

**DOSES DE SULFATO DE MAGNÉSIO EM SUBSTRATO ORGÂNICO SOBRE O  
CRESCIMENTO, ESTADO NUTRICIONAL E TEORES DE CLOROFILA EM  
PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS**

**FILLIPE SILVEIRA MARINI**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2004**

**DOSES DE SULFATO DE MAGNÉSIO EM SUBSTRATO ORGÂNICO  
SOBRE O CRESCIMENTO, ESTADO NUTRICIONAL E TEORES DE  
CLOROFILA EM PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS**

**FILLIPE SILVEIRA MARINI**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy  
Ribeiro, como parte das exigências para  
obtenção do título de Mestre em Produção  
Vegetal

**ORIENTADORA: PROF.<sup>a</sup> CLÁUDIA SALES MARINHO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO - 2004**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, criador e Pai eterno que sempre esteve presente e fiel, visto que, por modo especial concedeu-me todas as coisas.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade concedida em realizar este curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo e viabilização dos recursos do trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, pela grande contribuição em minha formação profissional.

À Professora Cláudia Sales Marinho, pela orientação, apoio, companheirismo e paciência para transmitir sua experiência e conhecimento na realização deste trabalho.

Aos Professores Almy Junior Cordeiro de Carvalho, Eliemar Campostrini, pelo aconselhamento, pelas críticas e valiosas sugestões para a complementação do trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Sérgio Alves de Carvalho, pelo aconselhamento, pelas críticas e valiosas sugestões para a complementação do trabalho.

Aos Professores Pedro Henrique Monnerat e Débora Guerra Barroso, pela colaboração, pelas críticas e sugestões no projeto de tese.

Aos professores das disciplinas cursadas, pela dedicação no ensino das matérias.

Ao Técnico de laboratório José Acácio, pela paciência e importante contribuição para o trabalho.

Aos meus pais Maria da Paz e Gilson Marini e ao meu irmão Henrique Marini, pelo apoio, amor, carinho e dedicação.

Aos amigos: Hugo, Victor, Ana Clara, Andressa, Fred, Felipe, Gabriela, Rafael, Fabrício, Chico, Maisa, Marcos Pellegrini, Rodrigo, Josiane, Renato, Glauco, Miguel e a todos os outros grandes amigos, que acreditaram e me deram forças para o contínuo da caminhada.

Em especial a minha noiva Karina, pelo apoio, amor, carinho e dedicação.

Aos funcionários da Pesagro-Rio e UAP, pela ajuda fornecida na composição do material e apoio no trabalho.

Às bibliotecárias Magda e Jeovana, pela atenção dada ao empréstimo de literatura.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Porta-enxertos e mudas cítricas.....	4
2.2. Características de alguns porta-enxertos utilizados na citricultura brasileira.....	5
2.3. Nutrição mineral de porta-enxertos e mudas cítricas.....	7
2.4. Deficiência de magnésio em plantas e sua correção.....	9
2.5. Determinação dos teores de Mg em plantas por métodos não destrutivos.....	12
3. TRABALHOS.....	15
TRABALHO Nº 1	
Efeito de doses de sulfato de magnésio em substrato orgânico sobre o crescimento e estado nutricional de porta-enxertos cítricos.....	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	16
.....	
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.3.1. Crescimento dos porta-enxertos da repicagem até o ponto de enxertia.....	21

3.3.2. Teores de nutrientes na matéria seca das folhas dos porta-enxertos no ponto de enxertia.....	24
3.3.3. Teores de K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> e Mg <sup>2+</sup> trocáveis no substrato BC+TF, no ponto de enxertia.....	27
CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
Trabalho N° 2	
Estado nutricional de porta-enxertos cítricos submetidos a doses de sulfato de magnésio e sua relação com leituras do medidor portátil de clorofila SPAD-502.....	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E METODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
4.RESUMOS E CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
APÊNDICE.....	61

## RESUMO

MARINI, Fillipe Silveira; M.Sc; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro, 2004; *Doses de sulfato de magnésio em substrato orgânico sobre o crescimento, estado nutricional e teores de clorofila em porta-enxertos cítricos*. Orientadora: Cláudia Sales Marinho; Conselheiro: Eliemar Campostrini.

O presente trabalho foi conduzido sob viveiro telado no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no período de novembro de 2002 a setembro de 2003, com os objetivos de avaliar o crescimento e o estado nutricional de porta-enxertos cítricos, cultivados em substrato orgânico com diferentes doses de sulfato de magnésio; e determinar os teores de clorofila, os teores de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe nas folhas de porta-enxertos cítricos, submetidos a diferentes doses de sulfato de magnésio, e avaliar correlações com as leituras do medidor portátil de clorofila SPAD-502. O experimento foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) com seis repetições, em esquema fatorial (2x5), em que foram avaliados dois porta-enxertos, limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e tangerineira 'Sunki' [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka], e cinco doses de sulfato de magnésio (0, 400, 800, 1600 e 3200 g m<sup>-3</sup> MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O em substrato) para elevar a concentração de magnésio em, respectivamente, 0, 3, 6, 12 e 24 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Os porta-enxertos foram conduzidos em citropotes com substrato de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro (3:2;v:v). A parcela experimental foi constituída por duas plantas. As características avaliadas do ponto de repicagem até o ponto de enxertia foram: altura das plantas, número de folhas e diâmetro do caule (1,5 e 10 cm do colo); e,

no ponto de enxertia, foram: a área foliar, matéria seca da parte aérea e do sistema radicular e os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe. Os valores de SPAD-502 foram avaliados mensalmente a partir do 45º dia após a repicagem (DAR) até o ponto de enxertia, nas regiões baixeira (FB), intermediária (FI) e superior (FS). Os porta-enxertos foram comparados pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) enquanto que as doses de sulfato de magnésio e as épocas de avaliação foram submetidas a análises de regressão. O limoeiro 'Cravo' atingiu o ponto de enxertia aos 165 DAR e a tangerineira 'Sunki' aos 210 DAR. As doses de sulfato de magnésio empregadas não influenciaram as características de crescimento dos dois porta-enxertos, contudo, influenciaram os teores médios de N, K, Ca, Mg, S e Fe nas folhas da tangerineira 'Sunki' e os de Ca e K nas do limoeiro 'Cravo'. Em todas as doses de sulfato de magnésio empregadas, foram observados sintomas de deficiência de magnésio nas folhas do limoeiro 'Cravo'. As doses de sulfato de magnésio tiveram um efeito quadrático sobre a leitura de SPAD para o limoeiro 'Cravo'. O aumento dos teores de clorofila 'a', 'b' e totais foi acompanhado por um aumento linear dos valores das leituras do SPAD. Os coeficientes de correlação lineares, entre os teores de N, Ca, S e Fe e os valores de SPAD, foram significativos e positivos para ambos os porta-enxertos. Embora o Mg faça parte da molécula de clorofila, não foi observada correlação entre os seus teores nas folhas com as leituras do SPAD. O SPAD-502 pode ser utilizado como um instrumento para a avaliação dos teores de N e clorofila dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki'.



## ABSTRACT

MARINI, Fillipe Silveira; M.Sc; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February, 2004; *Levels of magnesium sulphate in organic substrate, effect on the growth, nutritional status and the contents of chlorophyll of citrus rootstocks*. Adviser: Cláudia Sales Marinho; Committee Members: Eliemar Campostrini.

The present work has been conducted under fenced nursery in the Campus of State University of Fluminense North Darcy Ribeiro, in the period from November 2002 to September 2003, aiming to evaluate the growth and nutritional state of citric rootstocks, raised in organic substrate with different magnesium sulfide doses, and to determine the contents of chlorophyll, N, P, K, Ca, Mg, S, and Fe in citric rootstocks leaves, submitted to different dosages of magnesium sulfide, with the objective of evaluating their correlations with the readings made by the portable chlorophyll measurer SPAD-502. The experimental design was in randomized blocks in factorial scheme, with six repetitions, in factorial outline (2x5), where two rootstocks were evaluated, 'Rangpur' lime (*Citrus limonia* Osbeck) and 'Sunki' tangerine tree [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka], and five magnesium sulfide dosages, being: 0, 400, 800, 1600, and 3200 g.m<sup>-3</sup> MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O in substratum, in order to elevate the magnesium concentration in, respectively, 0, 3, 6, 12 e 24 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. The rootstocks were conducted in citrus vases with sugar cane bagasse as substrate and filter pie (3:2, v/v). Each

experimental parcel was constituted by two plants. The characteristics evaluated from transplant point to graft point were: plants height, number of leaves and stem diameter (1.5 and 10 cm from the soil), and in the graft point the leaf area, dry matter of aerial part and radicular system, and the leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, S and Fe were evaluated. The SPAD-502 values were measured monthly since the 45<sup>th</sup> day after transplant (DAR) until the graft point, in low (FB), intermediate (FI) and superior (FS) regions. The rootstocks were compared by Tukey test ( $P < 0,05$ ). The magnesium sulfide dosage and evaluation times were submitted to regression analyses. The 'Rangpur' lime reached the graft point at 165 DAR and 'Sunki' tangerine at 210 DAR. The magnesium sulfide doses used did not influenced the growing characteristics of both the rootstocks, however they did influenced the mean contents of N, K, Ca, Mg, S and Fe in 'Sunki' tangerine leaves and Ca and K in 'Rangpur' lime leaves. In all of the dosages of magnesium sulfide used symptoms of magnesium deficiency in 'Rangpur' lime leaves were observed. The magnesium sulfide doses had a quadratic effect over the SPAD reading for 'Rangpur' lime. The 'a', 'b', and total contents of chlorophyll have grown in a linear way, followed by the increasing in values of SPAD readings. The linear correlation coefficients between the N, Ca, S and Fe contents and the SPAD values were significant and positive for both the rootstocks. Although Mg is part of the chlorophyll molecule, it was not observed correlation among its contents in leaves with SPAD readings. SPAD-502 can be used as an instrument for evaluating the N and chlorophyll contents in the 'Rangpur' lime and 'Sunki' tangerine rootstocks.

## 1. INTRODUÇÃO

Em primeiro de janeiro de 2003, entrou em vigor a portaria nº 3, de agosto de 1999, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo que proíbe a comercialização e o transporte de mudas cítricas produzidas em viveiros abertos. A medida é a conclusão de um processo iniciado em decorrência do aumento da disseminação da clorose variegada dos citros (CVC) e da constatação da importância fundamental que as mudas têm na propagação dessa e de outras doenças (Fundecitrus, 2002a). Esse processo parece irreversível e a tendência é de que seja adotado por outros Estados do Brasil.

No processo de produção de mudas certificadas, as plantas são cultivadas em ambientes protegidos requerendo o uso de substratos adequados. O substrato deve possuir equilíbrio entre os nutrientes minerais, ser isento de patógenos, possuir macro e microporos para um bom desenvolvimento radicular, boa capacidade de retenção de água, baixa densidade, elevada capacidade de troca catiônica, boa consistência visando à produção de torrões intactos quando retirados do recipiente, baixo custo e fácil obtenção (Gonçalves et al., 2000).

Existem vários substratos comerciais compostos de materiais orgânicos como casca de *Pinus*, vermiculita e outros.

De acordo com Serrano (2003), a produção de um substrato composto de bagaço-de-cana e torta-de-filtro mostrou-se excelente na formação de mudas cítricas. Nesse substrato, o limoeiro 'Cravo' atingiu o ponto de enxertia mais rapidamente que o produzido em substrato comercial composto de casca e folhas

de *Pinus* e vermiculita. Entretanto, três meses após o transplântio, as folhas baixeras apresentaram, sintomas típicos de deficiência de magnésio, comprovada pela análise foliar das plantas e pelo baixo teor de magnésio no substrato.

