian  
Porta-enxertos múltiplos de limoeiro `cravo´ e citrumeleiro  
`swingle´ em laranjeira `valência´. / Daves Willian Setin. Campinas,  
2007. 62 f.

Orientador: Sérgio Alves de Carvalho  
Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical  
Instituto Agrônomo

1. Citrus 2. Fisiologia vegetal 3. Sub-enxertia - Nutrição I. Sérgio  
Alves de Carvalho II. Campinas. Instituto Agrônomo III. Título

CDD. 634.3



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA  
DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO AGRÔNOMICO  
Pós-Graduação  
Av. Barão de Itapura 1481 Caixa Postal 28  
13001-970 Campinas, SP - Brasil  
(019) 3231-5422 ramal 194  
pgiac@iac.sp.gov.br



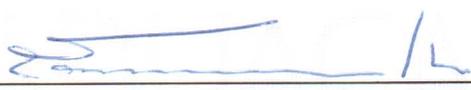
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO**  
**AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL**

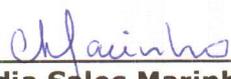
**TÍTULO: Porta-enxertos múltiplos de limoeiro 'Cravo' e citrumeleiro 'Swingle' em laranja 'Valência'**

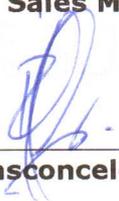
**Aluno(a): Daves Willian Setin**  
**Processo SAA nº. 12130/06**

**Orientador(a): Sérgio Alves de Carvalho**

**Aprovado pela Banca Examinadora:**

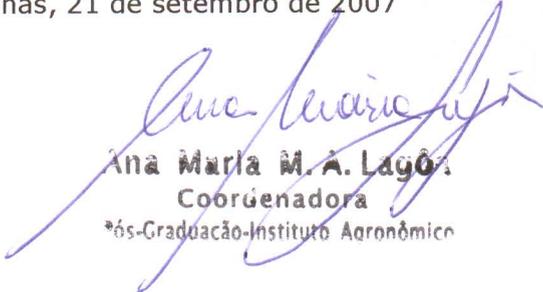
  
\_\_\_\_\_  
**Dr.(a) Sérgio Alves de Carvalho - IAC**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr.(a) Claudia Sales Marinho - UENF**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr.(a) Rafael Vasconcelos Ribeiro - IAC**

Campinas, 21 de setembro de 2007

Visto:

  
**Ana Maria M. A. Lago**  
Coordenadora  
Pós-Graduação-Instituto Agrônomo

A Deus

Minha gratidão.

A meus pais,

Romildo e Elisabete

Por todo amor, compreensão e amizade e  
por não medirem esforços para minha formação  
profissional.

Às minhas irmãs Lílian e Bruna

**DEDICO**

A minha noiva Raquel,  
pelo incentivo, amor e  
companheirismo

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

- Ao Instituto Agronômico – IAC, pela oportunidade de realização deste curso.
- Ao Centro Apta Citros “Sylvio Moreira” – IAC, por todo suporte oferecido.
- Ao orientador – pesquisador e amigo Dr. Sérgio Alves de Carvalho (IAC), pelos quase 6 anos de valiosos ensinamentos, durante minha graduação e pós-graduação.
- Ao pesquisador – professor Dr. Dirceu de Mattos Junior (IAC), pelas sugestões e ensinamentos.
- Ao pesquisador – professor Dr. Rafael Vasconcelos Ribeiro (IAC), pelas sugestões e ensinamentos.
- À pesquisadora Dra. Claudia Sales Marinho, pelas sugestões para a redação final da dissertação.
- Ao pesquisador Dr. Arthur Antonio Ghilardi, pelas sugestões para a redação final da dissertação.
- À pesquisadora Norma de Magalhães Erismann (IAC) e ao colega Ricardo Silverio Machado pela colaboração nas avaliações.
- À Cutrale pela cessão da área e colaboração dos funcionários Ricardo Antonio Violante, Ricardo Cerqueira da Silva e Antonio Henrique Ruiz Prado.
- Aos professores, coordenadores e funcionários da Pós – Graduação – IAC.
- Aos colegas da Pós – Graduação pela amizade.
- Aos meus pais por acreditarem na minha capacidade e pelo apoio financeiro.
- À minha noiva Raquel e Família pelo incentivo nos momentos mais difíceis no decorrer deste curso.

## SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Porta-enxertos para citros.....	3
2.2 Sub-enxertia e sua utilidade frente aos desafios atuais da citricultura.....	6
2.3 Trocas gasosas e potencial da água em plantas cítricas.....	9
2.4 Nutrição mineral de citros.....	11
2.5 Variação espacial na copa das plantas.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Experimento 1.....	16
3.1.1 Produção das mudas.....	17
3.1.1.1 Mudanças de porta-enxertos simples.....	17
3.1.1.2 Mudanças de porta-enxertos duplos.....	17
3.1.1.2.1 Plantas com sub-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ no tronco do porta-enxerto citrameleiro ‘Swingle’.....	17
3.1.1.2.2 Plantas com sub-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ na copa de laranjeira ‘Valência’ formada sobre porta-enxerto citrameleiro ‘Swingle’.....	18
3.1.1.3 Mudanças de porta-enxertos quádruplos.....	18
3.1.2 Instalação do experimento.....	19
3.1.3 Avaliações e Análises Estatísticas.....	20
3.2 Experimento 2.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Experimento 1: Porta-enxertos múltiplos em pomar em formação.....	23
4.1.1 Características biométricas das plantas.....	24
4.1.2 Estado nutricional.....	30
4.1.3 Trocas gasosas e potencial de água nos ramos.....	33
4.2 Experimento 2: Sub-enxertia em pomar em produção.....	43
4.2.1 Características biométricas das plantas.....	43
4.2.2 Estado Nutricional das plantas.....	43
4.2.3 Produção e qualidade de frutos.....	46
5 CONCLUSÕES.....	50
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1:	Características biométricas da laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos (P.E.) simples e múltiplos de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, aos 8 e aos 14 meses após o plantio.....	24
Tabela 2:	Diâmetro de tronco de sub-enxerto e do porta-enxerto, abaixo do ponto de sub-enxertia de laranjeira ‘Valência’ aos 8 e aos 14 meses após plantio.....	28
Tabela 3:	Número e comprimento de ramos da laranjeira ‘Valência’ em diferentes quadrantes e tratamentos avaliados aos 8 e aos 14 meses após plantio.....	29
Tabela 4:	Número de ramos da laranjeira ‘Valência’, nos diferentes tratamentos de sub-enxertia e quadrantes aos 14 meses após o plantio.....	30
Tabela 5:	Teores de macronutrientes nas folhas de laranjeira ‘Valência’ em porta-enxertos simples e múltiplos e nos quadrantes (Norte e Sul). Cordeirópolis, dezembro de 2006.....	31
Tabela 6:	Teores de micronutrientes nas folhas de laranjeira ‘Valência’ em porta-enxertos simples e múltiplos e nos quadrantes (Norte e Sul), Cordeirópolis, dezembro de 2006.....	33
Tabela 7:	Características biométricas de laranjeiras ‘Valência’ sobre limoeiro ‘Cravo’ com 7 anos de idade, sub-enxertadas aos 2,5 anos de idade com citrumeleiro ‘Swingle’, nos lados (Norte e Sul) da planta.....	43
Tabela 8:	Teores de macronutrientes em amostras de folhas coletadas por setores da copa de laranjeira ‘Valência’ nos quadrantes (N e S) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).....	45

Tabela 9:	Teores de micronutrientes em amostras de folhas coletadas por setores da copa de laranjeira ‘Valência’ nos quadrantes (Norte e Sul) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).....	46
Tabela 10:	Produção e número de frutos por setores da copa de laranjeira ‘Valência’ determinados pelos quadrantes (N e S) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).....	47
Tabela 11:	Qualidade dos frutos dos setores da copa de laranjeira ‘Valência’ determinados pelos quadrantes (Norte e Sul) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Representação esquemática dos tipos de enxertia e sub-enxertia. A) Porta-enxerto simples de limoeiro ‘Cravo’; B) Porta-enxerto simples de citrumeleiro ‘Swingle’; C) Porta-enxerto duplo: sub-enxertia por garfagem de ‘Cravo’ no porta-enxerto de ‘Swingle’; D) Porta-enxerto duplo: sub-enxertia por garfagem de ‘Cravo’ diretamente na copa; E) Porta-enxerto quádruplo: sub-garfagem de ‘Cravo’ no ‘Swingle’ e sub-garfagem de ‘Swingle’ sub-enxertado com ‘Cravo’ na copa de laranja ‘Valência’..... 19
- Figura 2: Orientação das mudas no plantio do experimento: A) mudas de porta-enxertos simples ‘Cravo’ ou ‘Swingle’; B) mudas de porta-enxertos duplos com ‘Cravo’ na face sul e ‘Swingle’ na face norte; C) mudas de porta-enxertos quádruplos com ‘Cravo’ ao sul e ‘Swingle’ ao norte na porção oeste e ‘Cravo’ ao norte e ‘Swingle’ ao sul na porção leste..... 20
- Figura 3: Extrato do balanço hídrico climatológico durante o ano de 2006 em Cordeirópolis (SP), calculado segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), utilizando planilha eletrônica desenvolvida por ROLIM et al. (1998). Valores positivos indicam excedente hídrico e negativos a deficiência hídrica. Capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. O cálculos foram realizados a partir dos dados obtidos em estação meteorológica convencional (CIIAGRO/IAC) localizada a menos de 500 metros do campo experimental..... 26
- Figura 4: Variação decendial do armazenamento de água no solo, durante o ano de 2006 em Cordeirópolis (SP). Capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Os cálculos foram realizados a partir dos dados obtidos em estação meteorológica convencional (CIIAGRO/IAC) localizada a menos de 500 metros do campo experimental, utilizando planilha eletrônica desenvolvida por ROLIM et al. (1998)..... 27
- Figura 5: Representação esquemática dos sub-enxertos (cinza) e porta-enxertos (branco) avaliados para diâmetro de tronco abaixo do ponto de sub-enxertia: 1) Sub-enxerto do duplo no porta-enxerto; 2) Sub-enxerto do duplo na copa; 3) Sub-enxerto do sub-enxerto do quádruplo; 4) Sub-enxerto da copa do quádruplo; 5) Sub-enxerto do quádruplo; 6) Swingle do duplo no porta-enxerto; 7) Swingle do Sub-enxerto do quádruplo; 8) Swingle do quádruplo..... 28

Figura 6:	Potencial de água nos ramos localizados do lado norte e sul da copa da laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e duplos, no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e da tarde (13:00 – 14:30 h), do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.....	35
Figura 7:	Condutância estomática no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos quadrantes norte e sul da copa de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e duplos, do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.....	37
Figura 8:	Assimilação de CO <sub>2</sub> no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos quadrantes norte e sul da copa de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e duplos, do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.....	40
Figura 9:	Diferença de pressão de vapor entre folha e ar (DPV folha – ar) nos períodos da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos dias das avaliações de trocas gasosas e potencial de água nos ramos. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições.....	41
Figura 10:	Transpiração no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos quadrantes norte e sul da copa de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e duplos, do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.....	41

SETIN, Daves Willian. **Porta-enxertos múltiplos de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’ em laranjeira ‘Valência’**. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Pós-Graduação – IAC.

## RESUMO

A morte súbita dos citros afeta laranjeiras doces sobre limoeiro ‘Cravo’ no norte do Estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. A sub-enxertia com porta-enxertos tolerantes como o citrumeleiro ‘Swingle’, é atualmente a única solução para o controle da MSC em pomares já instalados sobre porta-enxertos suscetíveis como o ‘Cravo’. O emprego de mudas sub-enxertadas em novos pomares pode ser uma estratégia interessante onde a doença ainda não se instalou, eliminando a necessidade de irrigação, necessária quando se utiliza o citrumeleiro ‘Swingle’. Espera-se que estas plantas em formação não sejam influenciadas quanto ao crescimento, trocas gasosas e estado nutricional nas diferentes seções da copa, e em plantas adultas, que a produção e qualidade dos frutos nos diferentes quadrantes não sejam afetadas pela inserção de um sub-enxerto nem pela posição deste na copa. O presente trabalho foi dividido em 2 experimentos, visando o primeiro avaliar plantas jovens de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e múltiplos de ‘Cravo’ e ‘Swingle’ e o segundo, plantas em fase de produção de ‘Valência’ sobre ‘Cravo’, sub-enxertada com ‘Swingle’. O primeiro experimento foi instalado em Cordeirópolis, S.P. em outubro de 2005 em espaçamento 7 x 4, utilizando delineamento experimental de blocos casualizados em 4 repetições. Foram avaliados cinco tratamentos: compostos de plantas de porta-enxertos simples de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, plantas de ‘Swingle’ com porta-enxerto duplo (com sub-enxertia de ‘Cravo’ no ‘Swingle’ ou diretamente na copa) e plantas com porta-enxerto quádruplo (dois porta-enxertos duplos). Avaliou-se aos 8 e 14 meses após o plantio, o diâmetro do caule dos porta-enxertos e da copa, número e comprimento dos ramos nos diferentes quadrantes (L, O, N e S), diâmetro, altura e volume de copa. Ainda, aos 14 meses foi avaliado o teor de macronutrientes e micronutrientes em folhas nos quadrantes norte e sul. Avaliações das trocas gasosas e potencial da água em ramos foram realizadas aos 9, 11, 13 e 14 meses após o plantio, abrangendo duas avaliações no período sem chuva (julho e setembro) e duas no período chuvoso (novembro e dezembro). O segundo experimento foi desenvolvido em pomar de laranjeira ‘Valência’

sobre 'Cravo' sub-enxertada com 'Swingle' a um ano e meio após plantio e avaliada aos 7 anos de idade, na fazenda Novo Mundo em Comendador Gomes, M.G. Em outubro de 2006 avaliou-se 10 plantas cuja sub-enxertia com 'Swingle' havia sido realizada do lado norte e 10 do lado sul das plantas, determinando-se produção (kg), número e qualidade de frutos produzidos em cada quadrante (N e S), diâmetro de caule do porta-enxerto, do sub-enxerto e da copa, altura e diâmetro da copa. No pomar em formação, as plantas de 'Valência' sobre porta-enxertos múltiplos cresceram mais, mantiveram-se com maior potencial de água nos ramos e transpiraram mais no mês de julho em relação às plantas sobre porta-enxertos simples, tiveram ainda, maior condutância estomática que simples 'Swingle', concentraram maiores teores de P, S e Fe que as sobre porta-enxertos simples de 'Cravo' e mais Cu, Zn e K que sobre 'Swingle'. Em plantas adultas, não houve efeito da posição de inserção do sub-enxerto de 'Swingle' (norte ou sul) no crescimento das plantas de 'Valência' sobre 'Cravo'. Os valores de massa, diâmetro e Ratio foram maiores nos frutos colhidos do lado do sub-enxerto de citrumeleiro 'Swingle'.

**Palavras-chave:** citros, sub-enxertia, quadrantes, desenvolvimento, nutrição e fisiologia.

SETIN, Daves Willian. **Multiple rootstocks ‘Rangpur Lime’ and ‘Swingle’ citrumelo for ‘Valência’ sweet orange trees.** 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Pós – Graduação – IAC.

## ABSTRACT

Inarching citrus trees with tolerant rootstocks as the ‘Swingle’ citrumelo (SW) is, nowadays, the only solution for controlling the Citrus Sudden Death (CSD) in orchards established on susceptible rootstocks, as the ‘Rangpur lime’ (RL). Therefore, the use of inarched-nursery-trees before planting new orchards can be an interesting strategy in areas where the disease has not occurred yet, and what might also contribute to reduce the need for field irrigation. This research was carried out with the objectives to: 1) compare development of non-bearing trees of ‘Valencia’ sweet orange on single and multiple rootstocks of RL and SW and 2) evaluate bearing trees of ‘Valencia’ on RL inarched with SW in the north and south side of tree’s trunk. The experiment related to objective (1) was conducted in Cordeirópolis, SP, with trees planted at 7,0 m x 4,0 m in November 2005, where we evaluated ‘Valencia’ trees grafted on: single rootstocks of RL (i) and SW (ii), double rootstocks by inarching RL on the trunk of SW (iii), double rootstocks by inarching RL on the canopy trunk (iv) and quadruple (two double rootstocks) (v). The experiment was set up in a randomized complete block design with four replicates. Rootstock and canopy trunk diameters, tree height, canopy diameter and volume were evaluated 8 and 14 months after tree planting. Leaf gas exchange and water potential in the south and north sides of the ‘Valencia’ canopy were also evaluated 9, 11, 13 and 14 months after. Leaf samples from both sides of tree’s canopy were collected for nutrient concentration analysis 14 months after. The second experiment (objective 2) was conducted in a 7-year-old commercial grove of ‘Valencia’ sweet orange grafted on RL in Comendador Gomes, MG, in October 2006. and which were inarched in the second year of tree planting with SW. Ten plants inarched with SW on the north side of the canopy and other ten inarched on the south side were evaluated for trunk diameter of rootstock, inarch and canopy, as well fruit yield, number of fruits, canopy height and diameter and quality of the fruits for each side (north and south) of the plant. Results demonstrated that leaf gas exchange and water potential was higher for the non-bearing trees of ‘Valencia’ formed on multiple rootstocks plants 9

months after planting, which also presented better growth and higher concentrations of P, S and Fe in the leaves compared to those on RL rootstock or higher concentrations of Cu, Zn and K than those on SW. For the 7-year-old trees of 'Valência' on RL, plant growth was not influenced by the side of the plant (north and south) in which SW was inarched on the tree. Fruit mass, fruit width and juice ratio were greater for those harvested from the SW inarched side trees. Inarching of RL on Valencia sweet orange grafted on SW broke down the differences on shoot growth around tree canopy, characterized by a lower number of branches on the east side of trees, which the SW was used as a single rootstock. On the other hand, the association of two or more rootstocks did not change the quadrant effect on leaf concentration of K and Mg, which were higher on the south and north sides of the plants grafted on RL and SW single rootstocks.

Key words: *Citrus*, inarching, plant quadrant, development, nutrition, physiology.

## 1 INTRODUÇÃO

A citricultura paulista é composta por 215,3 milhões de laranjeiras, plantadas em 672,8 mil hectares e com produção prevista para a safra agrícola 2006/07 em 352,1 milhões de caixas de 40,8 kg (IEA, 2007). Na safra 2005/06, respondeu por 60% da produção mundial de suco de laranja concentrado congelado (SLCC), e foi responsável por 82 % do total das exportações mundiais desse produto; o setor emprega (direta e indiretamente) mais de 400 mil pessoas, tendo em 2006 gerado divisas de US\$ 1,47 bilhão com a exportação de suco de laranja (NEVES et al, 2007).

A formação de mudas cítricas com garantias de alta qualidade genética e sanitária faz parte das estratégias para manter a competitividade dos pomares paulistas, frente aos problemas da clorose variegada dos citros e patógenos de solo como *Phytophthora* e nematóides (NORMAS, 1998). Atualmente, visando também o controle de vetores de morte súbita dos citros (MSC) e huanglongbing (HLB ou ex-greening) toda a produção de mudas de citros no Estado de São Paulo deve ser feita em ambiente protegido por tela anti-afídicas em recipientes e substratos isentos de patógenos (CENTRO DE DEFESA SANITÁRIA VEGETAL, 2005).

Além do uso de porta-enxertos tolerantes na formação de novos pomares, a sub-enxertia dos porta-enxertos em plantas com MSC tem sido considerada também como uma medida de controle da doença, possibilitando a recuperação de pomares (BASSANEZI et al., 2003).

A Morte Súbita dos Citros é uma nova doença que afeta a citricultura brasileira, tendo recebido este nome pela grande velocidade com que os sintomas avançam dos estágios iniciais da sua ocorrência até a morte da planta (CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA, 2001). Constatada oficialmente em 1999, na região norte do Estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro a doença afeta todas as variedades comerciais de laranjeira doce enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’. A planta perde o brilho das folhas e ocorre declínio rápido, podendo ocorrer morte da planta em quatro a cinco meses (GIMENES-FERNANDES & BASSANEZI, 2001; MÜLLER et al., 2002).

Apesar de ainda não se ter confirmado o agente causal para esta doença, existem as hipóteses da MSC ser causada por uma estirpe mutante do vírus da tristeza ou outro da família Tymoviridae, do gênero Marafivirus, ambos possivelmente transmitidos pelo

pulgão preto dos citros *Toxoptera citricida* (BOVÉ & AYRES, 2007). Estima-se que a MSC já tenha afetado 1,5 milhão de plantas em Minas Gerais e em São Paulo (FUNDECITRUS, 2006).

Estudos realizados em pomar de laranja 'Hamlin' sobre limoeiro 'Cravo' no município de Comendador Gomes (MG), onde a parte mais afetada do pomar foi sub-enxertada com dois porta-enxertos de citrumeleiro 'Swingle' por planta, indicaram que em menos de um ano o quadro se reverteu, e houve queda da porcentagem de plantas com sintomas pela metade na área originalmente mais afetada, enquanto na parte não sub-enxertada a doença atingiu 100 % das plantas (BASSANEZI et al., 2003).