Para atender a novos plantios e replântios de pomares, o Estado de São Paulo apresenta uma demanda de 12 milhões de mudas cítricas por ano (Fundecitrus, 2004). Como atualmente há obrigatoriedade de produção em ambiente protegido, teria uma expectativa de mercado para 48.000 m<sup>3</sup> de substratos, o que indica um mercado promissor para materiais desenvolvidos especificamente para mudas cítricas.

Segundo Malavolta e Violante Netto (1989), a planta de citros é indicadora da deficiência de magnésio. Essa deficiência pode ser prejudicial ao crescimento dos porta-enxertos cítricos e da borbulha posteriormente enxertada.

Em plantas adultas, a deficiência de magnésio pode ser corrigida por meio de pulverizações com adubos foliares em complemento com adubações via solo. Na correção dessa deficiência, as pulverizações foliares têm um efeito de curta duração, sendo necessária sua repetição de duas a três vezes por ano entre a primavera e o verão. O uso combinado de pulverizações e aplicação de calcário torna-se uma prática muito eficaz para a diminuição dos sintomas (Weir e Sarooshi, 1991). Porém, pouco se conhece sobre a correção da deficiência de magnésio em mudas cultivadas, em substratos orgânicos.

A análise química dos teores de nutrientes, em tecidos vegetais, é um dos métodos mais precisos de avaliação do estado nutricional de plantas. Esse método, porém, demanda tempo e apresenta limitações quanto ao tempo gasto entre a retirada das amostras, a obtenção dos resultados e a tomada de decisão. Quando se trata da avaliação do estado nutricional de mudas, existe, ainda, o inconveniente da análise ser destrutiva.

O SPAD-502 (Minolta Co., Japão) é um aparelho portátil que permite fazer medições rápidas e fáceis dos pigmentos verdes das folhas, proporcionando agilidade no processo de diagnose. As leituras do SPAD-502 estão associadas à quantidade relativa de pigmentos verdes nas folhas (clorofilas). Na produção de porta-enxertos cítricos em tubetes, o SPAD-502 apresentou-se como uma ferramenta útil na avaliação do teor de clorofila e no manejo da adubação nitrogenada (Perin et al., 1999).

O magnésio é o elemento presente no centro da molécula de clorofila e participa no processo fotossintético (Taiz e Zeiger, 1998). Portanto, sua deficiência pode acarretar redução nos teores de clorofila, e as leituras encontradas pelo SPAD-502 podem determinar indiretamente os teores foliares de magnésio nas folhas.

Em plantas cítricas, a determinação dos teores foliares de clorofila, para auxiliar no diagnóstico do estado nutricional de N, já vem sendo utilizada. Contudo, a deficiência nutricional de outros nutrientes, como o magnésio, poderia interferir nesse tipo de correlação tornando importante o estudo desses casos.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio, adicionadas a um substrato orgânico, sobre o crescimento e o estado nutricional de dois porta-enxertos cítricos. Como objetivos secundários, procurou-se avaliar as correlações entre as leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e os teores de nutrientes e de clorofila nas folhas de porta-enxertos cítricos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Porta-enxertos e mudas cítricas

A citricultura tem-se destacado entre as principais atividades agrícolas na economia brasileira. Seus principais produtos para a exportação são: o suco concentrado (principal produto comercializado no mercado externo, representando 80% do comércio internacional de suco de laranja), o farelo de polpa e os óleos essenciais (Agriannual, 2002).

A cadeia cítrica ocupa o terceiro lugar no agronegócio brasileiro e perde somente para o café e a cana-de-açúcar (Fiorezi, 1999). Porém, diversas doenças como o Cancro (*Xantomonas axonopodis* pv. *citri*), a Clorose Variegada (*Xilella fastidiosa*), o Declínio (agente desconhecido), a Tristeza (*Citrus tristeza virus*) e a Gomose dos citros (*Phytophthora* sp) são responsáveis por grandes perdas e alterações na produção.

Atualmente há uma necessidade de diversificação no uso de porta-enxertos, nos pomares, devido à ocorrência de diversas moléstias, principalmente a Morte Súbita dos Citrus (M.S.C.). A M.S.C. é uma anomalia de causa ainda desconhecida que tem afetado e matado plantas no Sul do Triângulo Mineiro e Norte do Estado de São Paulo. Esse distúrbio foi detectada pela primeira vez no município mineiro de Comendador Gomes, em 2001, e já atingiu outros onze municípios. A morte súbita já foi constatada em diversas variedades enxertadas sobre limoeiro 'Cravo'. Em laranjeiras enxertadas sobre as

tangerineiras 'Cleópatra', 'Sunki' e Citrumelo 'Swingle', essa anomalia ainda não se manifestou. Também não foi constatado em pés francos de limoeiro 'Cravo' (Fundecitrus, 2004).

Segundo Neves et al. (2001), em 1999 gastou-se aproximadamente US\$ 28 milhões em mudas para a reposição de plantas nos pomares citrícolas. A preocupação crescente com a qualidade e sanidade tem levado, cada vez mais, à adoção de novas técnicas para a produção comercial de mudas de citros, evoluindo para o sistema de viveiros telados. Em 1992, o Ministério da Agricultura autorizou o Fundecitrus a assumir todas as responsabilidades relativas à prevenção e inspeção dos pomares e viveiros no Estado de São Paulo em relação ao Cancro Cítrico.

De acordo com a norma da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, portaria nº 3, de agosto de 1999, a partir de janeiro de 2003, ficou proibida a venda e transporte de mudas cítricas, no estado de São Paulo, produzidas em ambientes sem proteção (Fundecitrus, 2002a).

A produção de porta-enxerto em ambiente protegido no Estado de São Paulo vem superando a produção a céu aberto. De acordo com o levantamento do Fundecitrus, em fevereiro de 2002, estavam sendo produzidos cerca de cinco milhões de porta-enxertos em viveiros telados, mais do que o dobro da produção obtida em 2001. O número de porta-enxertos a céu aberto caiu de 13,5 milhões para 2,5 milhões de fevereiro de 2000 até fevereiro de 2002. O número de viveiros a céu aberto também caiu de 1550, em 1999, para 781 em 2002; e o de viveiros telados subiu de seis, em 1999, para 207 em 2002 (Fundecitrus, 2002b). Para garantir a segurança e sanidade dos pomares com mudas de qualidade, a mudança deve ser atribuída à consciência dos citricultores e às normas estabelecidas pela Secretaria.

O primeiro passo para a produção com qualidade é conseguir plantas-matrizes fornecedoras de sementes e borbulhas certificadas.

## **2.2. Características de alguns porta-enxertos utilizados na citricultura brasileira**

Segundo Koller (1994), a variedade de porta-enxerto deve ser escolhida segundo a afinidade de enxertia com a cultivar copa, quanto ao vigor,

desenvolvimento do sistema radicular, produtividade e resistência ou tolerância a moléstias.

De acordo com Pompeu Junior (1991), o porta-enxerto induz alterações à variedade copa afetando seu crescimento, tamanho, precocidade de produção, produtividade, época de maturação, peso dos frutos, coloração da casca e do suco, teor de açúcares e de ácidos, permanência dos frutos na planta, conservação pós-colheita, transpiração das folhas, fertilidade do pólen, composição química das folhas, capacidade de absorção de água e nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca e ao frio, resistência e tolerância a moléstias e pragas.

No Brasil, existem diversos porta-enxertos comerciais, mas o limoeiro 'Cravo' é o mais utilizado. Esta variedade constitui 75% dos porta-enxertos das mudas comercializadas pelos viveiristas no Brasil. Algumas propriedades agrícolas chegam a possuir até 95% de árvores sobre este porta-enxerto (Fundecitrus, 2002a).

É empregado, mas em menor escala, na Argentina, Texas e Índia. Apresenta grande rusticidade e adaptação a diversos tipos de solos. Suas principais características são: tolerância à tristeza, resistência à seca, alta produtividade, precocidade de produção, compatibilidade com diversas copas, boa adaptação a diversos tipos de solos e clima e moderada resistência à gomose de *Phytophthora* spp. É um porta-enxerto com suscetibilidade à exocorte, à xiloporose, ao declínio e altamente susceptível à verrugose (*Sphaceloma fawcetti*). Este confere baixa qualidade aos frutos e apresenta baixa resistência à geada (Leite Jr., 1992).

Vasconcellos et al. (1989) concluíram que o limoeiro 'Cravo' foi mais tolerante às variações de pH, alumínio e manganês, em Areia Quartzosa, Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho Amarelo, ficando a laranja 'Caipira' na posição intermediária e a tangerineira 'Cleópatra' com menor tolerância.

Outro porta-enxerto utilizado no Brasil é a tangerineira 'Sunki' [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka], muito usado na China. Seu maior problema é a obtenção de sementes, pois, em média, produz de uma a três sementes por fruto. É mais susceptível à exocorte e gomose de *Phytophthora* spp. Plantas sobre esse porta-enxerto produzem frutos de excelente qualidade, semelhantes aos obtidos



sobre a laranjeira azeda. É indicado para laranjas, tangerinas e pomelos (Leite Jr., 1992).

A tangerineira 'Sunki' possui como principais vantagens: à resistência a tristeza e a M.S.C., condição de proporcionar qualidade em frutos e, principalmente, compatibilidade com laranjeira 'Pêra'. Segundo Medina Filho et. al. (1992), a principal causa para a baixa produção de semente é a ausência de um polinizador adequado, tendo a tangerineira desta maneira, um certo grau de incompatibilidade.

### **2.3. Nutrição mineral de porta-enxertos e mudas cítricas**

A adição de fertilizantes proporciona um aumento do vigor dos porta-enxertos e, associada a um bom substrato, pode diminuir o tempo de enxertia e ida ao campo. A resposta do porta-enxerto à adição de fertilizantes depende de diversos fatores como: variedade, idade da planta, clima e, principalmente, os teores iniciais de cada elemento mineral, seja no solo ou no substrato.

Uma característica peculiar das plantas cítricas é o fato da concentração de Ca nas folhas ser superior à de outros nutrientes, incluindo o nitrogênio (Mattos Junior et al., 2001). Os citros armazenam uma grande quantidade de N na biomassa, podendo ser distribuída por toda planta, principalmente para os órgãos em desenvolvimento como folhas e frutos. Uma redução nas doses de N pode afetar tanto o desenvolvimento da planta quanto a sua produção.

Com a adubação nitrogenada, o porta-enxerto atinge mais rapidamente o ponto de repicagem, sendo a dosagem e a frequência de aplicação dependentes da espécie utilizada. Podem ser utilizados o nitrato de potássio, o nitrocálcio, o monoamônio fosfato ou outros fertilizantes solúveis mais completos, em aplicações semanais (Carvalho, 2001).

Segundo Decarlos Neto et al. (2002a), a adição de doses crescentes de N, utilizando-se uréia em cobertura, influenciou positivamente no crescimento dos porta-enxertos, promovendo acréscimos nos teores de N-total na matéria seca da parte aérea. Os porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra', 'Sunki' e 'Tangelo-Orlando' obtiveram o máximo de crescimento em altura com 1.240, 1.417, 1.170, 1.145, 1.117 mg dm<sup>-3</sup> de N, respectivamente, adicionadas ao substrato.