O limoeiro 'Cravo', é o porta-enxerto mais utilizado no Brasil representando cerca de 85 % do total de plantas no país (POMPEU JÚNIOR, 2005). Esta variedade reúne características desejáveis como precocidade de produção, bom desempenho em solos arenosos e argilosos, compatibilidade com a maioria das variedades copa e principalmente maior tolerância à seca, em vista do seu vigor, profundidade efetiva de seu sistema radicular e condutividade hidráulica das raízes.

Considerando as características climáticas das regiões produtoras de citros no norte e noroeste do Estado de São Paulo, a utilização de porta-enxertos resistentes ou tolerantes à MSC, porém intolerantes à seca, implica na necessidade de utilização da irrigação, que é uma técnica recente na nossa citricultura e que demanda controle otimizado de custo e do manejo da água. Por outro lado, a sub-enxertia é uma alternativa para condições em que o limoeiro 'Cravo' é utilizado em novos pomares não irrigados, tendo a vantagem da indução da tolerância da nova combinação à MSC. Porém, com o aumento da idade do pomar este método se torna mais caro e menos eficiente, uma vez que o número de sub-enxertos aumenta com a idade da planta e a recuperação desta, é menor em plantas mais velhas (BASSANEZI et al., 2003).

Em regiões ainda não afetadas com a doença, a implantação de novos pomares com mudas de porta-enxerto duplo, ou seja, com variedades que contemplam as características de tolerância à seca e à MSC, pode ser uma alternativa econômica para o produtor, que teria uma garantia ou "seguro" contra uma eventual ocorrência da doença no futuro. Desta maneira, o citricultor também poderia evitar altos investimentos iniciais com irrigação, que somente seria implantada se houvesse a ocorrência da doença, com morte ou comprometimento funcional do limoeiro 'Cravo'. A sub-enxertia com citrumeleiro 'Swingle' diretamente no tronco da copa de mudas sobre limoeiro 'Cravo' em fase final de formação da muda, foi também uma estratégia adotada visando

o plantio em regiões próximas às áreas com MSC, prevenindo efeitos da doença em casos de contaminação (SETIN, 2005).

Assim como as plantas sub-enxertadas no campo, para as quais não se conhece o desenvolvimento, laranjeiras em mais de um porta-enxerto produzidas desde o viveiro necessitam ser avaliadas em relação às diferentes características agrônômicas, principalmente aquelas relacionadas à tolerância à fatores bióticos e abióticos. Além do desejável efeito aditivo das características de interesse como a resistência à seca e doenças e para os parâmetros de qualidade dos frutos, espera-se que estas plantas em formação sobre porta-enxertos múltiplos, não sejam influenciadas quanto ao crescimento, trocas gasosas, potencial de água no ramo e estado nutricional nas diferentes seções da copa conforme a combinação dos sub-enxertos. Em plantas adultas submetidas à sub-enxertia, para manutenção de uma homogeneidade mínima de tratos culturais é de interesse também que a produção e qualidade dos frutos nos diferentes quadrantes não sejam afetadas pela inserção de um sub-enxerto nem pela posição deste na copa.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o crescimento, estado nutricional, trocas gasosas e potencial de água no ramo em diferentes setores da copa de laranjeira ‘Valência’ enxertadas em porta-enxertos múltiplos e simples de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, em fase de formação; assim como o crescimento, estado nutricional, produção e qualidade de frutos de laranjeira ‘Valência’, sobre porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ sub-enxertada com citrumeleiro ‘Swingle’.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Porta-enxertos para citros**

As características físicas e químicas de um solo são dois fatores a considerar quando da decisão de uso de um determinado porta-enxerto. Como o sistema radicular é a parte da planta que absorve os elementos minerais da solução do solo, é evidente que os porta-enxertos exerçam influência na composição mineral de ramos, folhas e frutos. A quantidade de um nutriente nas folhas é influenciada pela capacidade ou eficiência dos porta-enxertos em relação à absorção e translocação nos vasos condutores da planta (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Estudo visando determinar as conseqüências da presença de dois sistemas radiculares dos porta-enxertos de limoeiro ‘Rugoso’ e do ‘Trifoliata’, indicou que o teor de nutrientes das folhas foi semelhante nas plantas com um ou dois porta-enxertos, mas diferiu com as variedades de porta-enxertos (WUTSCHER, 1973).

Os porta-enxertos têm efeito significativo no desenvolvimento do fruto e a maior parte dessa influência é devida à capacidade de fornecer água para a planta e à absorção de nutrientes (ALBRIGO, 1992). Porta-enxertos mais vigorosos são melhores extratores de umidade do solo e mantêm a planta bem hidratada. Essa é a maior razão pela qual muitos porta-enxertos induzem baixa concentração de sólidos solúveis nos frutos, mas produzem mais sólidos solúveis por planta (STUCHI et al., 1996). CASTLE (1995) em um experimento com laranjeiras ‘Hamlim’ em vários porta-enxertos encontrou grandes diferenças na concentração de sólidos solúveis nos frutos. Estas variações estariam relacionadas ao fato do porta-enxerto influenciar a quantidade de folhas, nas quais se realiza a síntese dos carboidratos translocados aos frutos.

Plantas jovens de pomar de citros em formação (até 5 anos) em diferentes porta-enxertos foram avaliadas em relação à adubação com N, P e K, comparando-se a produção e concentração de nutrientes nas folhas. Observou-se que os teores de N foram afetados pela combinação copa/porta-enxerto testadas (MATTOS JÚNIOR et al., 2006). A variedade ‘Natal’ enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’ respondeu à adubação nitrogenada, com incremento de 22 para 38 t ha<sup>-1</sup> pelo aumento de 400 para 1500 g de N/planta para um período de 5 anos. Isto representou 73 % de aumento de produção que não foi observado para outros porta-enxertos como ‘Cleópatra’ e ‘Cravo’. Outra resposta encontrada foi o teor de N foliar em plantas sobre ‘Swingle’ que variou de 29 a 32 g kg<sup>-1</sup>, sendo a concentração considerada adequada para N de 30 g kg<sup>-1</sup>. Em relação ao K, a combinação ‘Natal’/‘Swingle’ mostrou incremento de produtividade de 22 para 45 t.ha<sup>-1</sup> quando níveis de K variaram de 240 a 1500 g de N.planta<sup>-1</sup>. Já a concentração adequada de K para folhas de laranjeiras sobre ‘Swingle’ foi de 18 g kg<sup>-1</sup>.

Quanto ao crescimento, plantas sobre limoeiro ‘Cravo’ e tangerineira ‘Cleópatra’ aos 5 anos de idade apresentavam volume de copa duas vezes maior que as enxertadas sobre ‘Swingle’ (QUAGGIO et al., 2004). Este menor crescimento de plantas sobre ‘Swingle’, também foi relatado por TEOFILO SOBRINHO et al. (1973), que ressaltaram ser esta uma característica do ‘Trifoliata’ e de alguns de seus híbridos, que depende também da intensidade do déficit hídrico ocorrido.

Sobre a capacidade de absorção e utilização de nutrientes, plantas sobre ‘Cravo’ possuem maior eficiência na absorção de N, P e K e conseqüentemente produzem mais frutos que plantas sobre ‘Cleópatra’ ou ‘Swingle’. Plantas sobre ‘Swingle’ mostraram demanda maior por N e K para alcançar o nível de produção similar ao da ‘Cleópatra’. O porta-enxerto ‘Cleópatra’ apresentou demanda maior de P que ‘Swingle’ e ‘Cravo’ para laranjeiras ‘Natal’ e ‘Valência’ (MATTOS JÚNIOR et al., 2006).

STENZEL et al. (2005) comparando sete porta-enxertos para laranjeira ‘Folha Murcha’ no noroeste do Paraná, verificaram que as plantas sobre ‘Trifoliata’ apresentaram os menores volumes da copa e produção de frutos. A eficiência da produção foi maior nas plantas sobre limoeiro ‘Cravo’ que demonstraram maior crescimento e produção acumulada.

A produção e a qualidade de frutos de ‘Valência de Olinda’ enxertada sobre nove porta-enxertos na Arábia Saudita foi estudada por JALEEL & ZEKRI (2002), sendo as plantas sobre limoeiro ‘Cravo’ mais vigorosas, mais precoces e produtivas que as sobre citrumeleiro ‘Swingle’. Entretanto, os autores verificaram que o conteúdo de suco, a quantidade de sólidos solúveis e a acidez em frutos das plantas sobre este último porta-enxerto foram maiores quando comparado ao ‘Cravo’.

O principal fator a considerar quando da decisão de uso de um porta-enxerto é a tolerância às principais doenças e a resistência à seca. Segundo POMPEU JÚNIOR (2005), em meados de 1940, a citricultura paulista era formada por 12 milhões de plantas, 90 % das quais estavam enxertadas na laranjeira ‘Azeda’. A introdução do vírus da tristeza dos citros em São Paulo, por volta de 1937 e a sua disseminação por borbulhas e pelo pulgão-preto causaram a morte das plantas enxertadas sobre laranjeira Azeda. A partir desse momento, porta-enxertos tolerantes a esta doença, como o limoeiro ‘Cravo’ e a tangerineira ‘Cleópatra’ foram utilizados na reconstrução da citricultura.

A partir da década de 1970, o declínio dos citros provocou maior diversificação de porta-enxertos (RODRIGUEZ et al., 1979). Porém, as excepcionais características do limoeiro ‘Cravo’, compatibilidade com todas as variedades copa, produção precoce, altas produções de frutos de boa qualidade e grande resistência à seca, além da tolerância à tristeza, fizeram com que ele continuasse a predominar nos novos plantios, sendo até o final da década de 90 do século passado, o porta-enxerto de 80 % das plantas cítricas comerciais no Estado de São Paulo (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Com o surgimento da morte súbita dos citros (MSC), além da obrigatoriedade da utilização de tela anti-afídica, a citricultura paulista voltou a diversificar porta-enxertos e a participação do limoeiro ‘Cravo’ passou a ser de 39,8 % das mudas produzidas no ano de 2003. A tangerineira ‘Cleópatra’ no ano de 2003 chegou a 32,6 % das plantas, sendo o segundo porta-enxerto mais utilizado, ficando o citrumeleiro ‘Swingle’ na terceira posição com 13,7 % das mudas. São também utilizadas outras variedades tolerantes como o *Poncirus trifoliata* e a tangerineira ‘Sunki’ (POMPEU JÚNIOR et al, 2004; POMPEU JÚNIOR, 2005).

Originado de um cruzamento entre o pomelo ‘Duncan’ e o ‘Trifoliata’, o citrumeleiro ‘Swingle’ é considerado tolerante à tristeza, à exocorte, à xiloporose (GRANT et al., 1961) e ao declínio (BERETTA et al., 1994). É resistente à gomose de *Phytophthora*, ao nematóide dos citros (O’BANNON & FORD, 1978) e à Morte Súbita dos Citros (GIMENES-FERNANDES & BASSANEZI, 2001).

A utilização do citrumeleiro ‘Swingle’, porta-enxerto menos tolerante à seca, em regiões de maior déficit hídrico como a região onde a MSC ocorre, implicará obrigatoriamente na utilização de irrigação, tecnologia de alto custo e que demanda uma grande quantidade de água.

## **2.2 Sub-enxertia e sua utilidade frente aos desafios atuais da Citricultura**

A sub-enxertia é uma técnica horticultural utilizada para salvar plantas cujo sistema radicular ou tronco foi danificado por roedores, doenças, agentes mecânicos ou químicos. A sub-enxertia com porta-enxertos tolerantes permitiu que abacateiros com podridão de raízes, causada por *Phytophthora cinnamomi* fossem curados e permanecessem sadios e produtivos (ZENTMYER, 1955). O caso mais famoso do uso da sub-enxertia para salvar uma planta é o da primeira laranjeira ‘Bahia’ plantada na Califórnia em 1877, cujo porta-enxerto estava sendo danificado por gomose, essa planta foi sub-enxertada em 1926 e permanece viva desde então (POMPEU JÚNIOR, 2005). A sub-enxertia foi também utilizada como técnica de prevenção à tristeza dos citros, que afetava porta-enxerto de laranjeira ‘Azeda’ em países como Espanha e Israel (SHAKED et al., 1987).

A sub-enxertia vem sendo utilizada na prevenção de morte súbita dos citros em pomares sadios próximos à região de ocorrência desta doença, ou como solução imediata na recuperação de plantas em pomares contaminados (TERSI et al., 2003).

A morte súbita dos citros, assim denominada devido à rapidez com que as plantas afetadas sucumbem (CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA, 2001), é uma doença cujo agente causal, pode ser transmitido pela enxertia de tecidos infectados em plantas sadias (YAMAMOTO et al., 2003; BOVÉ & AYRES, 2007).

As árvores afetadas com MSC inicialmente apresentam folhas verde-pálidas que caem pronunciadamente, morte apical de ramos e, ocasionalmente, desenvolvimento de pequeno número de ramos “ladrões” na copa. No estágio final, ocorre desfolha completa e a árvore morre, permanecendo com alguns frutos presos aos galhos secos. Os sintomas já foram encontrados em plantas com dois anos de idade, porém, são mais frequentes em árvores com mais de seis anos, sendo ainda mais pronunciados na primavera (MÜLLER et al., 2002). Todo o sistema radicular fica comprometido, com morte das radículas e sintoma típico de amarelecimento do floema do porta-enxerto (JESUS JR. et al., 2004).

Avaliando a produção de frutos em plantas atacadas pela MSC, BASSANEZI et al. (2005) verificaram diminuição na massa e número de frutos por planta, apesar do aumento no número de frutos por sacola de colheita. Levantamentos recentes mostram que a doença não tem avançado para novas áreas, ficando restrita ao Triângulo Mineiro e ao norte/nordeste do Estado de São Paulo. Apesar de não ter avançado para novas áreas a doença persiste naquelas regiões, nas quais tem inclusive aumentado dentro dos talhões afetados, passando de 2 milhões de plantas doentes (BOVÉ & AYRES, 2007).

Até o momento, o agente causal da doença não é conhecido (BOVÉ & AYRES, 2007). Acredita-se que a MSC possa ser causada por uma variante da Tristeza dos Citros, pertencente à família Closteroviridae, gênero Closterovirus, pois nota-se semelhança entre as doenças quanto à forma de declínio rápido em laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L) Osbeck] enxertada em laranjeira ‘Azeda’ (*Citrus aurantium* L.). Assim como a tristeza comum, a ação desta nova forma do vírus depende da combinação copa/porta-enxerto e seria disseminado pelo mesmo vetor, o pulgão preto (*Toxoptera citricidus*) (GIMENES-FERNANDES & BASSANEZI, 2001). Uma outra hipótese sobre a etiologia da MSC recai sobre um vírus da família Tymoviridae, do gênero Marafivirus, que foi encontrado, por análise de RT-PCR, numa alta frequência nas plantas afetadas pela doença, sendo este vírus denominado como *Citrus sudden death-associated virus* (CSDaV) (MACCHERONI et al., 2005). Uma terceira hipótese seria que fatores abióticos conjugados, como estresse hídrico, nutrição desbalanceada e

produção excessiva, provocariam a doença em associação com os dois vírus, situação observada no norte do Estado de São Paulo.

Para a realização da sub-enxertia, são plantados de um a quatro novos porta-enxertos ao redor da planta, sendo o ápice do caule de cada porta-enxerto cortado em bisel e introduzido em uma janela aberta sob a casca do tronco, acima do ponto de união copa/porta-enxerto. A amarração é feita com uma fita plástica larga para evitar a penetração de água na ferida e facilitar a conexão dos tecidos. Os novos porta-enxertos rejuvenescem a árvore doente, permitindo o fluxo de seiva na copa, que então emitem ramos vigorosos, retomando a produtividade. (GIRARDI, 2005).

A sub-enxertia com porta-enxertos compatíveis tem mostrado bons resultados e mais de 5 milhões de plantas foram sub-enxertadas desde 2002 (BOVÉ & AYRES, 2007). Sua viabilidade técnica e eficiência são aceitáveis e existem resultados promissores na redução do avanço da doença na planta e nos pomares. A decisão de executar a sub-enxertia cabe ao produtor, que deverá ponderar sobre a viabilidade da prática nas suas condições de clima, solo e disponibilidade de água para irrigação. Os porta-enxertos que têm se mostrado tolerantes à doença, como o citrumeleiro ‘Swingle’, as tangerineiras ‘Sunki’ e ‘Cleópatra’ e o ‘Trifoliata’, são considerados como as melhores opções para a sub-enxertia. Entretanto, são variedades mais sensíveis à deficiência hídrica quando comparadas ao limoeiro ‘Cravo’ (CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA, 2003). Em plantas com sintomas severos de MSC, a eficiência do método é questionável, o que faz com que a sub-enxertia seja pouco recomendável para pomares com número muito alto de plantas severamente atacadas, principalmente quando a copa for de maturação tardia, como ‘Natal’ e ‘Valência’, nas quais o avanço da doença é mais rápido (PEIXOTO et al., 2005). Conforme STUCHI (2004), a sub-enxertia somente é recomendada em pomares novos e em boas condições gerais.

Apesar da eficiência na remissão da MSC em pomares de citros, não existem estudos sobre os efeitos da sub-enxertia ou o uso de plantas com mais de um porta-enxerto sobre aspectos fisiológicos e nutricionais, bem como suas consequências sobre o desenvolvimento e produção de frutos nos diferentes setores da copa. Por outro lado, na fase de formação de muda, pesquisa avaliando recipientes e tipo de enxertia da laranjeira ‘Valência’ indicou que os porta-enxertos duplos ‘Swingle’ e ‘Cravo’, induziram maior crescimento das plantas em relação às enxertadas sobre o ‘Swingle’ isoladamente (SETIN & CARVALHO, 2005).

### 2.3 Trocas gasosas e potencial da água em plantas cítricas

A produtividade de uma comunidade vegetal é o resultado final de uma cadeia de eventos que ocorrem durante o seu desenvolvimento e está relacionada à densidade de plantio, ao crescimento da copa, à eficiência fotossintética, à intensidade de florescimento e fixação dos frutos, massa e número final de frutos maduros colhidos (EL-OTMANI et al., 2000).

Ao redor de 95 % da fitomassa seca de uma planta é constituída por oxigênio, hidrogênio e carbono, sendo este último fixado fotossinteticamente (MEDINA et al., 2005). Assim, o crescimento da planta e a produção de frutos estão relacionados ao carbono assimilado fotossinteticamente, e assim como a partição do mesmo na planta (MEDINA et al. 2005).

Os citros são cultivados preferencialmente sobre porta-enxertos, visto que esse método proporciona vantagens, como adequação ao ambiente, crescimento homogêneo e precocidade de produção. Várias combinações copas/porta-enxertos são possíveis, de forma a possibilitar soluções mais adequadas a diferentes condições ambientais (CASTLE et al., 1989).

Sendo o cultivo de citros no Brasil predominantemente sem irrigação, é desejável que se usem combinações (copa/porta-enxerto) que mostrem tolerância à seca, em vista da ocorrência de déficits hídricos temporários em várias regiões citrícolas (ORTOLANI et al., 1991; RIBEIRO et al., 2006). Para combinações com as mesmas copas, as diferentes variedades de porta-enxertos afetam, distintamente, as relações hídricas e as trocas gasosas (CASTLE et al., 1989; MACHADO et al., 2002). Em condições de campo, plantas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' são consideradas mais tolerantes à seca (POMPEU JUNIOR, 1991; MACHADO et al., 2002).

Diferentes combinações de porta-enxerto e copa afetam a tolerância à seca. Essa pode estar relacionada às características do sistema radicular do porta-enxerto utilizado, como profundidade, arquitetura e condutividade hidráulica das raízes (KRIEDEMANN & BARRS, 1981; SYVERTSEN & GRAHAM, 1985; HALE & ORCUTT, 1987; MACHADO et al., 2002).

Embora a fotossíntese em citros seja menor que em muitas outras espécies  $C_3$ , a eficiência do uso da água é considerada alta quando comparada com plantas herbáceas (MEDINA et al., 1999). Os altos valores de eficiência do uso da água podem ser

justificados pela alta resistência estomática, o que dificulta mais a perda de água do que a entrada de CO<sub>2</sub> no mesofilo foliar (HOARE & BARRS, 1974).

A assimilação de CO<sub>2</sub> em folhas maduras de citros, expostas à luz saturante varia entre 4 a 10 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, podendo atingir, em plantas novas e no período da manhã na face leste da copa, valores ao redor de 12 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> (SYVERTSEN, 1984; MACHADO et al., 1994; SYVERTSEN & LLOYD, 1994; MEDINA & MACHADO, 1998; RIBEIRO, 2006).

Os citros são originados do sub-bosque de florestas de baixa latitude, que apresentam caráter mesofítico. KRIEDEMANN & BARRS (1981) relataram que os cultivares atuais possuem atributos apropriados àquela situação, como: i) o desenvolvimento foliar atinge acima de 25 % do peso fresco da árvore e as folhas constituem a maior reserva de carboidratos, e ii) possuem alta capacidade de transpiração que é seguida por uma baixa condutividade hidráulica do sistema radicular, que, por sua vez, é constituído por raízes suberizadas dotadas de pelos radiculares vestigiais. Conseqüentemente, a transpiração sob alta demanda atmosférica prontamente excede a capacidade de absorção de água. Este déficit no fornecimento de água para a copa implica em redução do potencial da água nas folhas durante o dia.

A menor atividade fotossintética e, por conseguinte o menor suprimento de reservas, ocorre durante o período mais frio e menos úmido do ano – inverno no Estado de São Paulo (MACHADO et al., 2002; RIBEIRO, 2006), quando as plantas diminuem o metabolismo e assim consomem menos reservas (SYVERTSEN & LLOYD, 1994; RIBEIRO, 2006).

O potencial da água nas folhas da laranjeira ‘Valência’ foi de -0,2 a -2,3 MPa (RIBEIRO, 2006). A diminuição de potencial da água nas folhas ocorre no decorrer do dia quando há um aumento da transpiração devido ao aumento do déficit de pressão de vapor do ar.

O potencial da água nas folhas é um dos fatores que afetam o comportamento estomático nos citros e conseqüentemente a fotossíntese (CAMACHO-B et al., 1974). O valor limite de hidratação das folhas para que ocorra o fechamento dos estômatos depende da espécie, da idade da folha e da ocorrência prévia de estresse (MEDINA, 2002). Em geral, quanto mais severa a deficiência hídrica, maior o período necessário para a recuperação da condutância (FERERES et al. 1979).

MEDINA & MACHADO (1998) observaram maior fotossíntese de laranjeira ‘Valência’ enxertada sobre limoeiro ‘Cravo’ do que a enxertada em tangerineira

‘Cleópatra’ ou ‘Trifoliata’. O estudo de relações hídricas e de trocas gasosas em diferentes porta-enxertos desperta muito interesse, pois diferentes combinações de porta-enxertos e copas nos citros apresentam respostas diversas desses processos frente à limitações ambientais (CASTLE et al., 1989; MEDINA & MACHADO, 1998).

## 2.4 Nutrição Mineral de Citros

Nutrientes minerais são elementos obtidos principalmente na forma de íons inorgânicos do solo. Apesar desses nutrientes continuamente serem redistribuídos por todos os organismos, eles entram na biosfera, predominantemente pelo sistema radicular das plantas. Assim, as plantas, de certa forma, agem como mineradoras da crosta terrestre (EPSTEIN, 1999).

MALAVOLTA (1970) considerou que desordens nutricionais das plantas ocorrem em função da disponibilidade e/ou desbalanço dos nutrientes no solo; danos físicos nas raízes que impedem a absorção; ocorrência de pragas e/ou doenças, tanto nas raízes como na parte aérea da planta; umidade excessiva ou falta de água no solo; aeração insuficiente na região de absorção das raízes; temperaturas extremas, altas ou baixas, no solo e na atmosfera; excesso ou falta de insolação e concorrência de outras plantas por nutrientes, água e luz.

O nitrogênio (N) é o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades. Ele serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos (TAIZ & ZEIGER, 2004). O N pode ser absorvido na forma de íons nitrato e amônio. Pode ser absorvido pelas plantas cítricas durante todo o ano, mas a maior taxa de absorção ocorre na primavera e verão. (MALAVOLTA & VIOLANTE NETO, 1989). Os citros armazenam, na biomassa, grande quantidade de N que pode ser redistribuída, principalmente, para órgãos em desenvolvimento como folhas e frutos (MATTOS JUNIOR et al., 2003b). O ajuste da adubação nitrogenada com base na análise foliar é importante, pois praticamente inexistente resposta à adubação nitrogenada em pomares de laranjeiras e tangoreira Murcott com teores foliares acima de 28 g kg<sup>-1</sup> (QUAGGIO et al., 1998a; MATTOS JUNIOR et al., 2004). Os sintomas mais comuns da deficiência de N são: diminuição e, em casos extremos, a paralisação do crescimento vegetativo, redução no número e tamanho de folhas, amarelecimento geral da folhagem, menor produção devido ao menor número e ao tamanho de frutos que amadurecem precocemente, e secamento das

extremidades dos ramos (MALAVOLTA, 1979; QUAGGIO et al., 2005). Pode ocorrer ainda a queda das folhas maduras, que confere às árvores porte reduzido com folhagem esparsa (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

O fósforo (P) é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo açúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolípidios que compõem as membranas vegetais. É também componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e RNA (TAIZ & ZEIGER, 2004). A quantidade de P absorvida pelas plantas cítricas é pequena, quando comparada às de N, potássio (K) e cálcio (Ca). É absorvido pelas raízes das plantas na forma predominante do ânion  $H_2PO_4^-$ .

Os principais sintomas de deficiência de K descritos por RODRIGUEZ (1977) são: tamanho menor das folhas das extremidades dos ramos; a coloração dessas folhas é verde amarelado; com a lâmina ondulada e as pontas encurvadas; os frutos são pequenos, com a casca lisa e fina; é comum o início de maturação anormal dos frutos a partir do pedúnculo, que pode secar, o mesmo podendo ocorrer com os ramos terminais.

O cálcio (Ca) é um nutriente absorvido em grandes quantidades pelos citros, apresentando teores elevados nas folhas. É utilizado na síntese da parede celular, em particular a lamela média. O Ca também é utilizado no fuso mitótico durante a divisão celular. É requerido para o funcionamento normal das membranas vegetais e foi-lhe atribuído o papel de mensageiro secundário em várias respostas da planta, tanto a sinais ambientais como mensageiro secundário, podendo ligar-se à calmodulina, uma proteína encontrada no citosol de células vegetais que regula muitos processos metabólicos (TAIZ & ZEIGER, 2004). A maior proporção do cálcio encontra-se em formas não solúveis em água, uma parte insolúvel está na forma de carbonato, oxalato, sulfato, fosfato, tartarato ou citrato MARSCHNER (1997). MENGEL & KIRBY (2001), relataram que o Ca absorvido pelas raízes é translocado via xilema para as partes superiores das plantas junto com a corrente transpiratória. Portanto a intensidade da transpiração controla, em grande parte a absorção e o transporte do  $Ca^{+2}$ . Sintomas característicos da deficiência de cálcio são: sistema radicular mal formado com poucas radicelas; redução no crescimento das plantas; clorose ao longo da nervura principal, nas margens e nas extremidades das folhas que caem prematuramente, seguindo-se da morte dos ramos do ápice para a base; a produção é reduzida; os frutos ficam pequenos, deformados e quase secos; pode ainda ocorrer uma floração intensa, seguida de uma grande queda de frutos jovens. Na falta de cálcio, o albedo fica quebradiço e no seu eixo

central aparece um vazio (SOUZA, 1979). Sintomas visuais nas folhas são pouco comuns, mas a densidade das folhas na copa é baixa (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Em células vegetais, o magnésio (Mg) tem um papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA. Também é parte da estrutura em anel da molécula de clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2004). O Mg é absorvido pelas raízes das plantas na forma iônica ( $Mg^{+2}$ ) existente na solução do solo. A maior absorção ocorre no verão, diminuindo com a seca e o frio, o que é normal para a maioria dos nutrientes. Ao contrário do cálcio, no entanto, o Mg é móvel no floema e pode ser redistribuído das folhas mais velhas para as folhas mais novas e frutos em desenvolvimento (DECHEN, 1983). Os principais sintomas de deficiência de Mg nos citros descritos por MALAVOLTA & PRATES (1994) são: clorose das nervuras secundárias e, ao lado da nervura principal; em um estágio mais avançado de deficiência, a clorofila remanescente forma um “V” verde e invertido em relação ao pecíolo, sendo este um sintoma característico. Com a redistribuição do nutriente, as folhas ficam cada vez mais amareladas e caem prematuramente. Os frutos são menores, com casca fina e com teores de açúcares, sólidos solúveis, acidez total e vitamina C menores, apresentando uma coloração pálida tanto na casca quanto na polpa, sendo menos resistentes ao transporte.

O enxofre (S) é encontrado em aminoácidos como a cisteína e a metionina e é constituinte de várias coenzimas, além de vitaminas essenciais ao metabolismo. Muitos dos sintomas da deficiência de S são similares aos da deficiência de N, incluindo clorose, redução do crescimento e acúmulo de antocianinas (TAIZ & ZEIGER, 2004). A forma de S absorvida predominantemente da solução do solo pelas raízes é a altamente oxidada – sulfato ( $SO_4^{2-}$ ).

O boro (B) é absorvido como  $H_3BO_3$ , mostrando um transporte unidirecional no xilema e imobilidade no floema dos citros. Foi demonstrado que o boro influencia a atividade dos componentes específicos da membrana celular, aumentando a capacidade da raiz de absorver P, K e cloro (Cl) e a ATPase ativada por KCl mostra uma baixa atividade nas raízes das plantas deficientes em B (MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO, 1989; MARSCHNER, 1997). Os sintomas de carência aparecem primeiramente nos órgãos mais novos e nas regiões de crescimento. A vegetação nova fica sem brilho, rala e com algumas folhas deformadas, às vezes com cortiça nas nervuras; os frutos ficam com muito albedo, apresentando goma perto da pele; a goma pode aparecer também nos lóculos; ocorre queda excessiva de frutos novos e sementes

são abortadas (MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO, 1989). A deficiência causa ainda a morte da gema e perda da dominância apical, de onde crescem brotações novas em forma de tufo oriundas das gemas axilares (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

O cobre é absorvido como  $\text{Cu}^{+2}$  e está presente no xilema como o complexo do tipo [ânion-Cu]<sup>-</sup>, o que lhe confere alta afinidade ao N do grupo amina dos aminoácidos. A função principal do cobre é a de ativador enzimático, mas também desempenha outras funções, como a síntese de proteínas, o metabolismo de carboidratos e a fixação simbiótica do  $\text{N}_2$  (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1997). Segundo MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO (1989), o Cu é considerado um elemento imóvel no floema, sendo assim, os sintomas de deficiência se mostram, em geral, nas folhas mais novas que, usualmente, ficam grandes e verde escuras. Os ramos ficam alongados e ondulados nos estádios iniciais; ocorrem bolhas com goma ao longo de ramos vigorosos na base de cada pecíolo; ocorrem gemas múltiplas ou novos brotos podem se formar nos nós.

O ferro (Fe) tem um importante papel na respiração, fotossíntese e como componente de enzimas envolvidas na transferência de elétrons (reações redox), como citocromos. Nesse papel, ele é reversivelmente oxidado de  $\text{Fe}^{+2}$  a  $\text{Fe}^{+3}$  durante a transferência de elétrons. Da mesma forma que a deficiência de Mn, tais sintomas aparecem inicialmente nas folhas mais jovens porque o Fe não pode ser prontamente mobilizado das folhas mais velhas (TAIZ & ZEIGER, 2004). As funções do Fe são: ativador enzimático, síntese de proteína e síntese da clorofila. A redistribuição do Fe nas plantas adultas é praticamente nula, como consequência, a lâmina foliar amarelece, enquanto as nervuras podem ficar verdes durante algum tempo, destacando-se como um reticulado fino. Em casos severos, as folhas podem ficar totalmente pálidas e com um tamanho reduzido (MARSCHNER, 1997).

O manganês (Mn) é absorvido ativamente pela planta como  $\text{Mn}^{+2}$ . Este íon ativa várias enzimas nas células vegetais. As descarboxilases e desidrogenases envolvidas na fotossíntese (ciclo de Krebs) em particular são especificamente ativadas pelo Mn (TAIZ & ZEIGER, 2004). Segundo MALAVOLTA (1980) e MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO (1989), ocorre uma pequena redistribuição do Mn absorvido, tendo como consequência desta redistribuição insuficiente, a manifestação dos sintomas de deficiência em folhas mais novas. Estas mostram inicialmente um amarelecimento internerval, onde as nervuras e uma estreita faixa do tecido ao longo das mesmas permanecem verdes (reticulado grosso).

O zinco (Zn) é essencial para a síntese do triptofano, que por sua vez, é o precursor do ácido indolil acético que é um dos responsáveis pelo aumento do volume celular. As plantas deficientes em Zn mostram grande diminuição no nível de RNA, o que resulta na diminuição da síntese de proteína e da divisão celular. Além dessas funções o Zn é ativador enzimático importante (MARSCHNER, 1997). A deficiência de Zn é caracterizada pela redução do crescimento internodal, as folhas podem ser também pequenas e retorcidas, com margens de aparência enrugada. Tais sintomas podem resultar da perda da capacidade de produzir quantidades suficientes de ácido indolil acético (TAIZ & ZEIGER, 2004). Segundo MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO (1989) a deficiência de Zn é induzida pelo P quando em altos níveis no meio, os sintomas mais típicos da carência deste elemento ocorrem nos órgãos novos.

## **2.5 Variação espacial na copa das plantas**

Fatores climáticos atuam sobre as plantas determinando o crescimento de ramos e frutificação que influenciam na produtividade (MOREIRA, 1984).

MACHADO et al. (2002) citam que os fluxos de crescimento vegetativo da laranja 'Valência' podem também estar relacionados com a taxa de fotossíntese que ocorre nos diferentes meses do ano. O desenvolvimento dos ramos nos diferentes quadrantes estão sujeitos ainda à diferenças na luminosidade incidente sobre estes (RIBEIRO, 2006). As atividades reprodutivas e vegetativas competem por carboidratos e podem interferir nas brotações das plantas (CASTLE, 1995).

Estudos sobre o posicionamento dos ramos nos diferentes quadrantes de laranjeiras foram realizados por ROCHA et al. (1990), que relatam que conforme a posição do ramo na planta, ocorreram diferentes respostas quanto ao seu desenvolvimento, pela variação entre os níveis de radiação em cada quadrante da copa. Desta forma, dependendo da orientação do pomar, as plantas serão expostas a diferentes regimes de insolação e comportamentos diferenciados em suas fases fenológicas.

Os fluxos de crescimento vegetativo dos ramos de laranja 'Folha Murcha' enxertada sobre limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', tangerineiras 'Sunki' e 'Cleópatra' e laranja 'Pêra' sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em dois municípios do Estado do Paraná, foi avaliado por STENZEL et al. (2005). Neste estudo, a combinação copa/porta-enxerto não influenciou o comprimento dos ramos em

Londrina, mas em Paranavaí a combinação ‘Pêra’ sobre limoeiro ‘Cravo’ produziu ramos maiores que as demais.

Estudo sobre o florescimento e pegamento de frutos foi realizado por ROCHA et al. (1990) com laranjeiras ‘Natal’, ‘Valência’, ‘Pêra’ e ‘Baianinha’, para as quais o número de flores foi maior no quadrante norte. Por outro lado, o número de dias para que 70 % do florescimento fosse atingido foi menor no quadrante sul da copa, sendo relacionado à menor insolação deste quadrante. Apesar destas variações no florescimento, para o pegamento de frutos os autores não observaram diferenças entre os setores da copa. Resultado semelhante para precocidade e divergente para intensidade de florescimento foi constatado por TONIETTO & TONIETTO (2005) em laranjeira ‘Tobias’, para a qual o lado norte da planta floresceu primeiro apresentando também maior número de flores, independente do porta-enxerto avaliado. Por outro lado, em estudo sobre o pegamento de frutos de laranjeira ‘Pêra’ sobre limoeiro ‘Cravo’, ARAUJO et al. (1999) constataram um menor número de flores do lado sudeste e a menor para o sudoeste da copa.

Relatos sobre efeitos na qualidade de frutos em função do posicionamento dos mesmos nos quadrantes da copa são escassos. SYVERTSEN & ALBRIGO (1980) encontraram maiores quantidades de sólidos solúveis na porção externa da copa das plantas em relação à região interna da mesma. MORALES et al. (2000) descrevem valores mais elevados para sólidos solúveis no topo da copa em relação à base da mesma.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi dividido em dois experimentos, sendo o primeiro em um pomar em fase de formação instalado com mudas de porta-enxertos múltiplos em Cordeirópolis, SP, e o segundo em um pomar com plantas sub-enxertadas e em fase de produção, no município de Comendador Gomes, MG.

#### **3.1 Experimento 1:**

O experimento foi conduzido com plantas jovens de laranjeira ‘Valência’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sobre porta-enxertos múltiplos de citrumeleiro ‘Swingle’

(*Poncirus trifoliata* Raf. x *Citrus paradisi* Macf.) e limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). O pomar foi implantado em área experimental do Centro Apta Citros “Sylvio Moreira” – IAC em Cordeirópolis, SP, (22° 27’ 22’’ S, 47° 29’ 27’’ O, altitude de 713m). Segundo a atualização da classificação climática para o Estado de São Paulo (ROLIM et al., 2005), o tipo climático dessa área é Cfa, caracterizado como subtropical úmido sem estação seca e com temperatura média do mês mais quente maior ou igual a 22°C. O solo é do tipo latossolo vermelho-escuro-distrófico típico (textura argilosa). A média de precipitação pluviométrica anual é de 1375,3 mm. A média anual da umidade relativa do ar é de 74,2 %. A temperatura média anual é de 20,2 °C, sendo a média das máximas igual a 27,5 °C e a média das mínimas igual a 14,5 °C (PIO et al., 2001).

### **3.1.1 Produção das mudas**

As mudas foram produzidas no módulo demonstrativo e experimental do sistema de produção de mudas certificadas do Centro Apta Citros “Sylvio Moreira” – IAC, Cordeirópolis, SP, com sementes e borbulhas dos Bancos de Matrizes da unidade. Este material foi derivado de trabalho no qual se avaliou o efeito de recipientes, tipo de enxertia na fase de produção da muda com porta-enxertos duplos de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’ (SETIN & CARVALHO, 2005).

#### **3.1.1.1 Mudas de porta-enxertos simples**

Porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ ou citrumeleiro ‘Swingle’, com três meses após a semeadura em tubetes de 50 mL, foram transplantados para sacolas de 4 L e após quatro meses foram enxertadas com borbulhas de laranjeira ‘Valência’, sendo as plantas conduzidas por mais quatro meses até o ponto de pavio (muda de haste única), quando a muda está apta para o plantio no campo (Figura 1A, 1B).

#### **3.1.1.2 Mudas de porta-enxertos duplos**

##### **3.1.1.2.1 Plantas com sub-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ no tronco do porta-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’**

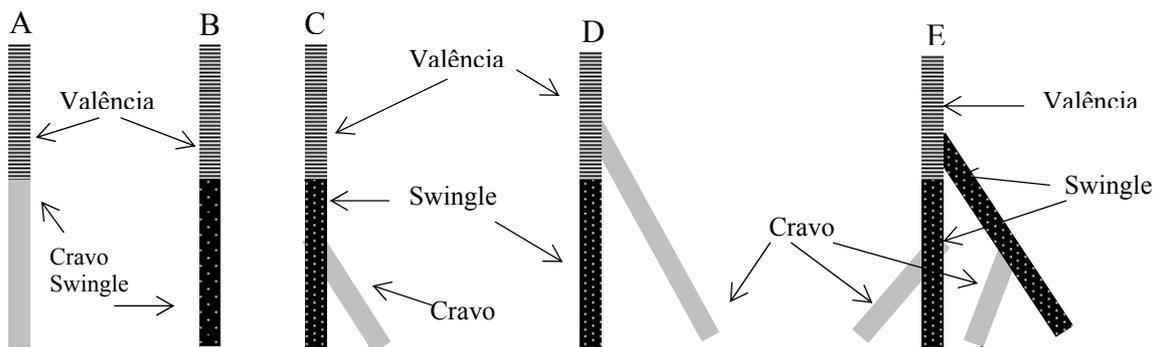
A semeadura dos porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ e de citrumeleiro ‘Swingle’ para a obtenção de mudas, foi realizada individualmente em tubetes de 50 mL. Aos quatro meses foram transplantados lado a lado para uma mesma sacola com capacidade para 4 L de substrato. Após 30 dias, foi realizada a união destes por subgarfagem lateral, que consistiu na inserção da parte apical da haste do limoeiro ‘Cravo’ cortada em bisel, sob a casca do citrumeleiro ‘Swingle’. A haste do citrumeleiro Swingle foi conduzida por três meses até a enxertia de borbulhas da variedade copa ‘Valência’ e por mais quatro meses, até a completa formação da muda de haste única ou “muda de pavio” (Figura 1C).

#### **3.1.1.2.2 Plantas com sub-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ na copa de laranja ‘Valência’ formada sobre porta-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’**

Mudas de ‘Valência’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’, formadas conforme indicado no item 3.1.1.1, foram sub-enxertadas com porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ de 7 meses de idade, produzidos em tubete de 250 mL. A enxertia foi feita 30 dias antes de serem plantadas no campo, pelo método de subgarfagem, inserindo-se a região apical do caule cortada em bisel, sob a casca do tronco da variedade copa, a 3 cm acima do ponto de união copa/porta-enxerto (Figura 1D).