Carvalho et al. (2000) avaliaram doses de  $\text{KNO}_3$  (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 g  $\text{L}^{-1}$ ) nos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki' e constataram que o aumento na dose e frequência de aplicação proporcionaram elevações nos teores de N nos tecidos e, de maneira geral, diminuição nos teores de P, K, Ca, Mg e S na matéria seca total das plantas dos dois porta-enxertos, avaliados aos 120 dias pós-semeadura. As melhores respostas poderiam ter sido obtida com a utilização de outras fonte de N e de suplementação com macronutrientes, evitando-se o desequilíbrio nutricional.

Em viveiros para o bom desenvolvimento de porta-enxertos em substratos, a adição de fósforo, na forma de superfosfato simples é uma prática muito utilizada, esta adição influencia significativamente o crescimento e desenvolvimento dos porta-enxertos. Segundo Rezende et al. (1995), a dose de 5.120 g  $\text{m}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aplicada ao limoeiro 'Cravo' proporcionou o maior crescimento em altura e diâmetro do caule, estando este apto para enxertia aos 197 dias após a semeadura.

De acordo com Carvalho (2001), a suplementação de fertilizantes, como superfosfato simples ou fosfato natural, aos substratos (casca de *Pinus*, vermiculita e materiais orgânicos), fornece indiretamente cálcio e apresenta efeito comprovado no aumento do desenvolvimento de porta-enxerto em sementeiras em solo ou em tubetes.

O uso de fertilizantes pode agravar efeitos antagônicos ou sinérgicos entre os nutrientes. Segundo Bernardi et al. (2000), em mudas de laranja 'Valência' sobre o porta-enxerto 'Cravo', cultivadas em vasos com substrato de casca de *Pinus*, vermiculita e perlita, houve efeito inibitório do potássio sobre a absorção de Ca e Mg pelas mudas. Os teores de Ca, Mg e S aumentaram até as doses intermediárias de N utilizadas.

Vários substratos podem ser utilizados para a produção de mudas cítricas. Além dos substratos comerciais, podem ser utilizadas também diversas misturas de materiais. Grassi Filho et al. (2001), testaram várias combinações entre esterco de curral curtido, lignito, "agro-humus", plantmax<sup>®</sup>, casca de arroz carbonizada e bagacilho de cana-de-açúcar. As combinações mais adequadas proporcionaram a obtenção do ponto de enxertia aos 150 dias após a repicagem, sendo esse tempo considerado curto.

Serrano (2003), ao avaliar um substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar + torta de filtro, na proporção de 3:2;v:v, obteve porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' aptos à enxertia aos 154 dias após a repicagem. Entretanto, nesse experimento, foi observada uma deficiência de magnésio nas folhas baixas, levando à pressuposição de que a correção dessa deficiência poderia reduzir, ainda mais, o tempo de produção do porta-enxerto.

Os teores médios foliares encontrados por Serrano (2003) em porta-enxerto de limoeiro 'Cravo', no substrato de bagaço de cana e torta de filtro, estão representados no Quadro 1.

Quadro 1. Teores médios de nutrientes na matéria seca foliar de plantas de limoeiro 'Cravo', no ponto de enxertia em substrato de bagaço de cana e torta de filtro, (3:2;v:v) em blocos prensados e tubetes (Serrano, 2003)

Nutrientes	Teores de M.S.
	g kg <sup>-1</sup>
N	21,4 – 23,5
P	2,1 – 2,6
K	17,3 – 18,9
Ca	30,1 – 33,1
Mg	0,5 – 0,6
S	2,4
	mg kg <sup>-1</sup>
B	96,4 – 104,6
Fe	106,3 – 146,9
Mn	208,0 – 218,7
Zn	167,6 – 183,0

#### 2.4. Deficiência de Magnésio em plantas e sua correção

O magnésio é um nutriente essencial para as plantas e a sua falta pode acarretar diversos problemas fisiológicos.

De acordo com Malavolta et al. (1989), os sintomas visuais mais frequentes da deficiência de magnésio são uma clorose internerval que começa com o aparecimento de um mosqueado verde-amarelo formado por manchas

pequenas e irregulares, uniformemente distribuídas na maioria das folhas velhas, ao passo que os tecidos adjacentes às nervuras permanecem verdes. Em citros, especificamente, a clorose ocorre primeiro nas regiões internervais, que são áreas limitadas por margens verdes perfeitamente definidas na forma de um “V” invertido.

A clorose indica uma degradação de clorofilas e proteínas, principalmente proteínas estruturais nos tilacóides dos cloroplastos. A deficiência de magnésio causa uma diminuição da síntese de proteínas e, como 25% do total dessas proteínas nas folhas estão localizadas nos cloroplastos, leva a modificações nessas estruturas e na sua função, incluindo a cadeia transportadora de elétrons no fotossistema II (PS II) (Marschner, 1995).

De acordo com Marschner (1995), o magnésio está relacionado com o metabolismo do fósforo em algumas reações de transferência de grupos fosfatos (fosfatases e ATPases), importantes para a ativação de diversos sistemas enzimáticos das plantas, como a ativação das enzimas relacionadas com o metabolismo dos carboidratos, regulação para o processo de produção de proteínas (RNA polimerase) e regulação da RuBP carboxilase/oxigenase na fotossíntese, evitando a formação de superóxidos e a fotoxidação.

Segundo Marschner (1995), o magnésio é absorvido na forma do íon  $Mg^{2+}$  pelas raízes e, quando aplicado às folhas, é rapidamente absorvido. Entretanto, a intensidade de absorção diminui drasticamente em poucas horas.

O Magnésio apresenta alta mobilidade nas plantas, sendo os sintomas de sua deficiência observados nas folhas mais velhas devido à translocação desse nutriente para as folhas mais novas (Camargo e Silva, 1975).

A translocação do magnésio na planta é polar, isto é, ele somente se transloca acropetamente (da base da planta para as suas extremidades). A sua deficiência pode ser corrigida com o fornecimento às raízes (Camargo e Silva, 1975).

Avaliando a contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e difusão para o suprimento de potássio, cálcio e magnésio em plantas de arroz, Ruiz et al. (1999) concluíram que, para o cálcio e o magnésio o transporte por fluxo de massa foi o mais eficaz.

De acordo com Camargo e Silva (1975), para se corrigir a deficiência de magnésio em pomares de citros já estabelecidos, pulveriza-se o sulfato de

magnésio via foliar em solução na concentração de 2,0 – 2,5 g L<sup>-1</sup>, em 2 a 3 vezes por ano. Em adubação via solo, deve-se usar até 50 kg ha<sup>-1</sup> em volta da planta ou na cova de plantio.

Segundo van Raij et al. (1997), o teor de magnésio no solo deve ser mantido no mínimo em 9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> para formação de pomares ou manutenção de pomares cítricos já instalados. Para os mesmos autores, os limites de interpretação de teores de Mg em solos correspondem a menor que 4, entre 5 e 8 e maior que 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>, como baixo, médio e alto, respectivamente.

Boaretto et al. (1999) recomendam para pomares, uma dose máxima de 600 g ha<sup>-1</sup> de Mg após o florescimento, fazendo duas aplicações com intervalo de 20 dias. Essa orientação serve como corretiva ou preventiva, empregada quando se constata ou se espera que ocorra a deficiência.

Rein e Sousa (1999), não recomendam a adubação foliar com magnésio, pois seriam necessárias muitas pulverizações para um pequeno aumento nos teores de Mg no tecido vegetal. A adubação foliar é eficiente apenas para a correção de deficiências de micronutrientes, cujos teores nos tecidos vegetais são aproximadamente 100 vezes menores que os teores de magnésio.

De acordo com Rodriguez (1980), a absorção de magnésio em citros é influenciada pela acidez do solo, pela presença de outros nutrientes na solução do solo, notadamente Ca e K, e pela umidade e temperatura do solo. Em pH acima de seis, o uso de Mg na forma de carbonato, diminui a sua disponibilidade. Neste caso, deve ser usado o Mg na forma de sulfato.

Camargo e Silva (1975), citam como as principais fontes de magnésio o sulfato de magnésio e o nitrato de magnésio. O sulfato de magnésio apresenta-se normalmente na forma de MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, cristalizado em grandes prismas rômnicos incolores. Sua densidade é de 1,61 a 1,71. É solúvel em água na proporção de 85%, a 0 °C, e insolúvel em álcool absoluto. Pode ser fornecido e misturado com calcário dolomítico moído; essa mistura contém de 60 a 82% de MgSO<sub>4</sub>, equivalente a 16,1 a 16,5% de Mg respectivamente, ou cerca de 30,13% de MgO. O sulfato de magnésio destinado a adubação contém de 17 a 20% de Mg, ou 33% de MgO.

O nitrato de Mg é um sal cristalizado, muito solúvel em água e em álcool. Funde-se a 90 °C e, aumentando a temperatura, converte-se em sal pouco solúvel. Contém 15,5% de MgO e 11% de N.

O carbonato de Mg tem 27% de Mg calculado como MgO. O calcário dolomítico apresenta cerca de 18% de Mg, sendo a forma mais empregada para fins de adubação em solos ácidos. Ambos são insolúveis em água e no solo dissolvem-se lentamente.

O calcário é a fonte de magnésio mais usada em virtude do seu baixo preço e do fato de ser utilizado na correção da acidez dos solos. Com base nos teores de magnésio, expressos como óxidos (MgO), os calcários são classificados como: calcíticos (teores menores que 5%), magnesianos (teores entre 5 e 12%) e dolomíticos (teores acima de 12%) (Rein e Sousa, 1999).

A detecção e a correção da deficiência de Mg, em mudas cítricas, são um assunto pouco discutido na literatura.

## **2.5. Determinação dos teores de Mg em plantas por métodos não destrutivos**

A análise química dos teores de nutrientes em tecidos vegetais é um dos métodos mais precisos de avaliação do estado nutricional de plantas. Esse método, entretanto, é demorado e apresenta limitações quanto ao tempo gasto entre a retirada das amostras, a obtenção dos resultados e a tomada de decisão. Quando se trata da avaliação do estado nutricional de mudas, existe, ainda, o inconveniente da análise ser destrutiva. Sendo assim, outras técnicas mais rápidas e não destrutivas vêm sendo estudadas, inclusive por meio do uso do medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Co., Japão).

O SPAD-502 é um aparelho portátil que permite fazer medições rápidas e fáceis dos pigmentos verdes das folhas, proporcionando agilidade no processo de diagnose. Esse equipamento possui uma pequena área (2 x 3 mm) por onde a luz atravessa a folha e incide sobre o receptor medindo a absorção dos fótons de  $\lambda = 680$  nm. Alternadamente à emissão do  $\lambda = 680$  nm, o equipamento emite um  $\lambda = 940$  nm para eliminar o efeito da espessura e do teor de água na folha. Com absorção destes dois comprimentos de onda, o equipamento calcula um número ou índice SPAD (Instruction manual, 2003). O valor é adimensional e, para sua utilização como ferramenta para quantificar o teor de clorofila, deve ser comparado com uma curva padrão. Como o magnésio está presente no centro da

molécula de clorofila, os valores encontrados pelo SPAD podem determinar indiretamente os teores de Mg nas folhas.

De acordo com Torres Netto et al. (2002), tal método pode proporcionar uma substancial economia de tempo, espaço e recursos, contribuindo na melhoria das interpretações dos processos fotossintéticos. Seus resultados mostram correlações entre os teores de clorofila e carotenóides extraídos em dimethylsulphoxide (DMSO), os teores de nitrogênio, a fluorescência da clorofila 'a', com as leituras medidas pelo SPAD-502 (Minolta Co., Japão), em folhas de *Carica papaya* L.

Os métodos utilizados para a extração de clorofila, em material vegetal, são destrutivos e baseiam na utilização de solventes orgânicos. Por isso, métodos não destrutivos para a quantificação dos teores de clorofila e nitrogênio como os efetuados pelo SPAD apresentam uma vantagem adicional.

Perin et al. (1999), utilizando o SPAD-502 (Minolta Co., Japão), avaliaram o teor de clorofila do limoeiro Cravo, aos 90 e 120 dias após a semeadura, medindo-se a sexta folha emitida e concluíram que o teor de clorofila aumentou com as doses do fertilizante nitrogenado utilizado até indicar uma absorção de luxo do nitrogênio. O SPAD se apresentou como uma ferramenta útil na avaliação do teor de clorofila e no manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos.

Shaahan et al. (1999) concluíram que o aparelho portátil Hydro N-Tester (Minolta, Japan) pode ser utilizado para medir o teor de nitrogênio e magnésio em mangueiras, goiabeiras e videiras nas condições de campo. Para a tangerineira houve correlação entre os teores de N e as leituras efetuadas pelo aparelho, entretanto, o mesmo não foi verificado para os teores de magnésio.

Villas Boas et al. (2003), utilizando o SPAD-502 (Minolta Co., Japão), com o objetivo de gerar informações para suporte no uso do Índice Relativo de Clorofila (IRC), concluíram que a utilização deve ser criteriosa. Não se pode estabelecer uma faixa ideal de IRC, principalmente devido à diferença de espessura entre as folhas das plantas avaliadas, sendo necessária a adoção de uma área de referência (N-total) para a comparação com o IRC.

Decarlos Netto et al. (2002b), avaliando os teores foliares de clorofila total (a+b) em porta-enxertos de citros, com adição de doses crescentes de N, concluíram que os teores foliares de clorofila total (a+b) se correlacionaram

positivamente com as características de crescimento dos porta-enxertos. Os teores adequados de clorofila total (a+b) para o limoeiro 'Cravo', a tangerineira 'Cleópatra' e a tangerineira 'Sunki' ficaram nas faixas de 2,46 a 3,94; 3,29 a 4,0 e 1,8 a 3,16 mg dm<sup>-2</sup> de clorofila, respectivamente.



### **3. TRABALHOS**

#### **EFEITO DE DOSES DE SULFATO DE MAGNÉSIO EM SUBSTRATO ORGÂNICO SOBRE O CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE PORTA- ENXERTOS CÍTRICOS**

##### **RESUMO**

A deficiência de magnésio, de ocorrência comum em plantas cítricas, pode prejudicar o crescimento de mudas em viveiro. Assim, foi conduzido este trabalho com a finalidade de avaliar o crescimento e o estado nutricional de porta-enxertos cítricos, cultivados em substrato orgânico com diferentes doses de sulfato de magnésio. Adotou-se o delineamento em DBC em esquema fatorial com seis repetições, avaliando-se dois porta-enxertos (limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki) x cinco doses de sulfato de magnésio (0, 400, 800, 1600 e 3200 g m<sup>-3</sup> de MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O em substrato). Foram avaliados, quinzenalmente, o diâmetro do caule, a altura e o número de folhas, da repicagem ao ponto de enxertia. No ponto de enxertia, foram avaliados também a área foliar, o peso seco de folhas, caules e raízes, e os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe. As doses de sulfato de magnésio empregadas não influenciaram as características de crescimento dos dois porta-enxertos, contudo, influenciaram os teores médios

de N, K, Ca, Mg, S e Fe nas folhas da tangerineira 'Sunki' e os de Ca e K nas do limoeiro 'Cravo'. Em todas as doses de sulfato de magnésio empregadas, foram observados sintomas de deficiência de magnésio nas folhas do limoeiro 'Cravo'.

## **ABSTRACT**

### **Levels of magnesium sulphate in organic substrate: Effect on the growth and nutritional status of citrus rootstocks**

The magnesium deficiency, commonly verified in citrus seedlings can be harmful for the growth of seedlings in the nursery. This work was carried out with the aim of evaluating growth and nutritional status of citrus rootstocks, cultivated in organic substrate fertilized with different levels of magnesium sulphate. The experimental design was in randomized blocks in factorial scheme, with six replications, being evaluated two rootstocks ('Rangpur' lime and 'Sunki' tangerine) x five levels of magnesium sulphate (0, 400, 800, 1600 and 3200 g m<sup>-3</sup> of MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O at substrate. Number of leaves plant, height and diameter of stem were evaluated from transplantation to budding stage. In the budding stage were evaluated, too, foliar area, dry weight of leaves, stems and roots, and concentration in leaves of N, P, K, Ca, Mg, S and Fe. The magnesium sulphate levels did not affected growth seedlings, although it has altered N, K, Ca, Mg, S and Fe concentrations in 'Sunki' tangerine leaves and Ca and K concentrations on the leaves of Rangpur lime. In all sulphate magnesium levels employed deficiency symptoms of magnesium were observed in the leaves of Rangpur lime.

## **INTRODUÇÃO**

A produção de frutas cítricas, no Brasil, é superior a 18 milhões de toneladas anuais (Agrianual, 2002). A manutenção ou expansão dessa produção

depende, no momento, principalmente, do uso de mudas saudáveis e com ótimo potencial genético.

Para atender a novos plantios e substituição de plantas, a demanda por mudas cítricas é de, aproximadamente, 12 milhões de mudas por ano (Fundecitrus, 2002). A ocorrência de novas doenças e pragas tem levado à produção dessas mudas em sistemas protegidos que permitem a adoção de um controle fitossanitário mais rigoroso.

No processo de produção de mudas certificadas, as plantas são cultivadas em viveiros telados requerendo o uso de substratos adequados. Para atender à demanda atual de mudas, seria necessário um volume aproximado de 48.000 m<sup>3</sup> de substrato por ano, apontando para o crescimento de um mercado de materiais desenvolvidos especificamente para mudas cítricas.

Segundo Gonçalves et al. (2000), o substrato deve possuir equilíbrio entre os nutrientes minerais, ser isento de patógenos, possuir macro e microporos para um bom desenvolvimento radicular, boa capacidade de retenção de água, baixa densidade, elevada capacidade de troca catiônica, boa consistência visando à produção de torrões intactos quando retirados do recipiente, baixo custo e fácil obtenção.

Existem vários substratos comerciais compostos de materiais orgânicos como casca de Pinus, vermiculita e outros, que podem ser usados na produção de porta-enxertos e mudas cítricas. De acordo com Serrano (2003), um substrato composto de bagaço-de-cana e torta-de-filtro apresentou boas características para a formação de porta-enxerto cítrico. Nesse substrato, o limoeiro 'Cravo' atingiu o ponto de enxertia mais rapidamente que o produzido em substrato comercial composto de casca de Pinus e vermiculita. Entretanto, as folhas baixas apresentaram, três meses após a repicagem, sintomas típicos de deficiência de magnésio comprovados pela análise foliar das plantas e pelo baixo teor relativo de magnésio no substrato.

Segundo Malavolta e Violante Neto (1989), a planta de citros é indicadora da deficiência de magnésio. A deficiência de magnésio, em plantas adultas pode ser corrigida por meio de pulverizações com adubos foliares em complemento com adubações via solo. As pulverizações foliares têm um efeito de curta duração na correção dessa deficiência, sendo necessária sua repetição de duas a três vezes por ano entre a primavera e o verão.

O uso combinado de pulverizações e aplicação de calcário é eficaz na diminuição dos sintomas de deficiência de magnésio (Weir e Sarooshi, 1991). Porém, pouco se conhece sobre a correção dessa deficiência em mudas cultivadas em substratos orgânicos. Em hipótese, essa deficiência poderia ser prejudicial ao crescimento de porta-enxertos cítricos.

Assim, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio, adicionadas a um substrato orgânico, sobre o crescimento e o estado nutricional de dois porta-enxertos cítricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido entre fevereiro e setembro de 2003, em viveiro telado localizado na área experimental da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no município de Campos dos Goytacazes, Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. A temperatura máxima média foi de 32,2 °C e a temperatura mínima média foi de 22,78 °C.

O experimento foi planejado em esquema fatorial sendo avaliados dois porta-enxertos e cinco doses de sulfato de magnésio adicionadas ao substrato. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis repetições e duas plantas por parcela. Os porta-enxertos avaliados foram o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e a tangerineira 'Sunki' [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka]. As doses de sulfato de magnésio empregadas foram: 0, 400, 800, 1600 e 3200 g m<sup>-3</sup> de MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O em substrato para elevar a concentração de magnésio em, respectivamente, 0, 3, 6, 12 e 24 mmolc dm<sup>-3</sup> no substrato.

Foi utilizado um substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar + torta de filtro (BC+TF), na proporção de 3:2:v:v, respectivamente, preparado conforme recomendações de Serrano (2003). As análises de uma amostra desse substrato, cujos resultados são apresentados no Quadro 1, foram realizadas de acordo com metodologias descritas por Silva (1999), que determinam os teores totais dos nutrientes.

Quadro 1. Características químicas de uma amostra do substrato orgânico composto de bagaço-de-cana e torta-de-filtro (3:2;v:v)

N	P	K	Ca	Mg	S	C	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	pH
(g kg <sup>-1</sup> )							(mg kg <sup>-1</sup> )				(g kg <sup>-1</sup> )	
17,2	57,2	3,9	42,0	4,5	6,2	271	16120	80	200	800	0,3	6,9*

Análise efetuada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Leonel Miranda.

\*pH determinado em água no Laboratório de Fitotecnia – UENF/CCTA.

Foram determinados, também, os teores trocáveis de K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Ca<sup>2+</sup> em amostras secas retiradas do substrato numa proporção de 5 g de substrato para 25 mL de água, realizando-se a análise de K<sup>+</sup> trocável por meio do extrator Mehlich-1. Para as análises de Mg<sup>2+</sup> e Ca<sup>2+</sup> trocáveis, foi utilizado o extrator KCl 1N (Silva, 1999). Foram retiradas cinco amostras homogêneas antes de ser efetuada a adubação. Depois do ponto de enxertia, foram analisadas também quatro amostras do substrato de cultivo de cada tratamento.

As sementes dos porta-enxertos foram adquiridas do banco de germoplasma do Centro APTA Citrus Sylvio Moreira - IAC – Cordeirópolis-SP. As sementes foram armazenadas em geladeira à temperatura de 5 °C e, um dia antes da semeadura, sofreram um tratamento por imersão em solução contendo hidróxido de sódio (25 g L<sup>-1</sup>), hipoclorito de sódio (250 mL L<sup>-1</sup>) e ácido clorídrico 12 N (3 mL L<sup>-1</sup>), durante 45 minutos, sendo misturado a cada 15 minutos para a remoção do tegumento.

Na época da semeadura, o substrato recebeu uma adubação com o fertilizante de liberação lenta Osmocote®, formulação 14-14-14 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), na dosagem de 300 g m<sup>-3</sup> de acordo com a recomendação de Serrano (2003).

Os porta-enxertos foram semeados em tubetes de 0,05 dm<sup>3</sup> suspensos sobre bandejas, em novembro de 2002. Cada tubete recebeu três sementes e, posteriormente, foram realizados o desbaste e seleção para eliminação de plantas atípicas. Foram utilizadas três bandejas (contendo 96 tubetes cada) para cada porta-enxerto.