#### **3.1.1.3 Mudas de porta-enxertos quádruplos**

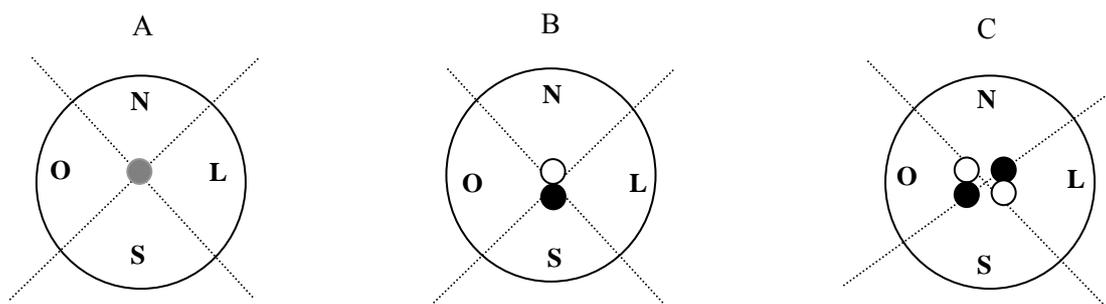
As mudas de porta-enxertos quádruplos consistiram da união de duas mudas de porta-enxertos duplos. Foram portanto produzidas a partir da união por subgarfagem da parte apical do caule de porta-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’ sub-enxertado com ‘Cravo’, produzido em tubetes de 250 mL com os dois porta-enxertos semeados no mesmo recipiente, em tronco da copa de muda de ‘Valência’ já com porta-enxerto duplo ‘Cravo’ e ‘Swingle’, obtida conforme o item 3.1.1.2.1. Esse procedimento foi realizado 30 dias antes de serem plantadas no campo. (Figura 1E).



**Figura 1:** Representação esquemática dos tipos de enxertia e sub-enxertia. A) Porta-enxerto simples de limoeiro 'Cravo'; B) Porta-enxerto simples de citrumeleiro 'Swingle'; C) Porta-enxerto duplo: sub-enxertia por garfagem de 'Cravo' no porta-enxerto de 'Swingle'; D) Porta-enxerto duplo: sub-enxertia por garfagem de 'Cravo' diretamente na copa; E) Porta-enxerto quádruplo: sub-garfagem de 'Cravo' no 'Swingle' e sub-garfagem de 'Swingle' sub-enxertado com 'Cravo' na copa de laranja 'Valência'.

### 3.1.2 Instalação do experimento

A instalação do experimento foi realizada em outubro de 2005, utilizando espaçamento de 7 metros entre linhas e de 4 metros entre plantas (7 x 4m). O plantio das mudas no campo foi feito considerando os pontos cardeais, conforme a Figura 2, sendo as mudas com porta-enxertos duplos 'Cravo' e 'Swingle' posicionadas com estes porta-enxertos voltados para o sul e norte, respectivamente. As mudas de porta-enxertos quádruplos foram posicionadas de maneira que tanto do lado norte quanto do lado sul a planta apresentasse os dois porta-enxertos 'Cravo' e 'Swingle'. O preparo do solo foi realizado com o sulcamento da linha de plantio na profundidade de aproximadamente 50 cm, numa faixa de 2 metros, e após a calagem da faixa e adubação dos sulcos foi passado um subsolador para fechar os sulcos e misturar bem os fertilizantes na faixa de plantio.



**Figura 2:** Orientação das mudas no plantio do experimento: A) mudas de porta-enxertos simples ‘Cravo’ ou ‘Swingle’; B) mudas de porta-enxertos duplos com ‘Cravo’ na face sul e ‘Swingle’ na face norte; C) mudas de porta-enxertos quádruplos com ‘Cravo’ ao sul e ‘Swingle’ ao norte na porção oeste e ‘Cravo’ ao norte e ‘Swingle’ ao sul na porção leste. Legenda: ● = ‘Cravo’ ou ‘Swingle’; ● = ‘Cravo’; ○ = ‘Swingle’.

A análise química inicial do solo na camada 0-20 cm de profundidade demonstrou pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,7, MO = 40 g dm<sup>-3</sup>, P-resina = 45 mg dm<sup>-3</sup>, K = 4,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca = 46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 25 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Acidez Potencial = 25 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Soma bases = 75,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Capacidade de troca de cátions = 100,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Saturação bases = 75 %, B = 0,26 mg dm<sup>-3</sup>, Cu = 5,5 mg dm<sup>-3</sup>, Fe = 24 mg dm<sup>-3</sup>, Mn = 11,6 mg dm<sup>-3</sup>, Zn = 1,3 mg dm<sup>-3</sup>. A adubação do sulco de plantio foi realizada aplicando-se 60 g/m linear de sulco de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, segundo recomendações QUAGGIO et al. (1997). Após o fechamento dos sulcos foram abertas covas para o plantio das mudas. A condução destas plantas foi feita segundo as práticas usuais de cultivo dos citros, com o manejo de plantas infestantes, manejo fitossanitário e nutricional das mesmas.

### 3.1.3 Avaliações e Análises Estatísticas

Foram avaliados aos 8 e aos 14 meses após o plantio, o crescimento das plantas nos diferentes tratamentos, com medições de altura da planta, diâmetro de copa, diâmetro dos troncos dos porta-enxertos e da copa abaixo e acima da enxertia, comprimento e número de ramos nos diferentes quadrantes (L, O, N e S). A altura das plantas e o diâmetro de copa foram medidos com auxílio de régua com 2 m de comprimento. O diâmetro dos troncos de porta-enxertos, da copa e dos sub-enxertos foi medido com auxílio de paquímetro digital. O comprimento dos ramos em cada quadrante (L, O, N e S) foi determinado com régua de comprimento de 1 m, sendo a copa das plantas divididas em quatro partes, com auxílio de duas varas de bambu,

conforme indicado na Figura 2. O volume da copa foi calculado pela fórmula proposta por MENDEL (1956):  $V=2/3\pi R^2H$ , onde V representa o volume (m<sup>3</sup>), R o raio da copa (m) e H, a altura da planta (m).

O estado nutricional das plantas foi avaliado pela análise foliar de macro e micronutrientes em 25 folhas maduras amostradas (cinco a seis meses de idade), sendo retiradas cinco folhas de cada uma das cinco plantas de cada parcela, nos quadrantes N e S, respectivos aos porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ e de citrumeleiro ‘Swingle’, aos 14 meses após o plantio. As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em refrigerador. Foram posteriormente lavadas sucessivamente em solução detergente (0,1 % v/v), água e água destilada, e então secas em estufa de ventilação forçada com temperaturas entre 65-70 °C por 24 h, no laboratório de Fisiologia dos Citros do Centro Apta Citros “Sylvio Moreira” – IAC em Cordeirópolis, SP. Após a secagem, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey com câmara de aço inoxidável e peneira de 1 mm de abertura e armazenadas em recipientes plásticos herméticamente fechados e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo e Planta do IAC.

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

O balanço hídrico climatológico decenal para o ano de 2006 foi calculado com a utilização da planilha eletrônica desenvolvida por ROLIM et al. (1998), utilizando-se os dados meteorológicos fornecidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, <http://ciiagro.iac.sp.gov.br>), do Instituto Agrônomo (IAC).

Avaliações das trocas gasosas e potencial da água em ramos foram realizadas aos 9, 11, 13 e 14 meses após o plantio, correspondentes aos meses de julho, setembro, novembro e dezembro de 2006, abrangendo duas avaliações no período sem chuvas (julho e setembro) e duas no período chuvoso (novembro e dezembro). Estas avaliações de trocas gasosas e potencial de água nos ramos foram realizadas em plantas sobre porta-enxertos simples de limoeiro ‘Cravo’ e de citrumeleiro ‘Swingle’ e em plantas sobre porta-enxertos duplos com sub-garfagem do ‘Cravo’ no ‘Swingle’. Utilizou-se um analisador portátil de gases por radiação infravermelha (Li-6400, LICOR, Lincoln,

Nebraska-EUA), fornecendo PAR constante de  $1200 \text{ umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . As variáveis avaliadas foram: assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e diferença de pressão de vapor entre folha e ar (DPVfolha-ar, kPa). As folhas expostas utilizadas nas diferentes épocas de medidas tinham ao redor de seis meses de idade. Foram analisados 4 plantas, sendo as variáveis amostradas nas posições norte e sul da copa. Previamente a cada avaliação, o fluxímetro do LI-6400 foi checado, assim como o  $\text{CO}_2$  e o vapor d'água foram retirados do ar circulante no aparelho (utilizando-se os químicos soda calcária e drierite) para averiguação do correto funcionamento do sistema, impedindo problemas decorrentes da estimativa errônea das concentrações desses gases.

O estado hídrico das plantas foi avaliado pela determinação do potencial da água com auxílio de câmara de pressão (modelo 3005, SoilMoisture Equipment Corp., EUA), seguindo técnica descrita por KAUFMANN (1968). No presente estudo, essas medidas são chamadas de potencial da água no ramo. As avaliações foram realizadas das 8:00 as 9:30 h e das 13:00 as 14:30 h. Essas medidas foram efetuadas nos mesmos dias das avaliações de trocas gasosas, contabilizando quatro repetições por tratamento em cada posição da copa (norte e sul), sendo retiradas duas amostras (ramos) por planta. Ao invés de folhas, foram avaliados ramos jovens (com secção transversal arredondada) da porção externa da copa (expostos) com o intuito de diminuir a variabilidade entre folhas e aumentar a representatividade da amostra.

A análise estatística de crescimento e estado nutricional foi realizada submetendo os dados à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o pacote estatístico Sanest (ZONTA et al., 1984). Os dados de trocas gasosas e potencial da água foram comparados utilizando como base as médias e os desvios padrões.

### **3.2 Experimento 2**

O segundo experimento, visando a caracterização do porte das plantas, estado nutricional, produção e qualidade de frutos de laranja 'Valência' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' sub-enxertado com citrumeleiro 'Swingle', foi realizado na fazenda Novo Mundo, município de Comendador Gomes, MG, ( $19^\circ 38' 44'' \text{ S}$  e  $48^\circ 52' 41'' \text{ O}$ , 695 m de altitude) em outubro de 2006. O talhão possui 3966 plantas, foi plantado em fevereiro de 2000 no espaçamento de 8 x 4 m, sendo as plantas sub-enxertadas um ano e

meio após o plantio (10/06/2002). A produção no ano de 2006 foi de aproximadamente 34,5 tha<sup>-1</sup>.

Foram analisadas 20 plantas sendo selecionadas 10 plantas com o sub-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’ realizado do lado sul e 10 plantas com este sub-enxerto voltado para o lado norte da copa.

Avaliou-se a altura e o diâmetro da copa destas plantas com auxílio de régua, diâmetro de tronco de copa, porta-enxerto e sub-enxerto com auxílio de paquímetro digital. Foram coletadas amostras de folhas dos quadrantes norte e sul separadamente e colocadas em sacos de papel para processamento posterior, conforme método indicado no primeiro experimento. Na mesma ocasião foi realizada a colheita dos frutos, procedendo-se a pesagem e contagem dos mesmos em cada posição da planta (metade voltada para o sul e metade voltada para o norte). Foram também coletados em cada quadrante (N e S), amostras de frutos para análise no Laboratório de Qualidade e Pós-Colheita de Citros do Centro Apta Citros Sylvio Moreira- IAC, avaliando as variáveis de qualidade: massa, altura, largura e relação altura/largura dos frutos, rendimento de suco, teores de acidez titulável e sólidos solúveis totais, *ratio* e número de frutos por caixa de 40,8 kg. A massa total dos frutos das amostras foi obtida em uma balança com capacidade para 15 kg e sensibilidade de 5 g, enquanto o rendimento de suco foi avaliado após processamento em extratora com filtro de diâmetro interno de 26,11 mm, comprimento de 265 mm, furos de diâmetro de 0,6 mm e área de vazão de 20 %, sendo determinada pela relação massa do suco/massa do fruto e expresso em porcentagem. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por leitura direta em refratômetro sendo os resultados expressos em °BRIX. Os dados foram corrigidos pela temperatura e pela acidez do suco. A acidez titulável (AT) foi obtida por titulação de 25 mL de suco, com uma solução de hidróxido de sódio a 0,3125 N e usando-se a fenolftaleína como indicadora (REED et al., 1986).

A análise estatística dos resultados foi realizada submetendo os dados à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o pacote estatístico Sanest (ZONTA et al., 1984).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Experimento 1: Porta-enxertos múltiplos em pomar em formação**

#### 4.1.1 Características biométricas das plantas

As plantas de porta-enxerto quádruplo, e as de porta-enxerto duplo por subgarfagem no porta-enxerto, apresentaram maiores diâmetros de tronco do porta-enxerto principal de citrumeleiro ‘Swingle’ aos 8 meses (>31,7 mm) e aos 14 meses (>49,4 mm) após o plantio (Tabela 1). Houve, portanto um ganho para este parâmetro com o uso de porta-enxertos múltiplos, superando inclusive o simples de limoeiro ‘Cravo’ (diâmetro de 25,3 mm e 40,4 mm nas duas épocas avaliadas, respectivamente), variedade de porta-enxerto relatada como de maior vigor em nossas condições (POMPEU JÚNIOR, 2005). Na comparação entre porta-enxertos simples, conforme a Tabela 1, não se observaram diferenças, discordando dos resultados obtidos por GIRARDI & MOURÃO FILHO (2004), pelos quais o ‘Swingle’ apresentou maior diâmetro de tronco em relação ao limoeiro ‘Cravo’ aos 12 meses após o plantio de mudas de laranjeira ‘Valência’ formadas sobre estes porta-enxertos.

**Tabela 1:** Características biométricas da laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos (P.E.) simples e múltiplos de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’, aos 8 e aos 14 meses após o plantio.

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

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

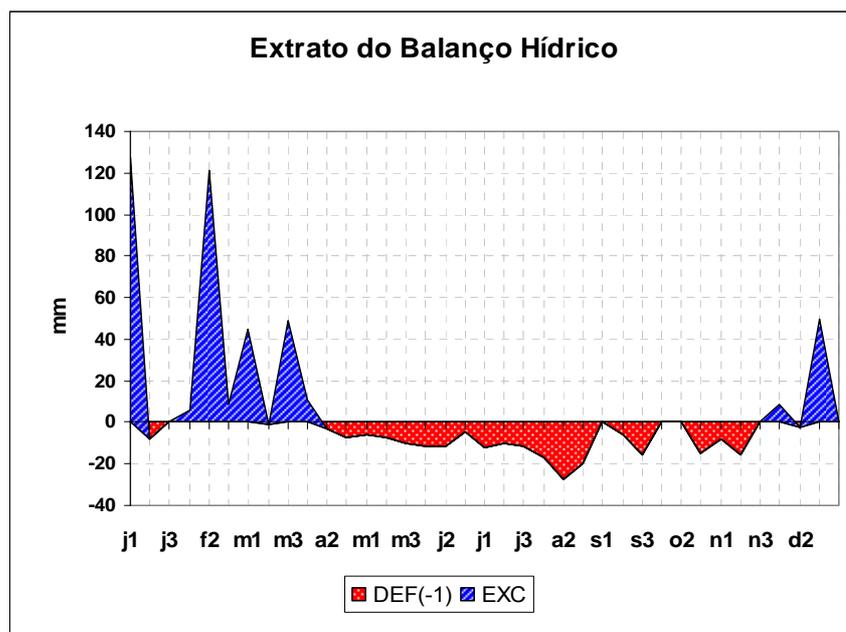
Observa-se ainda na Tabela 1, que o ganho em diâmetro no caule do porta-enxerto principal de 'Swingle', obtido com o uso de um ou dois porta-enxertos adicionais, somente ocorreu quando a sub-enxertia de limoeiro 'Cravo' foi realizada no tronco do próprio 'Swingle', que atuou como uma fonte adicional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

Em relação ao tronco da copa, quando a sub-enxertia foi feita diretamente na 'Valência', seu diâmetro foi maior comparativamente aos outros tipos de formação da muda, principalmente comparando com as plantas sobre 'Swingle' isoladamente, sobre as quais o ganho foi 42 % superior aos oito meses após o plantio (Tabela 1). Quando comparado com o limoeiro 'Cravo', os dados de menor diâmetro de tronco conferido a copa pelo 'Swingle' diferem daqueles obtidos por GIRARDI & MOURÃO FILHO (2004), que não observaram diferenças entre estes dois porta-enxertos no diâmetro de tronco de 'Valência' até o primeiro ano de plantio.

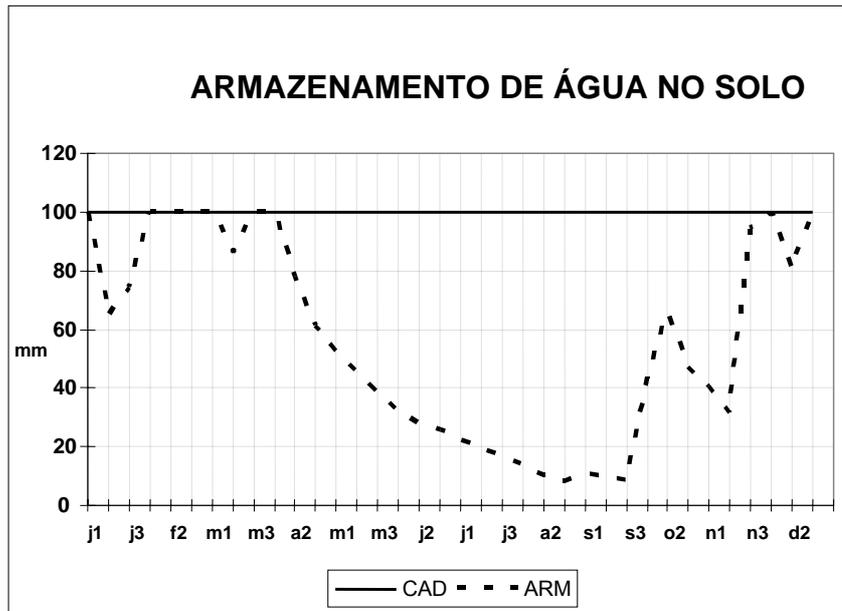
O menor diâmetro conferido ao tronco da 'Valência', quando enxertada sobre o citrumeleiro 'Swingle' isoladamente, foi acompanhado pela menor altura, menor diâmetro e menor volume de copa aos oito meses após o plantio, quando comparado com plantas sobre porta-enxerto simples de limoeiro 'Cravo' (Tabela 1). Estes dados estão de acordo com POMPEU JÚNIOR (2005), QUAGGIO et al. (2004) e MATTOS JÚNIOR et al. (2006) que relatam que laranjeiras enxertadas sobre citrumeleiro 'Swingle' apresentam menor vigor em relação àquelas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo'. O menor diâmetro de tronco da copa e, conseqüentemente, do menor desenvolvimento inicial de pomares de laranjeiras doces sobre 'Swingle' é uma característica comum induzida pelos trifoliatas e alguns de seus híbridos (GARDNER & HORANIC, 1967), cuja intensidade ainda depende do estresse hídrico que possa ocorrer no pomar.

Assim como discutido anteriormente para o diâmetro de tronco do porta-enxerto, os efeitos obtidos no desenvolvimento da copa pelo uso de mais de um porta-enxerto por planta, foram mais marcantes quando a sub-enxertia foi realizada diretamente no citrumeleiro 'Swingle'. Aos 8 meses, o volume de copa da laranjeira sobre porta-enxertos quádruplos ou sobre porta-enxertos duplos por sub-garfagem no porta-enxerto, apresentou valor 23 % maior ao daquela sobre porta-enxerto simples 'Cravo' e duas

vezes superior ao daquela sobre porta-enxertos simples de citrumeleiro ‘Swingle’ (Tabela 1). Estas informações confirmam o potencial desta técnica na obtenção de plantas mais vigorosas, conforme já observado anteriormente na fase de formação destas mudas, em outro experimento, quando as plantas de ‘Valência’ sobre ‘Swingle’ que receberam sub-enxertia de limoeiro ‘Cravo’ apresentaram maior crescimento do que as mudas sobre ‘Swingle’ isoladamente (SETIN & CARVALHO, 2005). Entretanto, a diferença observada aos 8 meses no diâmetro da copa da ‘Valência’ com porta-enxertos quádruplos e duplos (com sub-enxertia no porta-enxerto), em relação aos demais tratamentos, foi menor aos 14 meses, provavelmente pela retomada do crescimento em plantas sobre ‘Swingle’, sabidamente mais sensíveis à seca, devido ao início das chuvas e aumento da água disponível para as plantas (Figuras 3 e 4).



**Figura 3:** Extrato do balanço hídrico climatológico durante o ano de 2006 em Cordeirópolis (SP), calculado segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), utilizando planilha eletrônica desenvolvida por ROLIM et al. (1998). Valores positivos indicam excedente hídrico e negativos a deficiência hídrica. Capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. O cálculos foram realizados a partir dos dados obtidos em estação meteorológica convencional (CIIAGRO/IAC) localizada a menos de 500 metros do campo experimental.