Quando atingiram entre 13 a 15 cm de altura, em fevereiro de 2003, as mudas foram repicadas para citrovasos de 3,8 dm<sup>3</sup>, recipiente de plástico cônico com seis estrias longitudinais e um orifício na base. Nessa época, as doses de

sulfato de magnésio foram adicionadas ao substrato antes do preenchimento dos citrovasos.

Para o preenchimento dos citrovasos, o substrato recebeu uma adubação com  $2 \text{ kg m}^{-3}$  de superfosfato simples conforme o utilizado por Fachini e Galbiatti (2001). Essa quantidade corresponde a 7,6 g de superfosfato simples por citrovaso ou 1,37 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$ /citravaso. Cada planta recebeu, ainda, a adição de fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup>, formulação 17-07-12 (N- $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ ), na dose de 5 g por citrovaso correspondendo a 0,35 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0,85 g de N e 0,6 g de  $\text{K}_2\text{O}$  por citrovaso. Adubações complementares foram realizadas por meio de pulverizações foliares seguindo as recomendações de van Raij et al. (1997), elas são: óxido de cobre ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ); ácido bórico ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ); sulfato de zinco ( $3,5 \text{ g L}^{-1}$ ); sulfato de manganês ( $2,5 \text{ g L}^{-1}$ ) e uréia ( $5 \text{ g L}^{-1}$ ). Foram realizadas pulverizações aos 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 e 190 dias após a repicagem (DAR).

Foram realizadas pulverizações periódicas com inseticidas para controle da lagarta minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*). Os inseticidas utilizados foram pulverizações de Abamectin (Vertimec<sup>®</sup>) e uma pulverização de Imidacloprid (Winner<sup>®</sup>) via caule. Aos 90 dias DAR foram iniciadas aplicações de óxido de cobre ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) a cada 15 dias.

Quinzenalmente, foram avaliados a altura da planta, o diâmetro do caule (a 1,5 e a 10 cm do colo) e o número de folhas, até o ponto de enxertia.

As plantas foram consideradas no ponto de enxertia quando 50 % delas, em pelo menos um dos tratamentos, atingiu 8 mm de diâmetro do caule a 10 cm de altura do colo. O ponto de enxertia foi determinado para cada porta-enxerto separadamente. Nesta época, foi realizado o corte da parte aérea rente ao colo de uma planta por parcela. Foi avaliada, então, a área foliar medida pelo medidor foliar Model aparelho LI-3100 area meter (Licor, USA). A parte aérea e o sistema radicular foram colocados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de  $72 \text{ }^\circ\text{C}$  por 48 horas e, posteriormente, avaliados o peso seco da parte aérea e do sistema radicular.

As folhas foram trituradas em moinho tipo Willey e submetidas a análises químicas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, e Fe, no setor de Nutrição Mineral de Plantas, Laboratório de Fitotecnia da UENF, de acordo com metodologias descritas por Malavolta et al. (1997) e Jones Jr. et al. (1991).

O teor de N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1958), após digestão da matéria seca com  $H_2SO_4$  e  $H_2O_2$ . Os teores de P, K, Ca, Mg, S e Fe foram determinados no extrato obtido a partir da digestão com ácidos nítrico e perclórico. Para a determinação dos teores de P, utilizou-se o método colorimétrico do molibdato; para o teor de K, espectrofotometria de emissão de chama; turbidimetria para o teor de S, e espectrofotometria de absorção atômica para os teores de Ca, Mg e Fe.

Os dados foram submetidos a análises de variâncias, e, nos casos de significância ( $P < 0,05$ ), procedeu-se o estudo das regressões para os componentes de primeiro e segundo grau. Para as características avaliadas quinzenalmente, como a altura, o diâmetro do caule (a 1,5 e a 10 cm do colo) e o número de folhas, a análise foi feita em esquema de parcelas subdivididas no tempo, e o fator dias após a repicagem (até 165 dias) foi também avaliado. Os porta-enxertos foram comparados pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), enquanto as doses de sulfato de magnésio e as épocas de avaliações foram submetidas a análises de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1. Crescimento dos porta-enxertos da repicagem ao ponto de enxertia

Não houve efeito das doses de sulfato de magnésio sobre o crescimento dos porta-enxertos. O limoeiro 'Cravo' atingiu seu ponto de enxertia aos 165 DAR e a tangerineira 'Sunki' aos 210 dias após a repicagem (DAR) (Figura 1). O limoeiro 'Cravo' apresentou maior vigor inicial comparado com a tangerineira 'Sunki', atingindo o ponto de enxertia primeiro.

O limoeiro 'Cravo' é considerado um dos porta-enxertos que apresentam maior vigor vegetativo no viveiro possibilitando a obtenção de mudas em menor espaço de tempo, justificando assim sua preferência pelos viveiristas. Porém, com o surgimento da Morte Súbita dos Citros (M.S.C.), a diversificação de porta-enxertos tornou-se imperativa para a citricultura.

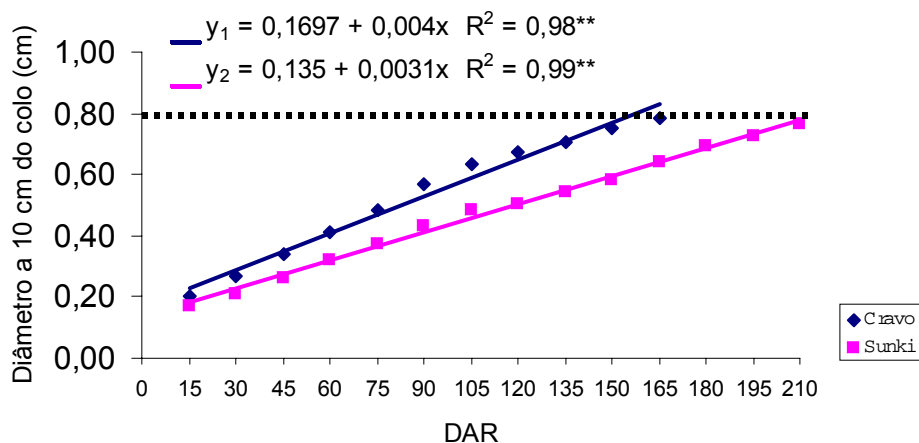


Figura 1. Diâmetro a 10 cm do colo da planta para o limoeiro 'Cravo' ( $y_1$ ) e a tangerineira 'Sunki' ( $y_2$ ), da repicagem o ponto de enxertia.

\*\* significativo a 1% de probabilidade

Em combinações de copas enxertadas sobre a tangerineira 'Sunki', não foi constatada, até o momento, a ocorrência da M.S.C. (Fundecitrus, 2002). Além disso, esse porta-enxerto oferece outras vantagens, como tolerância ao declínio, e confere à cultivar copa uma boa qualidade de frutos, justificando a pesquisa de técnicas que aumentem seu vigor no viveiro (Leite Jr., 1992).

No ponto de enxertia, os porta-enxertos apresentaram diferenças em suas características físicas (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas dos porta-enxertos no ponto de enxertia

Porta-enxerto	Altura (cm)	Diam. 1,5 cm (cm)	Diam. 10 cm (cm)	Nº. Folhas	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	Mat. seca Folha (g)	Mat. seca Caule (g)	Mat. seca Raiz (g)
<b>Cravo</b>	146 b	0,94 a	0,78 a	65,5 b	1933 b	15,4 b	17,8 b	12,4 a
<b>Sunki</b>	161 a	0,89 b	0,76 a	93,1 a	2128 a	17,3 a	20,4 a	9,42 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

O limoeiro 'Cravo' atingiu o ponto de enxertia com altura média de 146 cm, enquanto a tangerineira 'Sunki' atingiu este ponto com altura média de 161 cm. Devido ao maior tempo para atingir o ponto de enxertia, a tangerineira 'Sunki'



apresentou uma altura superior à do limoeiro 'Cravo' para obtenção do mesmo diâmetro de caule a 10 cm do colo da planta. Esse comportamento dificulta o manejo no viveiro, atrasa a formação da muda e aumenta os custos de sua produção. A tangerineira 'Sunki' apresentou também internódios mais curtos, maior número de folhas e folhas menores quando comparada ao limoeiro 'Cravo'.

A quantidade de matéria seca produzida por folhas e caules foi maior na tangerineira 'Sunki' em função, provavelmente, do seu maior crescimento em altura, enquanto o limoeiro 'Cravo' apresentou maior valor para a relação raiz/parte aérea, indicativa da maior tolerância que este porta-enxerto apresenta à seca em condições de campo.

O desenvolvimento e crescimento do sistema radicular e da parte aérea são interdependentes, ou seja, a limitação a um resulta em uma restrição ao outro, podendo ocorrer uma competição entre eles. Tanto que o desenvolvimento do sistema radicular é mais intenso quando não está ocorrendo crescimento vegetativo (Castro et al., 2001).

Houve interação entre os porta-enxertos e as épocas de avaliação (até 165 DAR) para a altura, diâmetro do caule (a 1,5 e a 10 cm do colo) e número de folhas. O limoeiro 'Cravo' apresentou maior crescimento em altura e diâmetro de caule enquanto a tangerineira 'Sunki' apresentou maior número de folhas (Figuras 1 e 2).

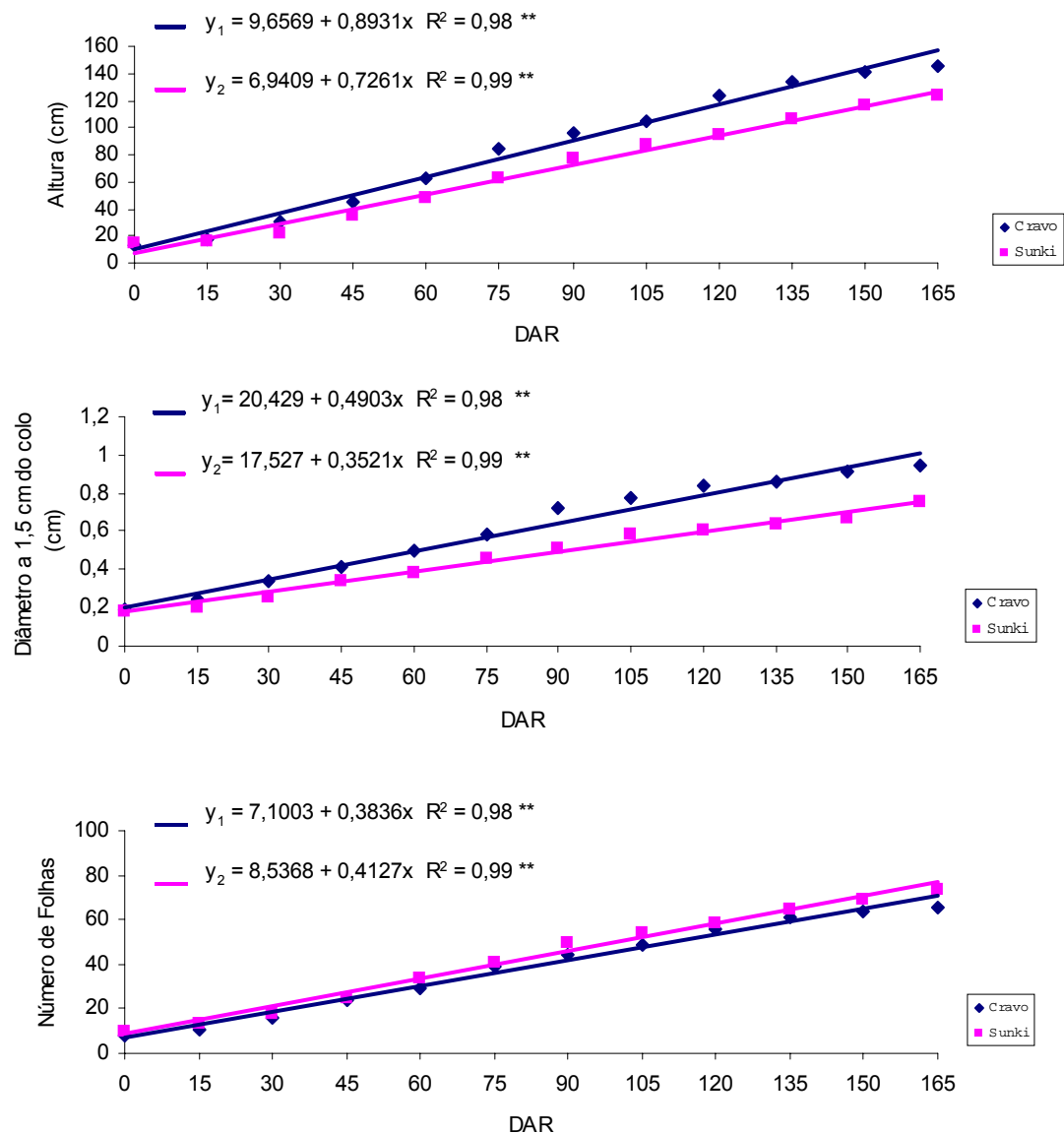


Figura 2. Médias da altura, do diâmetro (a 1,5 cm do colo) e do número de folhas dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' ( $y_1$ ) e tangerineira 'Sunki' ( $y_2$ ), avaliados quinzenalmente até os 165 DAR.  
\*\* significativo a 1% de probabilidade

### 3.3.2. Teores de nutrientes na matéria seca das folhas dos porta-enxertos no ponto de enxertia

Para o limoeiro 'Cravo', as doses de sulfato de magnésio não influenciaram os teores de N, K, Mg, S e Fe. Para a tangerineira 'Sunki', o teor de N nas folhas aumentou linearmente com a aplicação do adubo (Figura 3).

Verifica-se que, para a tangerineira 'Sunki', o aumento da dose de sulfato de magnésio acima de  $750 \text{ g m}^{-3} \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  de substrato promoveu uma redução nos teores foliares de Ca. Esse mesmo comportamento foi observado para o limoeiro 'Cravo', porém, a redução do teor de Ca somente foi observada acima da dose de  $1500 \text{ g m}^{-3} \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  de substrato.

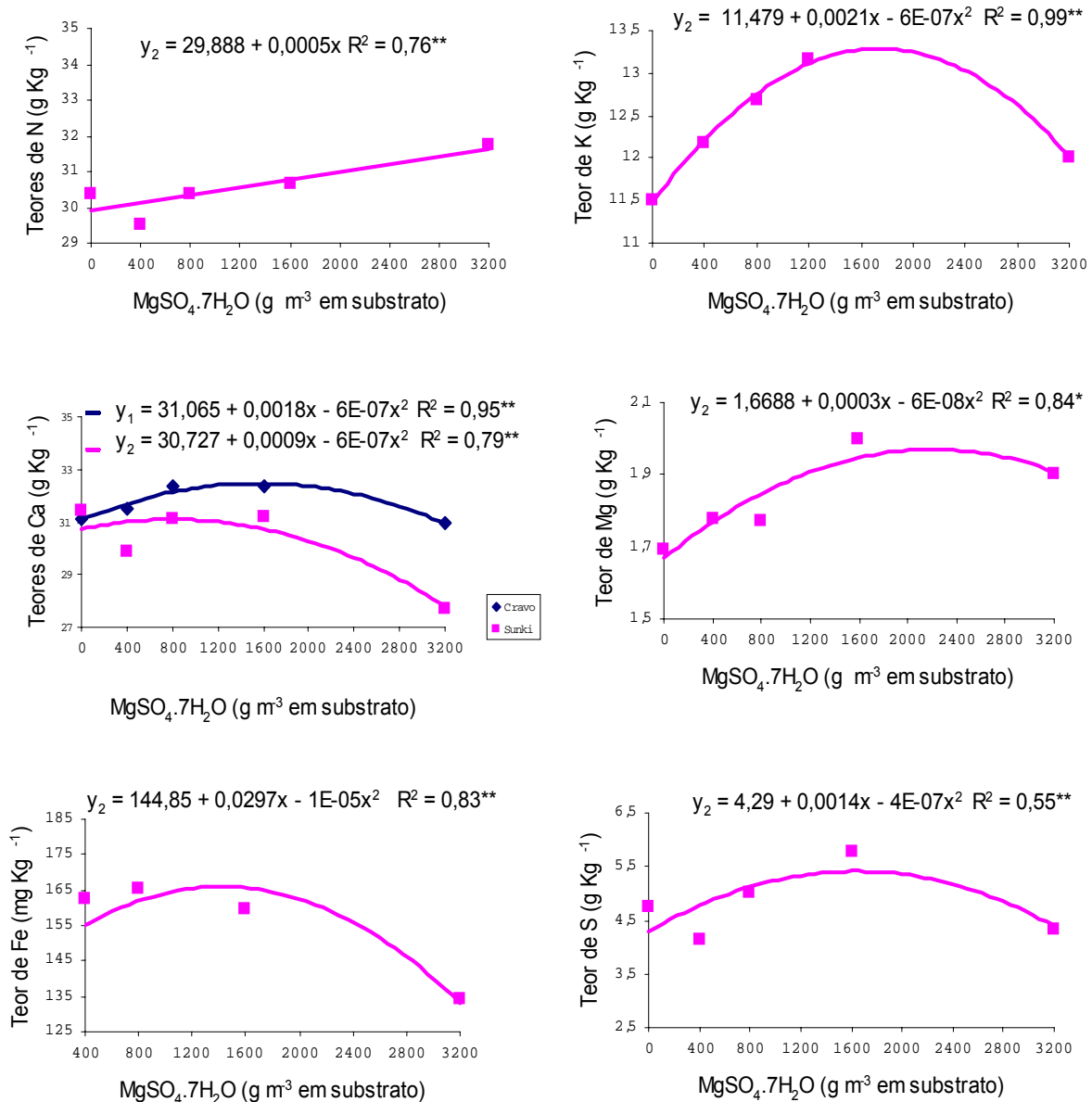


Figura 3. Médias dos teores de N, K, Ca, Mg, Fe e S, em função de doses de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' ( $y_1$ ) e tangerineira 'Sunki' ( $y_2$ ), avaliados no ponto de enxertia.

\*\* significativo a 1% de probabilidade

\* significativo a 5% de probabilidade

Segundo Lopes (1998), o desequilíbrio entre cálcio e magnésio no meio pode acentuar a deficiência de magnésio em plantas cítricas e quando a relação Ca:Mg torna-se muito alta, as plantas podem absorver menos magnésio. Malavolta et al. (1997), afirmam que altas concentrações de cálcio no meio podem inibir competitivamente a absorção de magnésio causando, às vezes, sua deficiência.

Os teores de Mg, S e Fe nas folhas da tangerineira 'Sunki', apresentaram resposta quadrática ao aumento da dose de sulfato de magnésio atingindo pontos máximos a 2500, 1750 e 1485 g m<sup>-3</sup> MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O de substrato, respectivamente.

Para o teor foliar de K, foi observado um efeito quadrático em resposta às doses de sulfato de magnésio, somente para a tangerineira 'Sunki'. O teor máximo de K nas folhas foi atingido a 1750 g m<sup>-3</sup> MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O de substrato.

Não foi observado nenhum efeito das doses de sulfato de magnésio sobre os teores foliares de P, para ambos os porta-enxertos.

Verificaram-se maiores teores de N, P, K, Ca e Fe nas folhas do limoeiro 'Cravo' em relação à tangerineira 'Sunki'. Por outro lado, os teores foliares de Mg e S, nas folhas da tangerineira 'Sunki', foram maiores (Tabela 2).

Tabela 2. Teores médios dos nutrientes na matéria seca foliar dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki', no ponto de enxertia

Porta-enxerto	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>
<b>Cravo</b>	32,41 a	2,64 a	14,72 a	31,66 a	1,70 b	3,08 b	177,58 a
<b>Sunki</b>	30,54 b	1,97 b	12,32 b	30,28 b	1,83 a	4,80 a	152,09 b
<b>Cv (%)</b>	3,78	1,60	6,41	3,56	8,22	10,07	8,04

Médias na coluna seguidas por letras diferentes são diferentes entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores foliares médios de N, Mg, S e Fe encontrados para os porta-enxertos são maiores que os encontrados por Serrano (2003), que trabalhou com um substrato semelhante. Nos dois trabalhos, entretanto, foram observados sintomas visuais de deficiência de magnésio.

Neste trabalho, os sintomas visuais de deficiência de magnésio apareceram, inicialmente, aos 75 DAR, nas folhas baixas do limoeiro 'Cravo', independentemente das doses aplicadas; não sendo observados para a tangerineira 'Sunki' até o ponto de enxertia, indicando menor sensibilidade desta variedade à deficiência desse nutriente.

O substrato de torta de filtro e bagaço-de-cana apresentou alto teor de Ca que pode ter causado inibição competitiva entre Ca e Mg e proporcionado o surgimento dos sintomas de deficiência de magnésio.

A correção da deficiência de magnésio mostra-se, muitas vezes, de difícil solução. Pereira (2001), em experimento com solução nutritiva, verificou que nas doses de magnésio de 0; 1,2 e 3,6 mg L<sup>-1</sup> foram observados sintomas de deficiência de magnésio em folhas maduras de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em dois cortes realizados, sendo que, no segundo corte da gramínea, o sintoma foi mais intenso. Entretanto com doses maiores (12; a 60 mg L<sup>-1</sup>), observou-se apenas uma coloração de verde mais clara nessas folhas.

Rein e Sousa (1999), não recomendam a adubação foliar com magnésio, pois seriam necessárias muitas pulverizações para corrigir essa deficiência. De acordo com Serrano (2003), mesmo realizando-se pulverizações mensais com sulfato de magnésio (4 g L<sup>-1</sup>), as plantas de limoeiro 'Cravo' apresentaram sintomas de deficiência de magnésio nas folhas mais velhas.

Malavolta e Violante Netto (1989), afirmam que o sulfato de magnésio é pouco eficiente na correção de deficiência de magnésio, sendo o nitrato de magnésio, na concentração de 10 g L<sup>-1</sup>, um pouco mais eficiente.

### **3.3.3. Teores de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis no substrato BC+TF no ponto de enxertia**

Houve interação entre os porta-enxertos e as doses de sulfato de magnésio sobre os teores de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis no substrato, no ponto de enxertia (Figura 4).