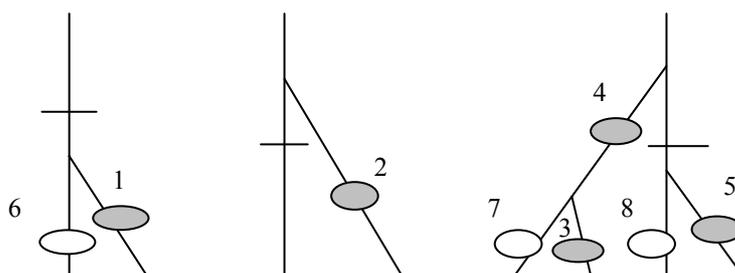
**Figura 4:** Variação decenal do armazenamento de água no solo, durante o ano de 2006 em Cordeirópolis (SP). Capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Os cálculos foram realizados a partir dos dados obtidos em estação meteorológica convencional (CIAGRO/IAC) localizada a menos de 500 metros do campo experimental, utilizando planilha eletrônica desenvolvida por ROLIM et al. (1998).

Nas duas avaliações realizadas, para o diâmetro de tronco de sub-enxertos (conforme ilustração da Figura 3), o tronco do limoeiro ‘Cravo’ utilizado como “sub-enxerto do sub-enxerto do quádruplo” não se desenvolveu como nos demais sub-enxertos (7,1 mm e 14,0 mm aos 8 e 14 meses, respectivamente) (Tabela 2). Este menor diâmetro do tronco pode estar relacionado a uma provável desvantagem na competição por fotoassimilados com os sub-enxertos inseridos diretamente no tronco principal da planta, que desde o início de produção da muda já possuíam maior diâmetro e ao porta-enxerto principal. Este efeito ocorreu também para o “sub-enxerto da copa do quádruplo”, que mesmo sendo suprido por um sistema radicular duplo, se desenvolveu menos. Este foi também, dentre os troncos de citrumeleiro ‘Swingle’, o que apresentou menor diâmetro abaixo do ponto de sub-enxertia (Tabela 2), provavelmente por este ser um sub-enxerto e não o porta-enxerto principal da planta como os demais.

**Tabela 2:** Diâmetro de tronco de sub-enxerto e do porta-enxerto, abaixo do ponto de sub-enxertia de laranjeira ‘Valência’ aos 8 e aos 14 meses após plantio.

Sub-enxerto	Diâmetro (mm)	
	8 meses	14 meses
<b>1. Sub-enxerto do duplo no P.E.</b>	19,2 <sub>a</sub>	43,2 <sub>a</sub>
<b>2. Sub-enxerto do duplo na copa</b>	16,2 <sub>a</sub>	37,9 <sub>a</sub>
<b>3. Sub-enxerto do sub-enxerto do quádruplo</b>	7,1 <sub>b</sub>	14,0 <sub>b</sub>
<b>4. Sub-enxerto da copa do quádruplo</b>	9,2 <sub>b</sub>	20,0 <sub>b</sub>
<b>5. Sub-enxerto do quádruplo</b>	18,6 <sub>a</sub>	36,7 <sub>a</sub>
<b>CV %</b>	13,7	12,0
<b>Porta-enxerto</b>		
<b>6. Swingle do duplo no P.E.</b>	28,0 <sub>a</sub>	52,8 <sub>a</sub>
<b>7. Swingle do sub-enxerto do quádruplo</b>	8,8 <sub>b</sub>	18,0 <sub>b</sub>
<b>8. Swingle do quádruplo</b>	28,6 <sub>a</sub>	50,2 <sub>a</sub>
<b>CV %</b>	<b>5,6</b>	<b>9,1</b>

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para sub-enxerto ou porta-enxerto, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.



**Figura 5:** Representação esquemática dos sub-enxertos (cinza) e porta-enxertos (branco) avaliados em relação ao diâmetro de tronco abaixo do ponto de sub-enxertia. 1) Sub-enxerto do duplo no porta-enxerto; 2) Sub-enxerto do duplo na copa; 3) Sub-enxerto do sub-enxerto do quádruplo; 4) Sub-enxerto da copa do quádruplo; 5) Sub-enxerto do quádruplo; 6) ‘Swingle’ do duplo no porta-enxerto; 7) ‘Swingle’ do Sub-enxerto do quádruplo; 8) ‘Swingle’ do quádruplo.

Para o número e o comprimento de ramos aos 8 meses, a distribuição das brotações nos diferentes setores da copa foi bastante homogênea, sem efeito significativo observado entre os quadrantes avaliados, que também não influenciaram o comprimento dos ramos aos 14 meses após o plantio (Tabela 3). Com relação aos tratamentos aos 8 meses após plantio, independente do quadrante avaliado, não houve efeito de porta-enxertos adicionais em relação aos simples de ‘Cravo’ ou ‘Swingle’ com valores médios de 3,8 ramos por quadrante de copa da laranjeira ‘Valência’ (Tabela 3). Por outro lado, considerando o comprimento dos ramos, observou-se aos 8 e 14 meses

melhores resultados para plantas com porta-enxertos duplos em relação aos simples. Assim, apesar de não alterar o número de ramos, o comprimento destes foi maior nas plantas que receberam porta-enxertos adicionais. Ressalta-se aqui a importância desta medida na avaliação dos tratamentos, pois provavelmente por estarem vergados ou dispostos em direção ao interior das plantas, o maior crescimento das plantas com porta-enxertos múltiplos também observado aos 8 meses, não foi detectado de maneira significativa na avaliação de altura e diâmetro de plantas realizada aos 14 meses.

Considerando-se apenas os porta-enxertos simples, o limoeiro ‘Cravo’ e o citrumeleiro ‘Swingle’ apresentaram valores iguais para comprimento de ramos aos 8 e aos 14 meses. Isso pode ter ocorrido em função da retomada do crescimento das plantas sobre ‘Swingle’ com o início das chuvas e aumento da água disponível para as plantas (Figuras 3 e 4).

**Tabela 3:** Número e comprimento de ramos da laranjeira ‘Valência’ em diferentes quadrantes e tratamentos avaliados aos 8 e aos 14 meses após plantio.

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

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, para quadrante ou porta-enxerto, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

Na avaliação aos 14 meses, a ‘Valência’ sobre ‘Swingle’ como porta-enxerto único, o maior número de ramos foi observado do lado leste ou sul. A ‘Valência’ sobre ‘Swingle’ como porta-enxerto único, apresentou menor número de ramos nos quadrantes leste e oeste do que as sobre limoeiro ‘Cravo’ ou com sub-enxerto deste (Tabela 4), indicando uma possível ação dos tratamentos no estímulo às brotações nestes lados das plantas (Tabela 3).

O efeito da posição da copa no número de ramos, que não se repetiu para o comprimento dos ramos na mesma avaliação (Tabela 4), parece estar relacionado às diferenças na incidência solar a que estão sujeitas as plantas com favorecimento de luz e calor para o lado leste da planta que recebe energia no período da manhã quando a temperatura é menor e a umidade relativa do ar é maior, fatores que favorecem a fotossíntese neste lado da copa das plantas (RIBEIRO, 2006).

**Tabela 4:** Número de ramos da laranjeira ‘Valência’, nos diferentes tratamentos de sub-enxertia e quadrantes, aos 14 meses após o plantio.

<b>Porta-enxerto</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>
<b>Simplex: ‘Cravo’</b>	22,3 <sub>a</sub>	20,2 <sub>a</sub>	19,7 <sub>a</sub>	19,0 <sub>a</sub>
<b>Simplex: ‘Swingle’</b>	17,3 <sub>b</sub>	16,9 <sub>b</sub>	18,7 <sub>a</sub>	20,5 <sub>a</sub>
<b>Duplo: no P.E.</b>	21,8 <sub>a</sub>	18,5 <sub>ab</sub>	21,0 <sub>a</sub>	21,2 <sub>a</sub>
<b>Duplo: na copa</b>	22,0 <sub>a</sub>	21,2 <sub>a</sub>	21,3 <sub>a</sub>	21,5 <sub>a</sub>
<b>Quádruplo</b>	24,0 <sub>a</sub>	21,0 <sub>a</sub>	20,0 <sub>a</sub>	20,8 <sub>a</sub>
<b>Médias por quadrante</b>	21,5 <sub>A</sub>	19,5 <sub>B</sub>	20,1 <sub>B</sub>	20,6 <sub>AB</sub>
<b>CV %</b>	7,6			

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

#### **4.1.2 Estado nutricional**

Os resultados da análise química foliar não demonstraram interações significativas para os teores de macro e micronutrientes da laranjeira ‘Valência’ avaliados entre os quadrantes norte/sul e porta-enxertos, aos 14 meses após plantio das mudas no campo. Por outro lado, houve variações para efeitos de porta-enxertos e posição da copa para os nutrientes K e Mg (Tabela 5).

**Tabela 5:** Teores de macronutrientes nas folhas de laranjeira ‘Valência’ em porta-enxertos simples e múltiplos e nos quadrantes norte e sul. Cordeirópolis, dezembro de 2006.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
<b>Porta-enxerto</b>						
<b>Simplex ‘Cravo’</b>	25,9 <sub>a</sub>	0,5 <sub>c</sub>	15,6 <sub>ab</sub>	20,5 <sub>c</sub>	1,9 <sub>d</sub>	2,0 <sub>b</sub>
<b>Simplex ‘Swingle’</b>	24,4 <sub>ab</sub>	0,9 <sub>ab</sub>	11,5 <sub>c</sub>	24,6 <sub>ab</sub>	4,2 <sub>a</sub>	2,5 <sub>ab</sub>
<b>Duplo: no PE</b>	25,1 <sub>ab</sub>	1,0 <sub>a</sub>	16,1 <sub>ab</sub>	26,0 <sub>a</sub>	3,7 <sub>ab</sub>	3,1 <sub>a</sub>
<b>Duplo: na Copa</b>	23,9 <sub>b</sub>	1,0 <sub>a</sub>	17,4 <sub>a</sub>	24,0 <sub>ab</sub>	2,9 <sub>c</sub>	2,9 <sub>a</sub>
<b>Quádruplo</b>	24,0 <sub>b</sub>	0,9 <sub>ab</sub>	14,7 <sub>b</sub>	25,7 <sub>a</sub>	3,4 <sub>bc</sub>	2,9 <sub>a</sub>
<b>Quadrante</b>						
<b>Norte</b>	24,7 <sub>a</sub>	0,8 <sub>a</sub>	14,5 <sub>b</sub>	25,1 <sub>a</sub>	3,4 <sub>a</sub>	2,7 <sub>a</sub>
<b>Sul</b>	24,5 <sub>a</sub>	0,8 <sub>a</sub>	15,6 <sub>a</sub>	23,2 <sub>a</sub>	3,0 <sub>b</sub>	2,6 <sub>a</sub>
<b>CV %</b>	5,0	40,2	9,7	12,2	17,2	17,1

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

Os teores de N nas folhas variaram de 23,9 a 25,9 g kg<sup>-1</sup> em função do efeito dos porta-enxertos (Tabela 5). Plantas sobre limoeiro ‘Cravo’ apresentaram maior teor de N nas folhas em relação aquelas sobre ‘Swingle’, em pomar com 4-5 anos de idade e adubado com diferentes doses de N (MATTOS JÚNIOR et al., 2006), mas no presente trabalho não foi observada diferença entre os dois porta-enxertos. Destaca-se que no primeiro ano de desenvolvimento no campo, quando o tamanho da planta é pequeno comparativamente àquelas mais velhas, estas podem mostrar rápidas variações nos teores de N nas folhas em resposta a frequência de aplicações do adubo nitrogenado, o que dificulta a interpretação de efeitos de tratamentos como os destes testados no presente estudo.

Maiores variações foram observadas para os teores de P, K e Mg. Este primeiro com teores de até 1,0 g kg<sup>-1</sup> de P para plantas em porta-enxertos duplos (Tabela 5). Já no caso do K, é possível considerar que a resposta observada tenha ocorrido em função das características do ‘Swingle’, cuja demanda por K parece ser maior se comparada ao ‘Cravo’ (MATTOS JÚNIOR. et al., 2006). Ainda, teores mais baixos de K nas folhas de plantas sobre ‘Swingle’ (= 11,5 g kg<sup>-1</sup>; Tabela 5) explicariam maiores teores de Mg (= 4,3 g kg<sup>-1</sup>) também observados na mesma condição. Essa relação inversa é explicada

pela absorção competitiva de cátions e pela disponibilidade de nutrientes ao citros, conforme observado em experimentos de adubação N, P e K de laranjeira ‘Hamlin’ (OBREZA & ROUSE, 1993) e do tangoreiro ‘Murcott’ (MATTOS JÚNIOR. et al., 2003). Esta relação se repete ao se analisar o efeito de quadrante, onde ao norte verificou-se menor teor de K e menor de Mg nas folhas amostradas e vice-versa ao sul (Tabela 5).

Os teores médios de Ca nas folhas da laranjeira ‘Valência’ ( $\approx 24,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) foram baixos se comparados aos resultados médios obtidos com a mesma copa sobre ‘Cravo’ ( $= 45,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) e ‘Swingle’ ( $= 47,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) aos 12 meses após o plantio (GIRARDI & MOURÃO FILHO, 2004) e também às faixas de interpretação da análise foliar dos citros apresentada por QUAGGIO et al. (2005). Isto pode ser atribuído à disponibilidade do nutriente em solo originalmente ácido, no qual a correção da acidez com a aplicação de calcário não foi efetiva até a época de avaliação do experimento. A laranjeira sobre o porta-enxerto simples de ‘Cravo’ mostrou os menores teores de Ca e Mg nas folhas comparado aos outros tratamentos testados (Tabela 5). O limoeiro ‘Cravo’ é considerado uma variedade porta-enxerto com características favoráveis ao desenvolvimento em diferentes condições de solo no Brasil e por isso tem sido preferido pelos citricultores há anos (POMPEU JÚNIOR, 2005). Embora não se disponha de dados conclusivos, seria possível atribuir, como hipótese, ao bom crescimento das plantas sobre ‘Cravo’ em solos ácidos, à sua maior eficiência na utilização do Ca e Mg nas folhas.

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

Foram observadas diferenças significativas nos teores de micronutrientes nas folhas da laranjeira ‘Valência’ apenas entre os tipos de porta-enxertos (Tabela 6).

Contudo as variações para B, Cu e Zn não permitiram estabelecer um claro entendimento do efeito dos tratamentos testados. É provável que o maior teor de B foliar para plantas no porta-enxerto simples de ‘Swingle’ correspondam a uma resposta varietal. Observações de campo e dados obtidos por GIRARDI & MOURÃO FILHO (2004) e MATTOS JÚNIOR et al. (2006) têm sugerido que plantas sobre aquele porta-enxerto apresentam maiores teores foliares de B em comparação a copas sobre limoeiro ‘Cravo’ e tangerineira ‘Sunki’. No caso do Zn, plantas sobre porta-enxertos simples mostraram teores foliares mais baixos ( $<99 \text{ mg kg}^{-1}$ ) comparados aquelas sobre porta-enxertos múltiplos. Porém, essas diferenças não traduziram em maior desenvolvimento das plantas conforme demonstrado na Tabela 1, o que ainda pôde ser confirmado pela ausência de sintomas foliares visíveis de deficiência desse nutriente, cuja ocorrência é associada a teores  $<34 \text{ mg kg}^{-1}$  (HANLON et al., 1995; QUAGGIO et al., 2005).

**Tabela 6:** Teores de micronutrientes nas folhas de laranjeira ‘Valência’ em porta-enxertos simples e múltiplos e nos quadrantes norte e sul, Cordeirópolis, dezembro de 2006.

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
<b>Porta-Enxerto</b>					
Simple ‘Cravo’	167 <sub>ab</sub>	5,7 <sub>ab</sub>	136 <sub>b</sub>	93 <sub>a</sub>	99 <sub>ab</sub>
Simple ‘Swingle’	211 <sub>a</sub>	3,9 <sub>b</sub>	205 <sub>a</sub>	87 <sub>a</sub>	88 <sub>b</sub>
Duplo: no PE	139 <sub>ab</sub>	5,2 <sub>ab</sub>	194 <sub>a</sub>	106 <sub>a</sub>	125 <sub>a</sub>
Duplo: na Copa	126 <sub>b</sub>	6,4 <sub>a</sub>	188 <sub>a</sub>	103 <sub>a</sub>	125 <sub>a</sub>
Quádruplo	133 <sub>b</sub>	5,2 <sub>ab</sub>	190 <sub>a</sub>	98 <sub>a</sub>	104 <sub>ab</sub>
<b>Quadrante</b>					
Norte	151 <sub>a</sub>	5,2 <sub>a</sub>	191 <sub>a</sub>	98 <sub>a</sub>	104 <sub>a</sub>
Sul	159 <sub>a</sub>	5,3 <sub>a</sub>	174 <sub>a</sub>	97 <sub>a</sub>	112 <sub>a</sub>
CV %	33,3	25,1	15,1	15,5	18,6

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

#### 4.1.3 Trocas gasosas e potencial de água nos ramos

O potencial de água nos ramos das plantas no período da manhã e da tarde nos quadrantes norte e sul, nos meses de julho, setembro, novembro e dezembro de 2006 são apresentados na Figura 6. Estas avaliações foram realizadas em plantas de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’ e

em plantas sobre porta-enxertos duplos ('Swingle' + 'Cravo') produzidos pela sub-enxertia de limoeiro 'Cravo' no tronco do porta-enxerto de 'Swingle'.

Os valores no período da tarde foram semelhantes em julho e setembro, quando o déficit hídrico foi maior (Figuras 3 e 4), e valores máximos foram observados em dezembro, com o solo úmido. No período da manhã, os valores foram ligeiramente menores em setembro, aumentando somente até o mês de novembro.

Analisando os dados em cada avaliação, observa-se que o potencial de água no mês de julho, nos períodos da manhã e da tarde, em plantas de porta-enxerto duplo foi maior que em plantas de porta-enxertos simples de 'Swingle' e de 'Cravo', em ambos os quadrantes, mostrando que estas plantas apresentavam-se mais hidratadas, no período mais seco do ano (Figura 3 e 4), em relação às de porta-enxerto simples. Os valores encontrados para potencial de água nos ramos variaram entre -1,0 e -2,0 MPa, sendo semelhantes ao descritos por KAUFMANN (1977) e por MACHADO et al. (2006) que observaram -1,2 MPa em plantas sadias com dois anos de idade, no período chuvoso.

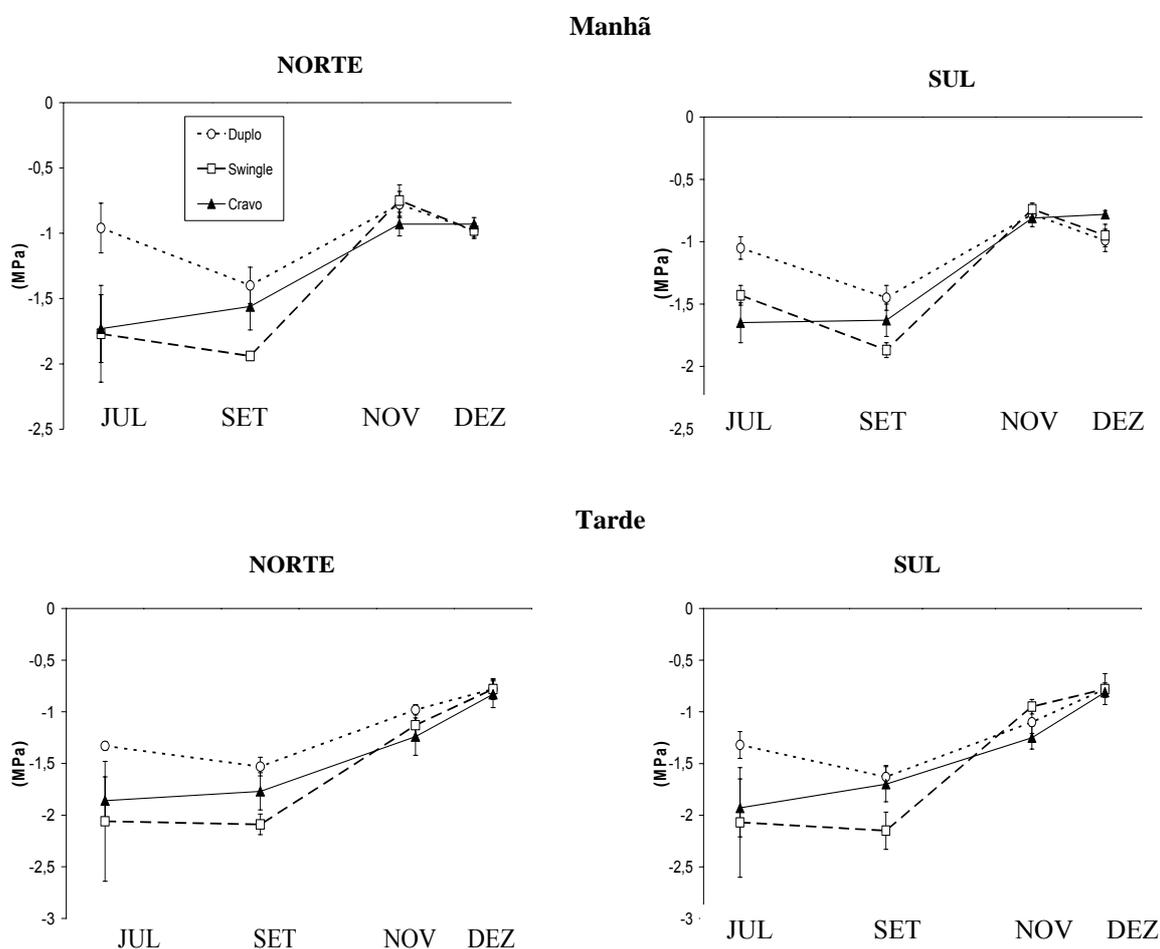
Em setembro, plantas de porta-enxerto simples de citrumeleiro 'Swingle', apresentaram potencial de água próximos a -2,0 MPa nos quadrantes norte e sul, nos períodos da manhã e da tarde, valor inferior ao observado nas plantas de porta-enxerto duplo e de simples limoeiro 'Cravo', de -1,5 MPa. Estes dados indicam que estas plantas sobre 'Swingle' foram mais influenciadas pela baixa disponibilidade hídrica (Figura 6). No período da tarde, plantas sobre porta-enxerto duplo no quadrante norte apresentaram maior potencial de água nas folhas que plantas sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' nos dois quadrantes, indicando que a associação das duas variedades porta-enxertos proporcionou maior status hídrico a copa de 'Valência' (Figura 6).

O potencial de água nas folhas no mês de dezembro, no período da manhã, foi maior em plantas sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' do quadrante sul (-0,78 MPa) que nos demais tratamentos nos dois quadrantes analisados (-0,9 a -1,0 MPa). No período da tarde, não houve diferença de potencial da água nos ramos entre os tratamentos e quadrantes avaliados.

O maior potencial de água nos ramos das plantas com porta-enxertos duplos em relação aos demais tratamentos está relacionado à maior exploração do solo pelo duplo sistema radicular que permitiu maior absorção de água e, possivelmente, maior aquisição de potássio nas plantas de porta-enxertos duplos em relação às sobre 'Swingle' como porta-enxerto único. Este maior potencial reflete uma hidratação melhor deste tipo de planta com dois porta-enxertos, sendo estas diferenças mais

marcantes nos meses mais secos do ano. Sabe-se que a maior hidratação leva à maior expansão celular e crescimento das plantas (MARSCHNER, 1997).

Os valores de potencial de água nos ramos (Figura 6), encontrados para plantas de porta-enxertos simples nos períodos da manhã e da tarde, em julho e setembro, época seca (Figuras 3 e 4), foram próximos a -1,5 e -2,0 MPa. Por outro lado, em novembro e dezembro, época chuvosa (Figuras 3 e 4), os valores de potencial de água nos ramos (Figura 6) foram semelhantes entre plantas com um ou dois porta-enxertos. Em laranjeira ‘Valência’, valores de potencial de água inferiores a -1,1 MPa indicam a necessidade de irrigação para evitar efeitos indesejáveis na fisiologia das plantas (GREEN & MEYER, 1980 apud RIBEIRO, 2006).



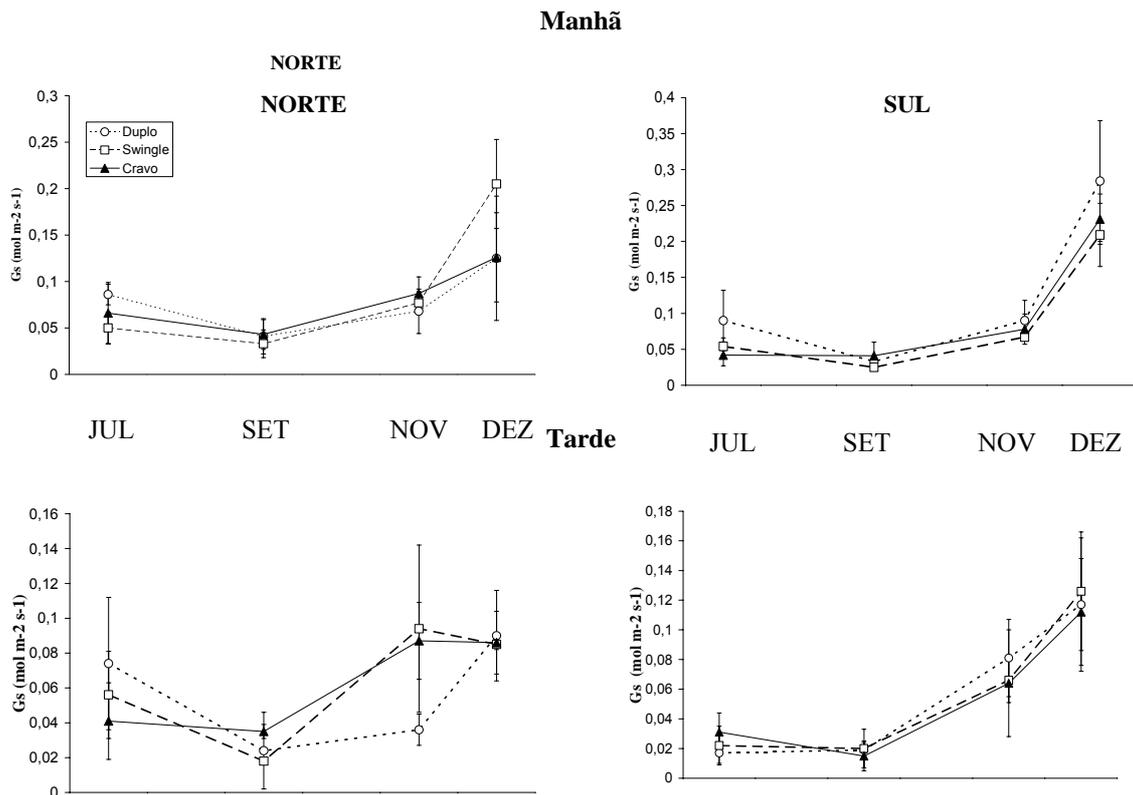
**Figura 6:** Potencial de água nos ramos localizados do lado norte e sul da copa da laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e duplos, no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e da tarde (13:00 – 14:30 h), do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.

Nas avaliações de condutância estomática ocorreram variações entre os tratamentos de sub-enxertia, conforme o período do dia, o quadrante e mês avaliado (Figura 7). Em julho, no período da manhã, plantas sobre porta-enxerto duplo apresentaram maior condutância estomática que plantas sobre citrumeleiro ‘Swingle’. Esta maior condutância é resultado do maior status hídrico apresentado por estas plantas com porta-enxerto duplo no período mais seco do ano em relação aos porta-enxertos simples de ‘Cravo’ e de ‘Swingle’.

Independente do quadrante, a condutância estomática no mês de setembro, no período da manhã não diferiu entre os tratamentos. Esta semelhança entre os valores de condutância estomática em setembro era esperada em função da menor diferença entre os potenciais de água nos ramos das plantas de porta-enxertos duplos em relação às plantas sobre porta-enxertos simples. Entretanto, no período da tarde, o lado norte das plantas sobre porta-enxerto simples ‘Cravo’ apresentou maior condutância estomática do que o mesmo lado das plantas sobre citrumeleiro ‘Swingle’, refletindo o maior potencial de água ocorrido nos ramos (Figura 6). Os valores de condutância estomática e potencial de água observados nos meses de julho e setembro em todos os tratamentos avaliados, demonstram uma deficiência hídrica das plantas (Figuras 6 e 7).

Em novembro, durante a manhã, não ocorreram variações na condutância estomática entre os tratamentos e quadrantes analisados. Por outro lado, no período da tarde, considerando-se o lado norte das plantas, observou-se que aquelas sobre porta-enxertos duplos apresentaram menor condutância estomática ( $\sim 0,04 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) que sobre porta-enxerto simples de limoeiro ‘Cravo’ ( $0,09 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Estes valores não eram esperados, pois o potencial de água no período foi semelhante entre os tratamentos. Esses valores se encontram próximos aos observados em plantas de ‘Valência’ sobre porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ e ‘Trifoliata’ sob déficit hídrico (MEDINA et al., 1999).

A condutância estomática no mês de dezembro, não diferiu entre os tratamentos e quadrantes avaliados em ambos os períodos avaliados, apresentando o mesmo comportamento do potencial de água nos ramos.



**Figura 7:** Condutância estomática no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos quadrantes norte e sul da copa de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples, o 9° ao 14° mês após o plantio. O gráfico apresenta o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.

Para a assimilação de CO<sub>2</sub>, assim como para os dados de condutância estomática, houve coincidência no padrão de fotossíntese independente do quadrante e do tratamento de sub-enxertia, em relação aos meses avaliados (Figura 8). Entretanto, esta variou de acordo com o período do dia em que foi avaliado. Assim, apesar dos menores valores na assimilação de CO<sub>2</sub>, tanto no período da manhã quanto da tarde terem ocorrido no mês de setembro, as avaliações matutinas apresentaram fotossíntese até o mês de dezembro, enquanto que na parte da tarde os valores máximos ocorreram em novembro (Figura 8).

A menor assimilação de carbono nos meses de julho e setembro de 2006 ocorreram em função da menor disponibilidade de água no solo. Esta é representada pelo extrato do balanço hídrico (Figura 3). Pode-se verificar que o armazenamento de água no solo nos meses de agosto e setembro chegou a valores próximos a 10 mm (Figura 4). A baixa disponibilidade hídrica pode afetar a fotossíntese das laranjeiras

devido à limitação estomática e/ou pela redução na ativação e concentração da Rubisco (VU & YELENOSKY, 1988; MACHADO et al., 2002).

Segundo o balanço hídrico climatológico médio da última década (1995 – 2004) na região do estudo, o período de menor disponibilidade hídrica ocorre entre os meses de julho a setembro, atingindo valor máximo de deficiência hídrica de 11,7 mm em agosto quando se considera uma capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm (RIBEIRO et al., 2006).

Apesar do mesmo padrão de fotossíntese ao longo dos meses, observa-se na Figura 8 que ocorreram variações na taxa de assimilação de gás carbônico de acordo com os tratamentos de sub-enxertia aplicados a laranjeira ‘Valência’.

Assim, analisando-se os dados de cada avaliação, observa-se que no mês de julho, no período da manhã, a assimilação de CO<sub>2</sub> ficou entre 4,0 e 6,0  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Valores próximos a 4,0 indicam que as plantas estão sobre estresse hídrico. Na parte da tarde, a assimilação de gás carbônico foi menor, variando de 1,0 a 5,5  $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , mostrando um aumento no estresse observado neste período. Estes valores estão abaixo dos limites de 4,0 a 10,0  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  observados por diversos autores no mesmo período do dia (SYVERTSEN, 1984; MACHADO et al., 1994; SYVERTSEN & LLOYD, 1994; MEDINA & MACHADO, 1998).

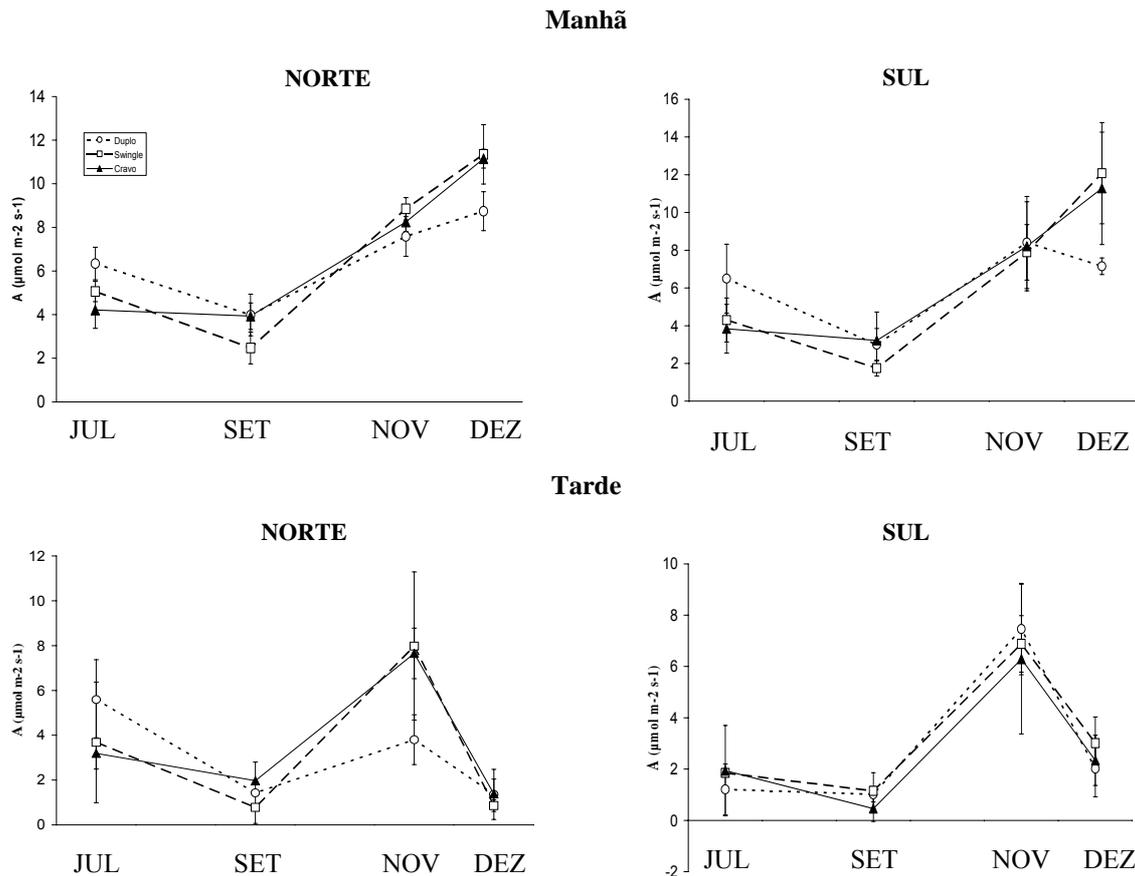
A maior temperatura do período da tarde e as conseqüências diretas e indiretas desta sobre as trocas gasosas, como o fechamento estomático e aumento da perda de água pelas plantas, fazem com que a fotossíntese seja menor. Segundo MACHADO et al. (2005), a temperatura foliar afeta a assimilação de CO<sub>2</sub> por efeitos causados na condutância estomática e na eficiência de carboxilação, alcançando máxima assimilação de CO<sub>2</sub> em laranjeira ‘Valência’ à temperatura de 25 °C. O aumento da temperatura aumenta a diferença de pressão de vapor entre a folha e o ar, diminuindo a condutância estomática e a fotossíntese, o que verificou-se ao longo do dia.

Em setembro, pela manhã, a fotossíntese variou de 2,0 a 4,0  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Figura 8). Estes valores ocorreram pela menor disponibilidade de água no solo no período que chegou a apresentar valores próximos a 10 mm para o armazenamento de água (Figura 4) e, conseqüentemente, pela baixa condutância estomática devido à reduções no potencial de água nos ramos (Figuras 6 e 7). No período da tarde, plantas sobre limoeiro ‘Cravo’ apresentaram maior atividade fotossintética (2,0  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) que sobre citrumeleiro ‘Swingle’ (0,8  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Estes resultados são decorrentes de uma maior eficácia do limoeiro ‘Cravo’ em absorver água que o citrumeleiro ‘Swingle’,

observados pelo maior potencial de água nos ramos (Figura 6). Entretanto, os valores observados para todos os tratamentos indicam estresse hídrico.

No mês de novembro, no período da manhã, a assimilação de CO<sub>2</sub> variou entre 7,5 e 8,8 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, mas sem diferença entre os tratamentos e os quadrantes avaliados. No período da tarde, considerando-se o lado norte das plantas, observa-se na Figura 8 que aquelas sobre porta-enxertos duplos apresentaram menor assimilação de CO<sub>2</sub> que as plantas sobre porta-enxerto simples, mesmo comportamento ocorrido para a condutância estomática.

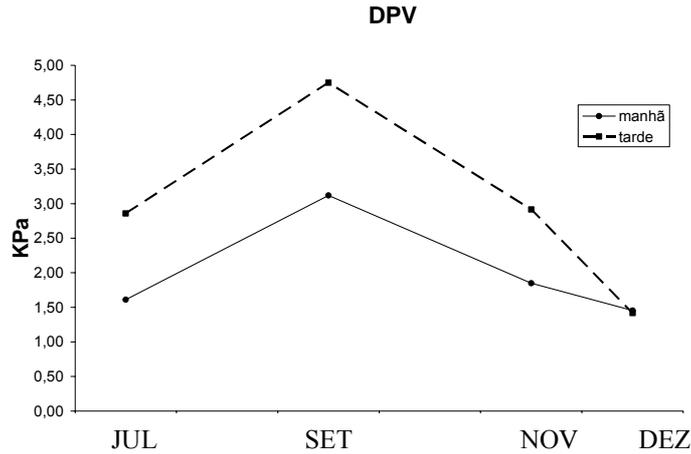
Em dezembro, no período da manhã, a fotossíntese variou de 7,1 a 12,1 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Nestas avaliações, do lado norte das plantas e mais pronunciadamente do sul, aquelas sobre o porta-enxerto duplo apresentaram menor assimilação de CO<sub>2</sub> que plantas sobre os porta-enxertos simples limoeiro ‘Cravo’ e de citrumeleiro ‘Swingle’, mas dentro dos limites encontrados para plantas novas por MEDINA & MACHADO (1998). No período da tarde, os valores foram baixos, mostrando que as altas temperaturas afetaram a assimilação de CO<sub>2</sub>. A maior taxa de fotossíntese observada nas plantas de porta-enxertos simples de limoeiro ‘Cravo’ em relação às sobre porta-enxertos duplos pode estar relacionada ao maior teor de nitrogênio nestas plantas limoeiro ‘Cravo’, conforme apresentado e discutido anteriormente. Conforme CRUZ, (2001) uma maior concentração de nitrogênio em folhas, induz maior atividade da enzima ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco), contribuindo para o aumento na assimilação de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, as avaliações de estado nutricional indicaram uma maior concentração de fósforo em plantas de porta-enxertos duplos, nutriente este que participa do metabolismo fotossintético (TAIZ & ZEIGER, 2004), o que não refletiu em maior assimilação de CO<sub>2</sub> para estas plantas.



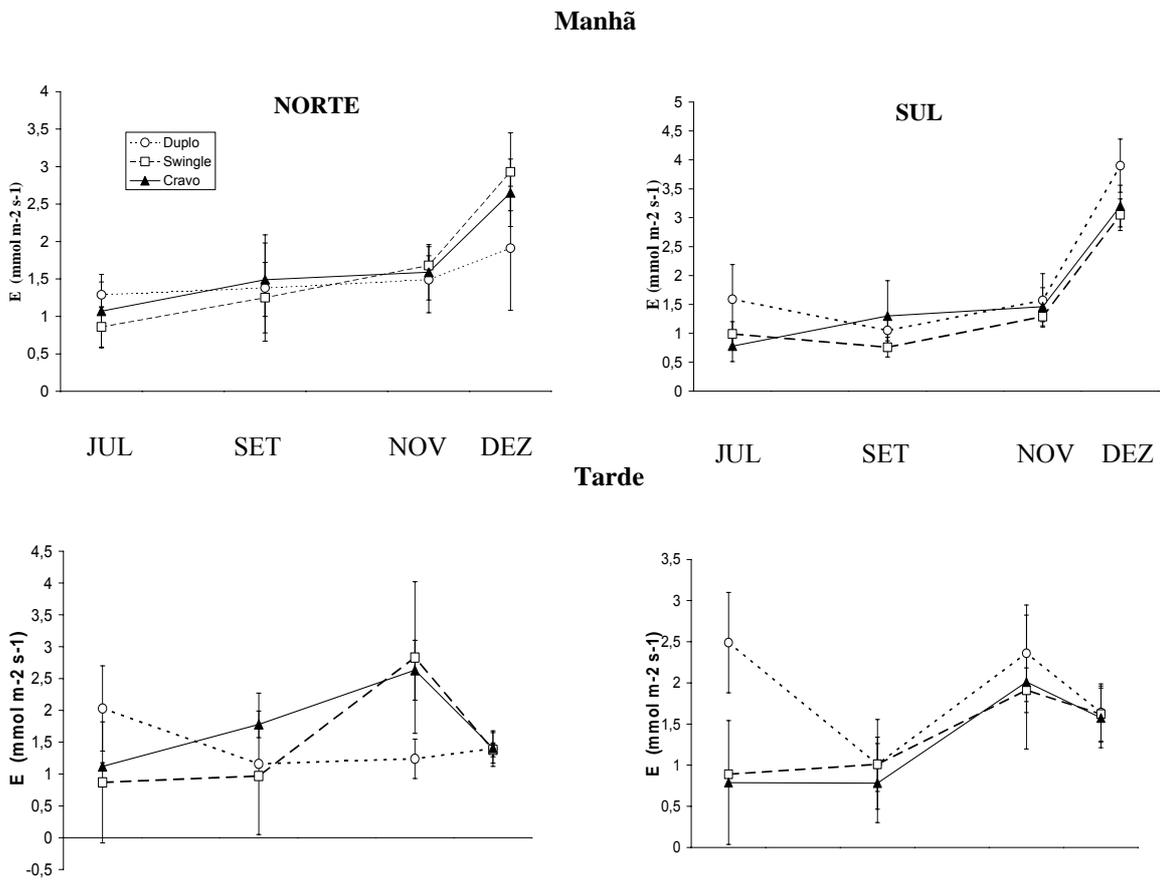
**Figura 8:** Assimilação de CO<sub>2</sub> no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos quadrantes norte e sul da copa de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxertos simples e duplos, do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.