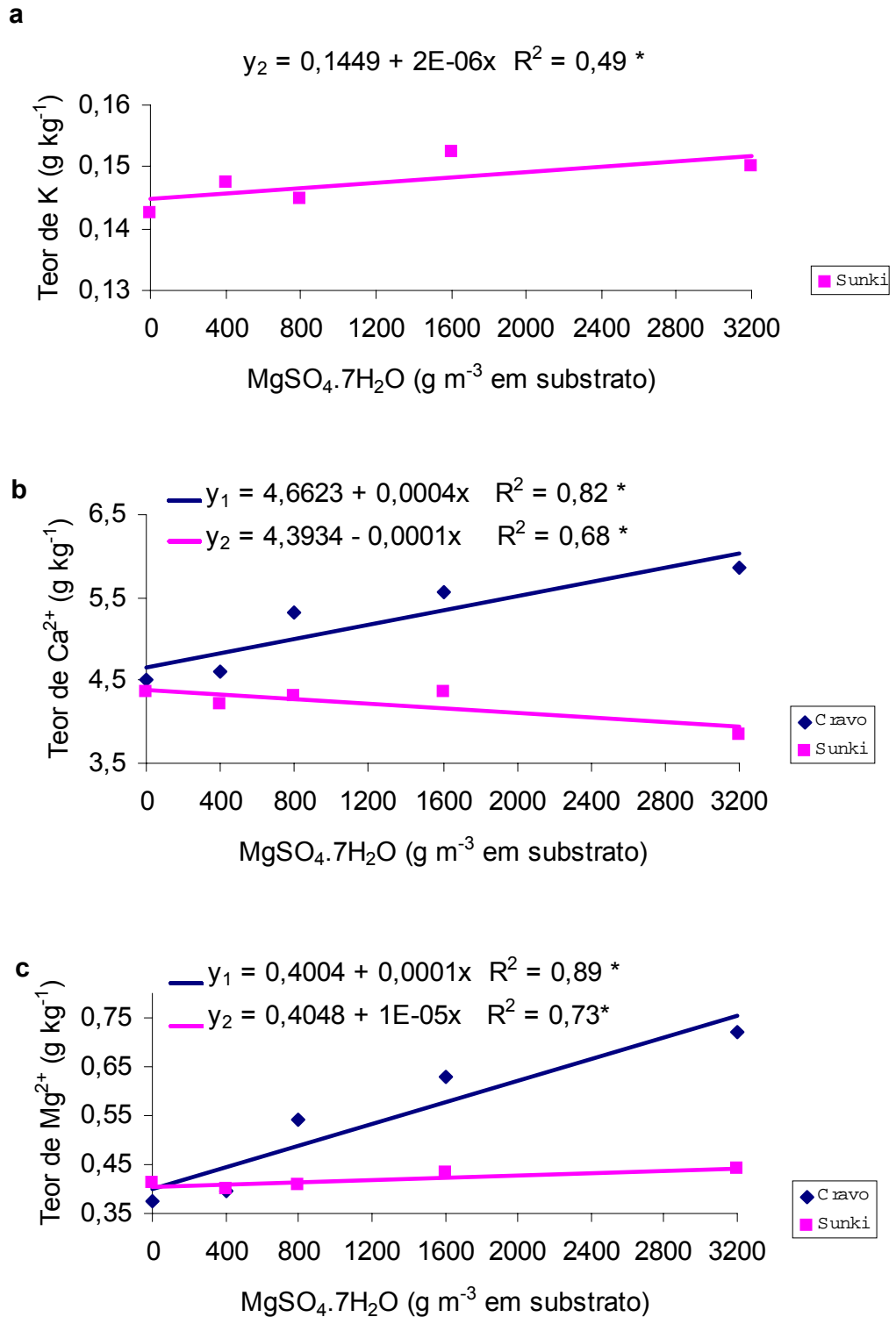


Figura 4. Médias dos teores de K (a), Ca (b) e Mg (c) trocáveis no substrato, no ponto de enxertia, para o limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Sunki'.

\*significativo a 5% de probabilidade

À medida que as doses de sulfato de magnésio foram aumentadas, o teor de  $K^+$  aumentou linearmente no substrato cultivado com a tangerineira 'Sunki'.

O incremento das doses de sulfato de magnésio promoveu um aumento linear dos teores de  $Mg^{2+}$  nos substratos onde foram cultivados os dois porta-enxertos (Figura 5c). Em cada dose aplicada no substrato, a média do teor de  $Mg^{2+}$  do limoeiro 'Cravo' foi maior que a média do teor de  $Mg^{2+}$  da tangerineira 'Sunki'. À medida que se elevaram as doses de sulfato de magnésio, verificou-se que, para o limoeiro 'Cravo', os teores médios de  $Ca^{2+}$  no substrato aumentaram e, para a tangerineira 'Sunki', os teores médios de  $Ca^{2+}$  no substrato diminuíram (Figura 5b).

Verifica-se que a relação entre  $Ca^{2+}:Mg^{2+}$  antes da adubação com o sulfato de magnésio, foi de 4,2 e, após a adubação com sulfato de magnésio e o cultivo dos porta-enxertos, essa relação passou para 9,75 para o limoeiro 'Cravo' e 10 para a tangerineira 'Sunki' (Tabela 3). O aumento da diferença entre as relações  $Ca^{2+}:Mg^{2+}$  pode ter sido causado pela absorção diferencial desses nutrientes pelas plantas e, também, por sua lixiviação do substrato.

Tabela 3. Médias de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  trocáveis em amostras de substrato antes e após a adubação e cultivo dos porta-enxertos no ponto de enxertia

	$K^+$ *	$Ca^{2+}$ ** (g kg <sup>-1</sup> )	$Mg^{2+}$ **
<b>Antes</b>	1,51	8,70	2,06
<b>Porta-enxertos</b>	<b>Depois</b>		
<b>Cravo</b>	0,186 a	5,177 a	0,533 a
<b>Sunki</b>	0,147 b	4,220 b	0,419 b
<b>CV (%) =</b>	2,994	2,696	2,792

Médias na coluna seguidas por letras diferentes são diferentes entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Extratores \* Mehlich-1 e \*\* KCl 1N.

## CONCLUSÕES

As doses de sulfato de magnésio empregadas aumentaram os teores disponíveis de Mg no substrato, não influenciam as características de crescimento dos dois porta-enxertos, contudo, influenciam os teores médios de N, K, Ca, Mg,

S e Fe nas folhas da tangerineira 'Sunki' e os de Ca nas folhas do limoeiro 'Cravo'. Em todas as doses de sulfato de magnésio empregadas, foram observados sintomas de deficiência de magnésio nas folhas do limoeiro 'Cravo'. A relação Ca:Mg, no substrato, assim como os sintomas visuais de deficiência de Mg aumentaram com o tempo de cultivo do porta-enxerto.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrianual (2002) Laranja: Produção se ajusta à demanda. *In: Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira*. São Paulo: FNP – Consultoria e Comércio, (1): 285-288.
- Barros, J.C.S.M., Castro, N.G. (1991) Comportamento de diferentes porta-enxertos na formação de mudas cítricas em sacos plásticos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 13 (1):211-215.
- Castro, P.R.C., Marinho, C.S., Paiva, R., Menegucci, J.L.P. (2001) Fisiologia da produção dos citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (209):26-38.
- Fachini, E., Galbiatti, J.A. (2001) Produção de mudas de laranja utilizando composto de lixo e lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração. CD-ROM dos Anais do XXX CONBEA - Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- Fundecitrus (2002) Morte Súbita: nova doença mobiliza Fundecitrus. *Revista do Fundecitrus*, Araraquara, 14 (108):8-12.
- Gonçalves, J.L.M., Santarelli, E.G., Moraes Neto, S.P., Manara, M.P. (2000) Produção de mudas de espécies nativas: substratos, nutrição, sombreamento e fertilização. *In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. (eds.) Nutrição e fertilização florestal*. 1. ed. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, p. 310-347.



- Grassi Filho, H., Pereira, M.A.A., Savino, A.A., Rodriguez, V.T. (2001) Efeito de diferentes substratos no crescimento de mudas de limoeiro Cravo até o ponto de enxertia. *Laranja*, Cordeirópolis, 22 (1):157-166.
- Jackson, M.L. (1958) *Soil chemical analysis*. 5. ed. New Jersey: USA Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, 498p.
- Jones Jr. J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens: Micro-Macro Publishing, 213p.
- Leite Jr., R.P. (1992) Cultivares de copa e porta-enxertos *In*: Instituto Agrônomo do Paraná (ed.) *A citricultura no Paraná*. 2. ed. Londrina: IAPAR, p. 91-116.
- Lopes, A.S. (1998) *Manual internacional de fertilidade do solo (Tradução e adaptação)*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 117p.
- Malavolta, E., Violante Netto, A. (1989) *Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 153p.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., De Oliveira, S.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas - Princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. San Diego: Academy Press, 889p.
- Pereira, W.L.M. (2001) *Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para Capim-Mombaça*. Tese (Doutorado em Nutrição Mineral de Plantas) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 124p.
- Rein, T.A., Sousa, D.M.G. (1999) O magnésio na fertilidade dos solos do cerrado. *Boletim Embrapa Cerrados*, 6 (52):s/p.

- Serrano, L.A.L. (2003) *Recipientes, substratos e doses de adubo de liberação lenta na produção de porta-enxertos cítricos (Citrus limonia Osbeck. cv. Cravo)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 68p.
- Silva, F.C. (1999) *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Embrapa Solos e Embrapa Comunicação para a transferência de tecnologia*. Brasília, 370p.
- van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Boletim técnico 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, 285p.
- Weir, R.G., Sarooshi, R. (1991) *Citrus nutrition. Agfacts*. 1. ed. NSW Agriculture & Fisheries, S.I. 15p.

## **ESTADO NUTRICIONAL DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS SUBMETIDOS A DOSES DE SULFATO DE MAGNÉSIO E SUA RELAÇÃO COM LEITURAS DO MEDIDOR PORTÁTIL DE CLOROFILA SPAD-502**

### **RESUMO**

Neste trabalho foram determinados os teores de clorofila, os teores N, P, K, Ca, Mg, S e Fe nas folhas de porta-enxertos cítricos, submetidos a diferentes doses de sulfato de magnésio, com o objetivo de avaliar suas correlações com as leituras do medidor portátil de clorofila SPAD-502. Adotou-se o delineamento em DBC, em esquema fatorial com seis repetições, avaliando-se dois porta-enxertos (limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki') x cinco doses de sulfato de magnésio (0, 400, 800, 1600 e 3200 g m<sup>-3</sup> de MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O em substrato). As leituras com o SPAD-502 foram realizadas mensalmente, tomando as regiões baixeira (FB), intermediária (FI) e superior (FS) da planta. As doses de sulfato de magnésio tiveram um efeito quadrático sobre a leitura de SPAD para o limoeiro 'Cravo'. Os teores de clorofila 'a', 'b' e totais cresceram linearmente sendo acompanhados pelo aumento dos valores das leituras do SPAD. Os coeficientes de correlações lineares entre os teores de N, Ca, S e Fe e os valores de SPAD foram significativos e positivos para ambos os porta-enxertos. Embora o Mg faça parte da molécula de clorofila, não foi observada correlação entre os seus teores nas folhas com as leituras do SPAD. O SPAD-502 pode ser utilizado como um

instrumento para a avaliação dos teores de N e clorofila dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki'.

## ABSTRACT

### **Nutritional state of citric rootstocks submitted to levels of magnesium sulphate and its relationship with readings made by portable chlorophyll measurer SPAD-502**

In the present work the contents of chlorophyll, the contents of N, P, K, Ca, Mg, S and Fe in leaves of citric rootstocks, submitted to different dosages of magnesium sulfide, were determined aiming to evaluate their correlations with the readings made by the portable chlorophyll measurer SPAD-502. The experimental design was in randomized blocks in factorial scheme, with six repetitions, evaluating two rootstocks ('Rangpur' lime and 'Sunki' tangerine) versus five magnesium sulfide dosages (0, 400, 800, 1600, and 3200  $\text{g.m}^{-3}$   $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  in substrate). SPAD-502 readings were performed monthly, taking the low (FB), intermediate (FI) and superior (FS) regions of the plant. The magnesium sulfide doses had a quadratic effect over the SPAD reading for 'Rangpur' lime. The 'a', 'b', and total contents of chlorophyll have grown in a linear way, followed by the increasing in values of SPAD readings. The linear correlations coefficients between the N, Ca, S and Fe contents and the SPAD values were significant and positive for both the rootstocks. Although Mg is part of the chlorophyll molecule, correlation was not observed among its contents in leaves with SPAD readings. SPAD-502 can be used as an instrument for evaluating N and chlorophyll contents in the 'Rangpur' lime and 'Sunki' tangerine rootstocks.