O padrão de comportamento para a transpiração das plantas ao longo dos meses (Figura 10) foi o mesmo descrito anteriormente para a condutância estomática, com menores valores no mês de setembro, tanto no período da manhã quanto da tarde, enquanto os valores máximos pela manhã ocorreram em dezembro e pela tarde no mês de novembro.

A baixa disponibilidade de água no solo no período de julho e setembro diminuiu o potencial de água no ramo, a condutância estomática e consequentemente a fotossíntese e a transpiração. O aumento da diferença de vapor entre a folha e o ar (DPV<sub>folha-ar</sub>) ao longo do dia e a diminuição dos valores com o início das chuvas são representados pela Figura 9.



**Figura 9:** Diferença de pressão de vapor entre folha e ar (DPV folha – ar) nos períodos da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos dias das avaliações de trocas gasosas e potencial de água nos ramos. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições.



**Figura 10:** Taxa de transpiração (E) no período da manhã (8:00 – 9:30 h) e tarde (13:00 – 14:30 h) nos quadrantes NORTE e SUL de laranjeira ‘Valência’, em simples e duplos, do 9º ao 14º mês após o plantio. Cada ponto representa o valor médio de 4 repetições e as linhas verticais indicam os respectivos desvios-padrões.

Entre os tratamentos, de maneira geral, as avaliações realizadas no mês de julho indicam maior transpiração das plantas de porta-enxertos duplos em relação aos simples ‘Cravo’ e ‘Swingle’, sendo este efeito ainda mais marcante na parte da tarde e no quadrante sul. A maior transpiração existente entre plantas de porta-enxertos duplos em relação aos demais tratamentos está relacionada à maior condutância estomática e ao maior teor de potássio nestas plantas, pois este nutriente desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais, na diminuição da transpiração e na manutenção da turgescência das células (MARSCHNER, 1997).

Esta maior transpiração reflete uma hidratação melhor deste tipo de planta com dois porta-enxertos, sendo estas diferenças mais marcantes nos meses mais secos do ano, quando a limitação ao crescimento é maior. Foi justamente nesta época (8 meses após plantio) que as plantas de porta-enxertos duplos apresentaram maior crescimento, principalmente em relação ao simples de ‘Swingle’, chegando a apresentar o dobro do volume de copa, maior altura de planta, maior diâmetro de tronco de porta-enxerto e da copa.

Em setembro, no período da manhã (Figura 10), não houve diferenças na transpiração das plantas entre os tratamentos e nem entre os quadrantes, devido à baixa condutância estomática. No período da tarde, a transpiração do lado norte das plantas foi 83 % maior para laranjeiras sobre porta-enxertos simples de limoeiro ‘Cravo’ em relação às sobre citrumeleiro ‘Swingle’. Provavelmente, isso deve ter ocorrido pela menor condutância estomática de plantas sobre citrumeleiro ‘Swingle’.

No mês de novembro, durante a tarde, enquanto as folhas do lado norte de laranjeiras ‘Valência’ sobre porta-enxerto duplo transpiravam a  $1,24 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , as do lado sul das mesmas plantas apresentavam transpiração de  $2,37 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , ou seja, um valor 91 % maior. Estas diferenças que também ocorreram para fotossíntese e condutância estomática devem ter ocorrido pela maior disponibilidade energética do lado norte.

Para a transpiração em dezembro, no período da manhã, plantas sobre porta-enxertos duplos do quadrante norte transpiravam ( $2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) menos que os três tratamentos do quadrante sul ( $3 - 4 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). No período da tarde, não houve diferença entre os tratamentos e entre os quadrantes, sendo que a transpiração máxima das plantas foi de  $1,7 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

## 4.2 Experimento 2: Sub-enxertia em pomar em produção

### 4.2.1 Características biométricas das plantas

A análise dos dados de biometria das plantas de laranjeira ‘Valência’ sobre limoeiro ‘Cravo’, não indicou diferenças para nenhuma das variáveis avaliadas, em relação a posição cardinal em que foi realizada a sub-enxertia do citrumeleiro ‘Swingle’ (Tabela 9). Desta maneira, independentemente se a sub-enxertia com o citrumeleiro ‘Swingle’ foi realizada do lado sul ou do lado norte da planta, foram obtidos os mesmos valores de altura, diâmetro de copa, diâmetro de tronco dos porta-enxertos e dos sub-enxertos.

Os resultados obtidos neste estudo mostram que a técnica de sub-enxertia do citrumeleiro ‘Swingle’ para recuperação de plantas com MSC ou prevenção desta doença, conforme indicado pela pesquisa (FUNDECITRUS, 2003; BASSANEZI et al., 2003) pode ser aplicada indistintamente em relação a estes dois lados da planta, como realizado na fazenda estudada, sem conseqüências para o desenvolvimento das plantas e ainda sem necessidade de tratos culturais (adubação maior de um lado da copa) diferenciados ao redor da copa das plantas, referentes aos porta-enxertos utilizados.

**Tabela 7:** Características biométricas de laranjeiras ‘Valência’ sobre limoeiro ‘Cravo’ com 7 anos de idade, sub-enxertadas aos 2,5 anos de idade com citrumeleiro ‘Swingle’, nos lados norte e sul da planta.

Posição do Sub-enxerto	Altura (m)	Diâmetro da Copa (m)	Diâmetro tronco PE (cm)	Diâmetro tronco Copa (cm)	Diâmetro Sub-enxerto (cm)
Norte	2,10 <sub>a</sub>	2,20 <sub>a</sub>	13,10 <sub>a</sub>	13,70 <sub>a</sub>	7,80 <sub>a</sub>
Sul	2,00 <sub>a</sub>	2,40 <sub>a</sub>	13,20 <sub>a</sub>	13,80 <sub>a</sub>	7,30 <sub>a</sub>
CV (%)	10,9	20,5	10,2	9,9	13,8

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

### 4.2.2 Estado nutricional das plantas

Os resultados dos teores de macronutrientes nas folhas da laranjeira ‘Valência’ não indicaram interação dos quadrantes com a posição da sub-enxertia do citrumeleiro

‘Swingle’. Assim, os efeitos apresentados na Tabela 8 referem-se aos valores médios dos quadrantes, independente do porta-enxerto e para porta-enxerto, independente do quadrante em que este se encontrava.

Para a concentração de N, os valores foram maiores em folhas do setor da copa de ‘Valência’ correspondente ao do sub-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’, o que, pode estar relacionado à maior exigência desta variedade por este nutriente em relação ao limoeiro ‘Cravo’ (MATTOS JUNIOR et al., 2006). Quanto ao quadrante, houve maior teor de N em folhas do lado norte em relação ao sul. Segundo QUAGGIO et al. (2005), a concentração de N considerada adequada nas folhas de citros é de 23 a 27 g.kg<sup>-1</sup> de matéria seca. Assim, mesmo havendo diferenças entre quadrantes e porta-enxertos, os valores observados no presente estudo, entre 23 e 24,6 g kg<sup>-1</sup>, variaram pouco e podem ser considerados adequados.

O teor de P nas plantas também foi maior no lado da laranjeira ‘Valência’ no qual foi realizado a sub-enxertia com o citrumeleiro ‘Swingle’ em relação ao lado oposto, no qual houve maior influência do limoeiro ‘Cravo’ isoladamente. Entretanto, diferentemente do discutido para o N, a maior concentração de P presente em folhas do setor da copa correspondente ao ‘Swingle’ não parece estar relacionada com a exigência desta espécie pelo nutriente, pois estudos indicam não haver diferença para o teor adequado de P entre os porta-enxertos ‘Swingle’ e ‘Cravo’ (MATTOS JUNIOR et al., 2006). Entre os quadrantes norte e sul não houve diferenças para o teor de P. Segundo QUAGGIO et al. (2005), a concentração adequada deste nutriente nas folhas de citros é de 1,2 a 1,6 g kg<sup>-1</sup>, podendo-se portanto considerar que todos os tratamentos avaliados apresentaram valores abaixo do adequado.

O K apresentou comportamento semelhante ao nitrogênio e ao fósforo, em relação à sua concentração entre os porta-enxertos, sendo esta maior do lado da copa de ‘Valência’ no qual foi sub-enxertado o citrumeleiro ‘Swingle’ em relação ao lado oposto, no qual estava presente somente o limoeiro ‘Cravo’. Assim como para o N, para esta maior concentração de K, é possível considerar que esta resposta observada tenha ocorrido em função das características do ‘Swingle’, cuja demanda pelo nutriente parece ser maior se comparada ao ‘Cravo’ (MATTOS JÚNIOR. et al., 2006). Entre os quadrantes, não foram observadas diferenças para os teores de K, estando os valores, assim como as médias para porta-enxertos, dentro dos limites considerados adequados do nutriente por QUAGGIO et al. (2005), de 10 a 15 g kg<sup>-1</sup>.

Para a concentração de Ca nas plantas, não houve diferença entre os porta-enxertos e quadrantes avaliados, com teor médio próximo a 20 g kg<sup>-1</sup>, que podem ser considerados baixos, de acordo com os limites estabelecidos por QUAGGIO et al., (2005), entre 35 a 45 g kg<sup>-1</sup>.

As folhas do setor da copa de ‘Valência’ correspondente ao porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ apresentaram teores mais elevados de Mg (2,80 g kg<sup>-1</sup>) do que o observado no setor oposto, no qual foi sub-enxertado o citrumeleiro ‘Swingle’ (2,45 g kg<sup>-1</sup>). Entre os quadrantes, não ocorreram diferenças na concentração deste nutriente, com valores médios em torno de 2,6 g kg<sup>-1</sup>. Estes valores estão abaixo dos considerados adequados por VIOLANTE NETTO et al. (1988), de 3,0 a 4,9g kg<sup>-1</sup>, e QUAGGIO et al. (2005) entre 3,0 e 4,0 g kg<sup>-1</sup>.

O teor de S não diferiu entre os porta-enxertos e quadrantes avaliados, sendo os valores médios de 1,9 g kg<sup>-1</sup> próximos aos propostos por RODRIGUES et al. (1991), entre 2,0 e 3,9 g kg<sup>-1</sup> e por QUAGGIO et al. (2005) que apontam de 2,0 - 3,0 g kg<sup>-1</sup> como faixa adequada.

**Tabela 8:** Teores de macronutrientes em amostras de folhas coletadas por setores da copa de laranjeira ‘Valência’ nos quadrantes (N e S) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Porta-enxerto</b>						
Swingle	24,6 <sub>a</sub>	1,1 <sub>a</sub>	15,5 <sub>a</sub>	20,3 <sub>a</sub>	2,4 <sub>b</sub>	1,9 <sub>a</sub>
Cravo	23,0 <sub>b</sub>	0,70 <sub>b</sub>	12,6 <sub>b</sub>	20,2 <sub>a</sub>	2,8 <sub>a</sub>	2,0 <sub>a</sub>
<b>Quadrante</b>						
Norte	24,4 <sub>a</sub>	0,9 <sub>a</sub>	14,7 <sub>a</sub>	19,8 <sub>a</sub>	2,7 <sub>a</sub>	1,9 <sub>a</sub>
Sul	23,1 <sub>b</sub>	0,8 <sub>a</sub>	12,6 <sub>a</sub>	20,7 <sub>a</sub>	2,5 <sub>a</sub>	2,0 <sub>a</sub>
CV (%)	6,7	51,7	27,4	20,7	19,4	22,3

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna, para porta-enxertos ou para quadrantes, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Assim como os macronutrientes, também para os teores de micronutrientes nas folhas de laranjeira ‘Valência’ não houve interação entre os fatores quadrantes e porta-enxertos, que isoladamente também não apresentaram efeito. (Tabela 9), Assim, independente da posição cardinal (N ou S) e do lado da copa onde foi feita a sub-enxertia de ‘Swingle’, os teores de todos os micronutrientes na folhas de laranjeira ‘Valência’

foram semelhantes, estando também dentro das faixas adequadas para a cultura dos citros indicadas por VIOLANTE NETTO et al. (1988) e QUAGGIO et al. (2005).

**Tabela 9:** Teores de micronutrientes em amostras de folhas coletadas por setores da copa de laranjeira ‘Valência’ nos quadrantes (Norte e Sul) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).

Tratamentos	Mn	B	Cu	Fe	Zn
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
<b>Porta-enxerto</b>					
<b>Swingle</b>	31 <sub>a</sub>	61 <sub>a</sub>	22,9 <sub>a</sub>	120 <sub>a</sub>	25 <sub>a</sub>
<b>Cravo</b>	39 <sub>a</sub>	64 <sub>a</sub>	27,4 <sub>a</sub>	131 <sub>a</sub>	28 <sub>a</sub>
<b>Quadrante</b>					
<b>Norte</b>	33 <sub>a</sub>	66 <sub>a</sub>	25,2 <sub>a</sub>	120 <sub>a</sub>	24 <sub>a</sub>
<b>Sul</b>	36 <sub>a</sub>	59 <sub>a</sub>	25,1 <sub>a</sub>	130 <sub>a</sub>	29 <sub>a</sub>
<b>CV (%)</b>	42,5	83,6	45,4	120,4	38,3

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna, para porta-enxertos ou para quadrantes, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

#### 4.2.3 Produção e qualidade de frutos

As análises dos dados de massa total e o número de frutos produzidos em cada setor da copa de laranjeira ‘Valência’ avaliados, indicam a ausência de efeitos para quadrantes (N ou S) e porta-enxertos (‘Cravo’ e ‘Swingle’), sendo ainda estes fatores independentes entre si (Tabela 10). Desta maneira, assim como verificado nas avaliações biométricas e para alguns dos nutrientes avaliados, observa-se que independentemente da posição cardinal em que é realizada a sub-enxertia do citrumeleiro ‘Swingle’ na copa de laranjeira ‘Valência’ não há alteração na produção e quantidade de frutos em nenhum setor da copa.

Como neste experimento não foram avaliados e comparados tratamentos com porta-enxertos simples, não se pode inferir sobre possíveis ganhos com o uso de mais de um porta-enxerto por planta, mas os dados obtidos nestas avaliações, indicam que qualquer efeito adicional obtido na inserção de um sub-enxerto não é unicamente canalizado para o setor da copa correspondente, havendo provavelmente uma redistribuição no sentido radial da água e nutrientes absorvidos pelos dois sistemas radiculares.

Assim, esta técnica, já utilizada para recuperação de pomares com Morte Súbita dos Citros (MÜLLER et al., 2002) parece não provocar desequilíbrios ou alterações no

comportamento da planta, como por exemplo a produção e a maturação dos frutos, o que exigiriam eventualmente mudanças no manejo utilizado normalmente na condução dos pomares.

**Tabela 10:** Produção e número de frutos por setores da copa de laranjeira ‘Valência’ determinados pelos quadrantes (N e S) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).

<b>Tratamentos</b>	<b>Produção (kg)</b>	<b>Número de frutos</b>
<b>Porta-enxerto</b>		
<b>Swingle</b>	50,65 <sub>a</sub>	152,15 <sub>a</sub>
<b>Cravo</b>	47,25 <sub>a</sub>	159,95 <sub>a</sub>
<b>Quadrante</b>		
<b>Norte</b>	50,05 <sub>a</sub>	152,10 <sub>a</sub>
<b>Sul</b>	47,85 <sub>a</sub>	160,00 <sub>a</sub>
<b>CV (%)</b>	22,0	31,3

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna, para porta-enxertos ou para quadrantes, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Para a qualidade de frutos avaliados, considerando os quadrantes, observa-se que somente a acidez dos frutos foi influenciada, com maiores valores do lado sul das plantas (Tabela 11). Como consequência disso e da alteração dos teores de sólidos solúveis, ocorreu elevação do ratio no quadrante norte. Quanto aos setores da copa referentes aos porta-enxertos avaliados, maior massa do fruto de ‘Valência’ foi observada no lado da planta no qual foi inserido o sub-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’ (= 203,6 g) em relação à oposta, correspondente ao limoeiro ‘Cravo’ (= 184,0 g).

Quanto ao diâmetro dos frutos, na parte da copa correspondente ao sub-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’, independente também se este foi realizado do lado norte ou sul da plantas, foram observados maiores valores do que a correspondente ao limoeiro ‘Cravo’. Como ambos proporcionaram altura de frutos semelhantes, houve portanto alteração na relação altura/diâmetro de frutos, Assim, pode-se verificar que os frutos do setor da copa referente ao sub-enxerto de ‘Swingle’ apresentaram formato mais arredondado do que o lado sobre ‘Cravo’. JALEEL & ZEKRI (2002) relataram que os frutos de laranjeira ‘Valência’ sobre porta-enxerto de ‘Swingle’ apresentam qualidade superior que os frutos de plantas sobre limoeiro ‘Cravo’. Entretanto, estes autores não observaram diferenças no tamanho e na forma dos frutos, como observado nesta pesquisa. Não existem relatos da qualidade de frutos de plantas com porta-enxertos

duplos, entretanto, o tamanho dos frutos é uma característica importante para o mercado de frutos “in natura”.

O maior número de frutos por caixa, obtido na colheita realizada do lado da copa correspondente ao lado oposto do sub-enxerto do ‘Swingle’ reflete os menores índices para tamanho e massa dos frutos obtidos neste setor da copa de ‘Valência’. Entretanto, o menor tamanho dos frutos não refletiu nos dados de produção total em kg (Tabela 10), que foi compensada do lado correspondente ao limoeiro ‘Cravo’ pela produção de um número ligeiramente maior de frutos.

O rendimento médio de suco da laranjeira ‘Valência’ foi de cerca de 46 %, não havendo diferenças entre os setores da copa correspondentes aos porta-enxertos avaliados. JALEEL & ZEKRI (2002) encontraram maior rendimento de suco em plantas de ‘Valência’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’ em relação aos frutos de plantas sobre limoeiro ‘Cravo’. A não ocorrência destas diferenças no presente estudo, ressalta as informações discutidas anteriormente para os dados de crescimento, nutrição e produção de frutos, sobre a ausência de efeitos e alterações na copa das plantas com a presença de um sub-enxerto. Por outro lado, a acidez foi menor em frutos do setor da copa no qual foi realizada a sub-enxertia com o citrumeleiro ‘Swingle’ em relação ao lado oposto. Estes resultados estão em desacordo ao relatado por JALEEL & ZEKRI (2002), no qual houve maior acidez de frutos com o uso do ‘Swingle’ em relação ao ‘Cravo’.

A concentração de sólidos solúveis nos frutos de ‘Valência’ não variou em relação ao setor da copa correspondente aos diferentes porta-enxertos. JALEEL & ZEKRI (2002) encontraram maior teor de sólidos solúveis nos frutos de laranjeira ‘Valência’ sobre citrumeleiro ‘Swingle’ em relação aos de plantas sobre porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’. Assim como o comentado para o rendimento de suco, a não ocorrência deste efeito no presente estudo é uma evidência adicional de que a prática de sub-enxertia não provoca alterações nos diferentes setores da copa em relação a concentração de açúcares e, também na produção total por caixa e mesmo por setores da copa, nos quais a produção e número de frutos também não é afetada, conforme apresentado e discutido anteriormente.

**Tabela 11:** Qualidade dos frutos dos setores da copa de laranjeira ‘Valência’ determinados pelos quadrantes (Norte e Sul) ou pelo porta-enxerto (‘Swingle’ para o lado na qual este foi sub-enxertado e ‘Cravo’ para o lado oposto).

<b>Tratamento</b>	<b>Massa fruto (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diâmetro (cm)</b>	<b>Relação Altura/ Diâmetro</b>	<b>Rendimento Suco (%)</b>	<b>Acidez (%)</b>	<b>Sólidos Solúveis (°BRIX)</b>	<b>RATIO</b>	<b>Sólidos Solúveis (kg / cx)</b>	<b>Número de Frutos / cx</b>
<b>Porta-Enxerto</b>										
<b>Cravo</b>	184,00 <sub>b</sub>	7,00 <sub>a</sub>	6,35 <sub>b</sub>	1,04 <sub>a</sub>	46,85 <sub>a</sub>	0,840 <sub>a</sub>	8,00 <sub>a</sub>	9,10 <sub>b</sub>	1,05 <sub>a</sub>	222,5 <sub>a</sub>
<b>Swingle</b>	203,60 <sub>a</sub>	7,05 <sub>a</sub>	6,75 <sub>a</sub>	1,00 <sub>b</sub>	46,05 <sub>a</sub>	0,775 <sub>b</sub>	8,15 <sub>a</sub>	10,20 <sub>a</sub>	1,00 <sub>a</sub>	202,6 <sub>b</sub>
<b>Quadrante</b>										
<b>Norte</b>	195,05 <sub>a</sub>	7,05 <sub>a</sub>	6,55 <sub>a</sub>	1,02 <sub>a</sub>	46,25 <sub>a</sub>	0,775 <sub>b</sub>	8,10 <sub>a</sub>	10,00 <sub>a</sub>	1,00 <sub>a</sub>	211,4 <sub>a</sub>
<b>Sul</b>	192,55 <sub>a</sub>	7,00 <sub>a</sub>	6,55 <sub>a</sub>	1,02 <sub>a</sub>	46,65 <sub>a</sub>	0,840 <sub>a</sub>	8,05 <sub>a</sub>	9,30 <sub>b</sub>	1,05 <sub>a</sub>	213,6 <sub>a</sub>
<b>Coefficiente de Variação (%)</b>	9,85	2,25	7,28	3,58	4,56	10,78	6,68	9,07	15,42	8,99

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna para quadrantes ou porta-enxertos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- 1) Em pomar em formação:
  - a) Plantas laranjeiras ‘Valencia’ com porta-enxertos múltiplos duplo permaneceram mais hidratadas em condições de restrição hídrica e cresceram mais do que aquelas sobre porta-enxertos simples de limoeiro ‘Cravo’ e citrumeleiro ‘Swingle’.
  - b) O emprego de um porta-enxerto adicional de limoeiro ‘Cravo’ eliminou o desequilíbrio nas brotações ao redor da copa de ‘Valencia’, caracterizado pelo menor número de ramos do lado leste com o uso de porta-enxerto simples de citrumeleiro ‘Swingle’.
  - c) Apesar de favorecer a maior concentração foliar de P, K, Cu e Zn em toda a copa, a associação de dois ou mais porta-enxertos não alterou o efeito do quadrante nas concentrações de K e Mg nas folhas de ‘Valencia’, mais elevadas respectivamente dos lados sul e norte da copa das plantas sobre porta-enxertos simples ‘Cravo’ e ‘Swingle’.
- 2) Em plantas adultas:
  - a) Não houve efeito da posição em que foi realizada a sub-enxertia com o citrumeleiro ‘Swingle’ (norte ou sul) no crescimento das plantas de ‘Valência’ sobre limoeiro ‘Cravo’.
  - b) O lado da copa de ‘Valência’ correspondente ao sub-enxerto de citrumeleiro ‘Swingle’, concentrou mais N, P e K e apresentou massa, tamanho e ratio maiores nos frutos, mas teve menos Mg que o lado correspondente ao limoeiro ‘Cravo’.
  - c) Não ocorreram variações de crescimento da copa das plantas em relação a posição cardinal (norte e sul), mas o lado norte apresentou maior concentração de N nas folhas e menor acidez dos frutos com conseqüente aumento no ratio.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CITROS – FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro. Anais... Bebedouro: Fundação Cargill, 1992. p. 100 – 106.

ARAÚJO, P. S. R. de, MOURAO FILHO, F. de A. A., SPOSITO, M B. Fruit set of 'Pera' sweet orange in different crown heights and four quadrants. **Sci. agric.** 1999, vol. 56, no. 1 p. 157-162.

BASSANEZI, R.B. et. al. Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generated hypotheses concerning its etiology. **Phytopathology**, v. 93, p. 502-512, 2003.

BASSANEZI, R.B.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P.T. IN: \_\_\_\_\_ Morte Súbita dos Citros. Araraquara, Fundecitrus, 2003b, p.40-48. (Boletim Citrícola 24).

BASSANEZI, R.B.; BUSATO, L.A; SANCHES, A.L. & BARBOSA, J.C. Danos da Morte Súbita dos Citros sobre a produção de laranja. **Fitopatologia Brasileira** v. 30, p. 497-503, 2005.

BERETTA, M.J.G.; POMPEU JR., J.; DERRICK, K.S.; LEE, R.F.; HEWITT, B.; BARTHE, G. Evaluation of roostocks in Brasil for field resistance to declínio. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., Acireale, 1992. Proceedings. Acireale: International Society of Citriculture, 1994. p.841-843.

BOVÉ, J. M. & AYRES, A. J., 'Etiology of three recent diseases of citrus in São Paulo State: Sudden death, variegated chlorosis and huanglongbing', **IUBMB Life**, v.59, n.4, p. 346 – 354, 2007.

CAMACHO-B, S.E.; KAUFMANN, M.R.; HALL, A.E. Leaf water potencial response to transpiration by citrus. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.31, p. 1001 – 105, 1974.

CASTLE, W. S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 23, n. 3, p. 383-394, Sept. 1995.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H & YOTSEY, C. O. Rootstocks for Florida Citrus. Gainesville, **Institute of Food and Agricultural Science**, University of Florida, 1989. 47p.

CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA. Nova doença já causa prejuízos a pomares de São Paulo e Minas Gerais. Informativo Centro de Citricultura, Cordeirópolis, n. 76, p.1 - 4. 2001.

CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA. Morte Súbita dos Citros: o que se sabe da doença até agora. Informativo Centro de Citricultura, n. 100, p.1-3, 2003.

CENTRO DE DEFESA SANITÁRIA VEGETAL. Novas medidas de defesa sanitária para produção de mudas cítricas no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.26, n.1, p.163-164, 2005.

CRUZ, J.L. Efeitos de níveis de nitrato sobre o metabolismo do nitrogênio, assimilação do CO<sub>2</sub> e fluorescência da clorofila *a* em mandioca. 2001. 87f. (Tese de doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DECHEN, AR. Deficiência de cálcio e magnésio nos solos e nas plantas. In RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C.; SILVA, N.M. (coord.) *Acidez e calagem no Brasil*, Campinas, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1983. p. 87 – 95.

EL-OTMANI, C. W. COGGINS, M. AGUSTI, and C. J. LOVATT. 2000. Plant growth regulators in citriculture: world current uses. **Crit. Rev. Plant Sci.** v. 14, p. 367 - 412.

EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.

FERERES, E. et. al. recovery of orange trees following severe water stress. **J. Ap. Ecol.**, v.16, p. 833 - 842, 1979.

FUNDECITRUS. Subenxertia dá certo Fundecitrus. Revista do Fundecitrus, Araraquara, v. 15, p. 10-11, 2003.

FUNDECITRUS. Revista eletrônica [www.fundecitrus.com.br](http://www.fundecitrus.com.br) (21 jan. 2006).

GARDNER, F.E.; HORANIC, G.E. *Poncirus trifoliata* and some of its hybrids as rootstocks for Valencia sweet orange. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.53, p.85-87, 1967.

GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R.B. Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, 27: 93. 2001.

GIRARDI, E.A. Métodos alternativos de produção de mudas cítricas em recipientes na prevenção da morte súbita dos citros. Dissertação (Mestrado), 73 p., Piracicaba, 2005.

GIRARDI, E. A. ; MOURÃO FILHO F. de A. A. Crescimento inicial de laranjeira 'Valência' sobre dois porta-enxertos em função da adubação nitrogenada no plantio. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 117-119, Abril 2004.

GRANT, T.J; MOREIRA, S.; SALIBE, A.A. Citrus variety reaction to tristeza vírus in Brazil when used in various rootstocks and scion combinations. **Plant Disease Reporter**, v.45, p.416 – 421, 1961.

HALE, M.G. & ORCUTT, D.M. The physiology of plants under stress. New York, John Willey, 1987. p. 26-43.

HANLON, E. A.; OBREZA, T. A.; ALVA, A. K. Tissue and soil analysis In: TUCKER, D. P. H.; ALVA, A. K.; JACKSON, L. K.; WHEATON, T. A. **Nutrition of Florida citrus trees**. Gainesville: University of Florida, 1995. p. 13-16.

HOARE, E.R., BARRS, H. D. Water relations and photosynthesis amongst horticultural species as affected by simulated soil water stress. In: **PROC. INT. HORTIC. CONGRESS**, 19. v.3, p.321-334, 1974.

IEA - Instituto de Economia Agrícola (Estimativa e Previsão de Safra de Junho de 2007), dados disponíveis em [www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br), acesso em 06 de setembro de 2007.

JALEEL A. A., ZEKRI M. Yield and fruit quality of 'Olinda Valencia' trees grown on nine rootstocks in Saudi Arabia. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 115:17-22. 2002.

JESUS JR., W.C. de; BASSANEZI, R.B.; BERGAMIM FILHO, A. Morte súbita dos citros ainda tem origem desconhecida. **Visão Agrícola**, v.1, n.2, p.34-39, dez. 2004.

KAUFMANN, M.R. Evaluation of the pressure chamber method for measurement of water stress in citrus. Proceedings of the **American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 93, p. 186-190, 1968.

KAUFMANN, M.R. Citrus- a case study of environmental effects on plant water relations. **Proc. Int. Soc. Citriculture**, v.1, p.52-57, 1977.

KRIEDEMANN, P. E. & BARRS, H. D. Citrus orchards. In: KOZLOWSKI, T.T. *Water deficits and plant growth*. VI. Woody plant communities. New York, Academic Press, 1981. p. 325-418.

MACCHERONI, W. et. al. Identification and genomic characterization of a new virus (Tymoviridae family) associated with citrus sudden death disease. **J. virol.**; v.79, p.3028-3037, 2005.

MACHADO, E.C.; QUAGGIO, J.A.; LAGÔA, A.M.M.A.; TICELLI, M.; FURLANI, P.R. Trocas gasosas e relações hídricas de laranjeiras com clorose variegada dos citros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 6, p. 53-57, 1994.

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial de água nas folhas de laranjeira 'Valência'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 53-58, 2002.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1161-1170, dez. 2005.

MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F.; RIBEIRO, R. V.; MEDINA, C. L.; STUCHI, E. S.; MARIN, F. R.; SILVA, J.A. B. DA; SILVA, S. R. Fluxo de seiva e fotossíntese em laranjeira 'Natal' com clorose variegada dos citros **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.911-918, jun. 2006.

- MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 189p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: Yamada, T (Ed.) Nutrição mineral e adubação dos citros. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1979. p. 13 – 70. (Boletim Técnico, 5).
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. Manual de calagem e adubação das principais culturas. São Paulo: Editora Ceres, 1987. 495p.
- MALAVOLTA, E.; PRATES, H.S. Seja doutor dos seus citros. Informações Agronômicas, Potafós, n. 65, 1994.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros, Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1997. 889p.
- MATTOS JUNIOR, D.; GRAETZ, D. A.; ALVA, A. K. Biomass distribution and <sup>15</sup>N-nitrogen partitioning in citrus trees on a sandy Entisol. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 67, p. 555-563, 2003.
- MATTOS JUNIOR, D. QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; CARVALHO, S.A. Modelos de resposta do tangor Murcott à fertilização com N, P e K. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.164-167, 2004.
- MATTOS JUNIOR, D., BATAGLIA, O.C., QUAGGIO, J.A. Nutrição dos citros In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: IAC; Fundag, 2005. cap.8, p. 197-220.

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

MEDINA, C.L. Fotossíntese, relações hídricas e alterações bioquímicas em laranjeiras ‘Pêra’ com CVC e submetida a deficiência hídrica. 2002. 147p Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MEDINA, CAMILO LÁZARO; MACHADO, EDUARDO CARUSO. Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeira 'valência' enxertada sobre limoeiro 'cravo' e trifoliata e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, 1998.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira ‘Valência’ sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 11, p. 29-34, 1999.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: IAC; Fundag, 2005. cap. 7, p. 149- 184.

MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim**, Rehovot, v.6, p.35-60, 1956.

MENGEL, K.; KIRBY, E.A> Principles of plant nutrition. Worbland: International Potash Institute, 2001. 849 p.

MORALES, P.; DAVIES, F.S.; LITTELL, R.C. Pruning and skirting affected canopy microclimate, yields, and fruit quality of ‘Orlando tangelo’. **Hort Science** v. 35, p. 30 – 35, 2000.

MOREIRA, C.S. Clima e produtividade na citricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1, Jaboticabal, 1984.

MÜLLER, G.W.; NEGRI, J.D.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MATTOS JÚNIOR, D.; POMPEU JÚNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; CARVALHO, S. A.; GIROTTO, L.F.; MACHADO, M.A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. Revista **Laranja**, v. 23, n.2, p.371-386, 2002.

NEVES, M. F. et al. Caminhos para a Citricultura – Uma Agenda para Manter a Liderança Mundial. São Paulo: Ed. Atlas, 2007. 110 p.

NORMAS para produção de muda certificada de citros. **Laranja**, v.19, n.2, p. 411-421, 1998.

O'BANNON J. H.; FORD, H. W. Resistance in citrus rootstocks to *Radopholus similis* and *Tylenchulus semipenetrans* (Nematoda). **Proc. Int. Soc. Citriculture**, v.2, p.544-549, 1978.

OBREZA, T.A.; ROUSE, R. Fertilizer effects on early growth and yield of 'Hamlin' orange trees. **HortScience**, v. 28, p.111-114, 1993.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JUNIOR, M. J. & ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo de citros. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J. & AMARO, A. A., eds. *Citricultura brasileira*. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1991. p.153-195.

PEIXOTO, M. S. Sistemas dinâmicos e controladores fuzzy: um estudo da dispersão da Morte Súbita dos Citros em São Paulo. Tese (Doutorado) p.209, Campinas, 2005.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 487p.

PIO, R. M; MINAMI, K. e FIGUEIREDO, J. O. De Características do fruto da variedade Span americana (*Citrus Reticulata* Blanco): Uma tangerineira do tipo 'Poncã' de maturação precoce. **Rev. Bras. Frutic.**, ago. 2001, vol.23, no.2, p.325-329

PLATT, R.G.; OPTIZ, K.W. The propagation of citrus In: W. REUTHER (Ed.) The Citrus Industry. Berkeley: University of California, 1973. v.3, cap.1, p.1-47.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J. & AMARO, A.A., eds. *Citricultura brasileira*. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1991. p.265-280.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO,, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: IAC; Fundag, 2005. cap.4, p. 61-104.

POMPEU JÚNIOR, J.; SALVA, R. & BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.2, p.413-422, 2004.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; PIZA JUNIOR, C.T. de. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

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

QUAGGIO, J. A., D. MATTOS, Jr., H. CANTARELLA, E. S. STUCHI, and O. R. SEMPIONATO. Sweet orange trees grafted on selected rootstocks fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** v. 39, p. 1 - 6, 2004.

QUAGGIO, J. A., D. MATTOS, Jr., H. CANTARELLA. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO,, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. Citros. Campinas: IAC; Fundag, 2005. cap.17, p. 483-507.

REED, J.B.; HENDRIX JR, C.M.; HENDRIX, D.L. Quality control manual for citrus processing plants. Safety Harbour: Intercit, 1986. v.1, 250p.

RIBEIRO, R.V., Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranjeira 'Valência'. 2006. 157p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, 2006.

ROCHA, A. C.; TAVARES, E. D.; SANDRINI, M.; PAIVA, R.; CARVALHO, S. A. Época e intensidade de florescimento e pegamento de frutos segundo a distribuição pelos quadrantes em laranjeiras (*Citrus Sinensis* L. Osbeck). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 85-88, 1990.

RODRIGUEZ, O. Aspectos principais da nutrição e carências minerais dos citros. In: TEÓFILO SOBRINHO, J. (Ed.) Palestras e debates sobre citricultura. Cordeirópolis: IAC, 1977. p. 37 – 57.

RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. Citricultura brasileira. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 419-475.

RODRIGUEZ, O. et. al. Declínio de plantas cítricas em São Paulo. In: CONG. BRAS. FRUTICULTURA, 5, Pelotas: **Sociedade Brasileira de Fruticultura**, 1979 p. 927-932.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel<sup>TM</sup> para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, p.133-137, 1998.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Atualização da classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para o Estado de São Paulo com o uso de sistema de informação geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14, 2005, campinas. Resumos expandidos... Campinas: SBAGro, 2005. 1 CD-ROM.

SETIN, D.W. Avaliação de recipientes e tipo de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos, visando prevenção contra estresse hídrico e morte súbita dos citros. Cordeirópolis: Instituto Agronômico de Campinas, 2005. 12p. Disponível:<<http://www.vivecitrus.com.br/imagembank/Docs/DocBank/Área%20Tecnica/Daves%20Setin%20-%20Muda%20turbinada.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2006.

SETIN, D.W.; CARVALHO, S.A. Recipientes e tipo de enxertia na produção de mudas de citros com porta-enxertos duplos. In: Mostra da Iniciação Científica e Pós-Graduação do Centro APTA Citros Sylvio Moreira – IAC, 1, Cordeirópolis, 2005. Resumos: CAPTACSM-IAC, Cordeirópolis, 2005. (1 cd rom).

SHAKED, A.; COHEN, A.; HAMOU, M.; HASDAL, D. Inarching of Swingle Citrumeleiro in Israel. **HortScience**, v.22, n.6, p.1258-1260, 1987.

SOUZA, M de. Adubação das plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 52, p. 26 – 31, 1979.

STENZEL N. M. C., NEVES C. S. V. J., SCHOLZ M. B. S., GOMES J. C. Comportamento da laranjeira ‘folha murcha’ em sete porta-enxertos no noroeste do Paraná. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 408-411, dez. 2005.

STEUDLE E. Water uptake by plant roots: an integration of views. **Plant and Soil** v. 226, p. 45–56, 2000.

STUCHI, E.S., SEMPIONATO, O.R. SILVA, J.A.A. da. Influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. **Laranja**, Cordeirópolis, v.17, n. 1, p. 159-178, 1996.

STUCHI, E. S. e SILVA, S. R. Sub-enxertia dos citros - alternativa para controle de doenças. *Revista Coopercitrus*, n. 206, 2004.

SYVERTSEN, J.P. light acclimation in citrus leaves: II. CO<sub>2</sub> assimilation and light, water, and nitrogen use efficiency. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, p. 812-817, 1984.

SYVERTSEN, J.P.; ALBRIGO, L.G. Some effects of grapefruit tree canopy position on microclimate, water relations, fruit yield and juice quality. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** v. 105, p. 454 – 459, 1980.

SYVERTSEN, J.P.; GRAHAM, J.H. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of *Citrus* rootstocks. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 61, p. 464 - 468, 1985.

SYVERTSEN, J.P.; LLOYD, J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994. v. 2, chap. 4, p.65-99.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Tradução Eliane Romanato Santarém et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; SIMÃO, S.; BARBIN, D.; POMPEU JUNIOR, J. Produtividade por metro cúbico e vigor na laranjeira Valência sobre diferentes porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., 1972, Viçosa, MG. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973. v.1, p.331-341.

TERSI, F.E.A.; OJEDA, R.; GRAVENA, S. Técnica preventiva para escape da doença Morte Súbita dos Citros. In: CURSO TEÓRICO-PRÁTICO DE SUBENXERTIA. Jaboticabal, 2003. Apostila. Jaboticabal: Gravena ManEcol edições, 2003.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, R.J. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

TONIETTO, S.M.; TONIETTO, A. Floração da variedade ‘Tobias’ (*Citrus sinensis* Osbeck.) sobre três porta-enxertos no vale do Taquari-RS. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 27, n. 1, p. 14 – 16, abril 2005.

VIOLANTE NETTO, A.; RAIJ, B. van; BLASCO, E.E.A.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; QUAGGIO, J.A.; NEGRI, J.D.; RODRIGUEZ, O.; BATAGLIA, O.C.; MALAVOLTA, E. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. Cordeirópolis, **Laranja** (edição especial), 1994, 27 p.

VU, J.C.V.; YELENOSKY, G. Water deficit and associated changes in some photosynthetic parameters in leaves of ‘Valência’ orange (*Citrus sinensis* Osbeck). **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, p. 375-378, 1988a.

WUTSCHER, H.K. Rootstocks and mineral nutrition of citrus. In: JACKSON, L.K.; KREZDORN, A.H.; SOULE, J. (Ed) Int. Citrus SHORT COURSE, 1., Proceedings... Gainesville: University of Flórida, 1973. p.97-113.

YAMAMOTO, P. T., de JESUS JUNIOR, W. C., BASSANEZI, R. B., SANCHES, A. L., AYRES, A. J., GIMENES- FERNANDES, N., and BOVÉ, J. M. 2003. Transmission of the agent inducing symptoms of citrus sudden death by graft-inoculation under insect-proof conditions. (Abstr.) Fitopatol. Bras. (Suppl.) 28:S265

ZENTMYER, G. A. 1955. Diseases of the Avocado. California Avocado Society Yearbook. 39: 45-58.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. SANEST - Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores. Pelotas: UFPel, 1984. 75p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)