## INTRODUÇÃO

A análise química dos teores de nutrientes em tecidos vegetais, é um dos métodos mais precisos de avaliação do estado nutricional de plantas. Esse método, entretanto, é demorado e apresenta limitações quanto ao tempo gasto entre a retirada das amostras, a obtenção dos resultados e a tomada de decisão. Quando se trata da avaliação do estado nutricional de mudas, existe, ainda, o inconveniente da análise ser destrutiva. Sendo assim, outras técnicas mais rápidas e não destrutivas vêm sendo estudadas, inclusive, por meio do uso do medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Co., Japão).

O SPAD-502 é um aparelho portátil que permite fazer medições rápidas e fáceis dos pigmentos verdes das folhas, proporcionando agilidade no processo de diagnose. Esse equipamento possui uma pequena área (2 x 3 mm) por onde a luz atravessa a folha e incide sobre o receptor medindo a absorção dos fótons de  $\lambda = 680$  nm. Alternadamente à emissão do  $\lambda = 680$  nm, o equipamento emite um  $\lambda = 940$  nm para eliminar o efeito da espessura e do teor de água na folha. Com absorção destes dois comprimentos de onda, o equipamento calcula um número ou índice SPAD (Instruction manual, 2003). O valor é adimensional e, para sua utilização como ferramenta para quantificar o teor de clorofila, deve ser comparado com uma curva padrão.

O SPAD-502 vem demonstrando bons resultados relacionados à correlação entre os teores de clorofila e a concentração de nitrogênio nas folhas, para as culturas do tomate (Guimarães et al., 1999; Fontes e Ronchi, 2002), do mamão (Torres Netto et al., 2002) e da batata (Gil et al., 2002).

Para as plantas cítricas, Perin et al. (1999), Shaahan et al. (1999), Esposti (2000) e Decarlos Netto et al. (2002), encontraram correlações positivas entre os teores de clorofila e o teor foliar de nitrogênio. Shaahan et al. (1999), avaliando a correlação entre os teores de clorofila e os teores foliares de ferro e magnésio, encontraram correlação positiva somente para o teor de ferro.

O magnésio é um elemento presente no centro da molécula de clorofila e também participa no processo fotossintético e na passagem de elétrons através

do citrocromo B<sub>6</sub>f (Taiz e Zeiger, 1998). Sendo assim, as leituras efetuadas pelo SPAD-502 podem determinar indiretamente os teores foliares de magnésio nas folhas.

Em plantas cítricas, a determinação dos teores foliares de clorofila para auxiliar no diagnóstico do estado nutricional de N já vem sendo utilizada Perin et al. (1999), Shaahan et al. (1999), Esposti (2000) e Decarlos Neto et al. (2002). Contudo, existem poucos estudos sobre a relação dos teores de clorofilas e os demais nutrientes em diferentes porta-enxertos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os teores de nutrientes e clorofila, nas folhas de porta-enxertos cítricos, submetidos a diferentes doses de sulfato de magnésio, e avaliar suas correlações com as leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido entre fevereiro e setembro de 2003, em viveiro telado localizado na área experimental da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no município de Campos dos Goytacazes, Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. No período, de condução desse trabalho, a média das temperaturas máximas e mínimas foi de 32,2 °C e 22,8 °C, respectivamente.

O experimento foi planejado em esquema fatorial, sendo avaliados dois porta-enxertos e cinco doses de sulfato de magnésio adicionadas ao substrato. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis repetições e uma planta por parcela. Os porta-enxertos avaliados foram o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e a tangerineira 'Sunki' [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka]. As doses de sulfato de magnésio empregadas foram: 0, 400, 800, 1600 e 3200 g m<sup>-3</sup> de MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O em substrato, para elevar a concentração de magnésio em, respectivamente, 0, 3, 6, 12 e 24 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> no substrato.

Foi utilizado um substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar + torta de filtro (BC+TF), na proporção de 3:2;v:v, respectivamente, preparado conforme recomendações de Serrano (2003). As análises de uma amostra desse substrato,

cujos resultados são apresentados no Quadro 1, foram realizadas de acordo com metodologias descritas por Silva (1999) determinando os teores totais dos nutrientes.

Quadro 1. Características químicas de uma amostra do substrato orgânico composto de bagaço-de-cana e torta-de-filtro (3:2;v:v)

N	P	K	Ca	Mg	S	C	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	pH
(g kg <sup>-1</sup> )							(mg kg <sup>-1</sup> )				(g kg <sup>-1</sup> )	
17,2	57,2	3,9	42,0	4,5	6,2	271	16120	80	200	800	0,3	6,9

pH determinado em água no Laboratório de Fitotecnia – UENF/CCTA  
Análise efetuada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Leonel Miranda.

As sementes dos porta-enxertos foram adquiridas do banco de germoplasma do centro APTA Citrus Sylvio Moreira - IAC – Cordeirópolis-SP. Estas foram armazenadas em geladeira à temperatura de 5° C e, um dia antes da semeadura, sofreram um tratamento por imersão em solução contendo hidróxido de sódio (25 g L<sup>-1</sup>), hipoclorito de sódio (250 mL L<sup>-1</sup>) e ácido clorídrico 12 N (3 mL L<sup>-1</sup>), durante 45 minutos, sendo misturado a cada 15 minutos, para a remoção do tegumento.

Na época da semeadura o substrato recebeu uma adubação com o fertilizante de liberação lenta Osmocote®, formulação 14-14-14 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), na dosagem de 300 g m<sup>-3</sup> de acordo com a recomendação de Serrano (2003).

Os porta-enxertos foram semeados em tubetes de 0,05 dm<sup>3</sup> suspensos sobre bandejas, em novembro de 2002. Cada tubete recebeu três sementes e, posteriormente, foram realizados o desbaste e a seleção para eliminação de plantas atípicas. Foram utilizadas três bandejas (contendo 96 tubetes cada) para cada porta-enxerto.

Quando atingiram entre 13 e 15 cm de altura, em fevereiro de 2003, as mudas foram repicadas para citrovasos de 3,8 dm<sup>3</sup>, recipiente de plástico cônico com seis estrias longitudinais e um orifício na base. Nessa época, as doses de sulfato de magnésio foram adicionadas ao substrato antes do preenchimento dos citrovasos.

Para o preenchimento dos citrovasos, o substrato recebeu uma adubação com 2 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato simples conforme o utilizado por Fachini e Galbiatti

(2001). Essa quantidade corresponde a 7,6 g de superfosfato simples por citrovaso ou 1,37 g de  $P_2O_5$ /citra vaso. Cada planta recebeu, ainda, a adição de fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup>, formulação 17-07-12 (N- $P_2O_5$ - $K_2O$ ) na dose de 5 g por citrovaso, correspondendo a 0,35 g de  $P_2O_5$ , 0,85 g de N e 0,6 g de  $K_2O$  por citrovaso. Adubações complementares foram realizadas por meio de pulverizações foliares seguindo as recomendações de van Raij et al. (1997), elas são: óxido de cobre ( $1\text{ g L}^{-1}$ ); ácido bórico ( $1\text{ g L}^{-1}$ ); sulfato de zinco ( $3,5\text{ g L}^{-1}$ ); sulfato de manganês ( $2,5\text{ g L}^{-1}$ ) e uréia ( $5\text{ g L}^{-1}$ ). Foram realizadas pulverizações aos 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 e 190 dias após a repicagem (DAR).

Foram realizadas pulverizações periódicas com inseticidas para controle da lagarta minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*). Foram efetuadas pulverizações, via foliar, com Abamectin (Vertimec<sup>®</sup>) antes da repicagem e de Imidacloprid (Winner<sup>®</sup>), via caule, após a repicagem. Aos 90 dias DAR, foram iniciadas aplicações de óxido de cobre ( $1\text{ g L}^{-1}$ ) a cada 15 dias.

As plantas foram consideradas no ponto de enxertia quando 50% delas, em pelo menos um dos tratamentos, atingiram 8 mm de diâmetro de caule a 10 cm de altura do colo. O ponto de enxertia foi determinado para cada porta-enxerto separadamente.

As leituras realizadas pelo medidor SPAD-502 (Minolta Co., Japan), para as regiões baixeira, intermediária e superior da planta, foram efetuadas mensalmente, aos 45, 75, 105, 135, 165, 195 e 210 DAR, até o ponto de enxertia, sendo realizadas cinco leituras por folha em uma planta por parcela. As leituras foram realizadas em dois pares de folhas jovens superiores (FS1 e FS2), sendo estas localizadas no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> pares de folhas formadas, contados a partir do ápice; em um par de folhas intermediárias (FI), localizado no meio da planta; e em dois pares fixos de folhas velhas baixas (FB1 e FB2), localizadas no 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> pares de folhas contados a partir da região do colo da planta, respectivamente.

Para a correlação entre teores de nutrientes foliares e as leituras de SPAD-502, foram retiradas folhas das regiões superiores e intermediárias, sendo estas folhas dispostas em cinco grupos de faixas de leitura do SPAD (30-40; 41-50; 51-60; 61-70; 71-85) e, em cada faixa foram tomados dois pontos de leitura e selecionadas dez folhas. Foram realizadas dez leituras por folha pelo SPAD-502 obtendo-se as médias.



Em todas as folhas baixas com sintomas de deficiência de magnésio, foram efetuadas leituras com o SPAD-502, em duas áreas formadas pela clorose típica da deficiência de magnésio (ápice e base). Posteriormente, foram analisados os teores de nutrientes nessas regiões.

As folhas foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 72 °C, durante 48 horas, para secagem. Após a secagem, o material foi triturado em moinho (tipo Wiley) com peneira de 20 “mesh” e submetidos a análises químicas para determinação de N, P, K, Ca, Mg, S, e Fe no Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia da UENF, de acordo com metodologias descritas por Malavolta et al. (1997) e Jones Jr. et al. (1991).

O teor de N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1958), após digestão da matéria seca com  $H_2SO_4$  e  $H_2O_2$ . Os teores de P, K, Ca, Mg, S e Fe foram determinados, no extrato obtido, a partir da digestão com ácidos nítricos e perclórico. Para a determinação dos teores de P, utilizou-se o método colorimétrico do molibdato; para o teor de K, espectrofotometria de emissão de chama; para o teor de S, turbidimetria e, para os teores de Ca, Mg e Fe, espectrofotometria de absorção atômica.

Foram ajustadas curvas lineares entre leituras de SPAD-502 e as determinações dos teores de clorofila ‘a’, ‘b’ e totais. Para a determinação dos teores de clorofila, foram extraídos 40 discos foliares de área conhecida (78,75 mm<sup>2</sup>) e obtida uma média de cinco leituras em cada disco com o medidor portátil de clorofila SPAD-502. Foram retirados dois discos em uma planta por parcela e quatro plantas por bloco, aleatoriamente.

Os discos foram dispostos em cinco grupos, em faixas de leitura de SPAD (25-40; 41-50; 51-60; 61-70; 71-85) com oito discos em cada faixa de leitura. Dois discos com mesmas médias conhecidas de leitura foram cortados em partes menores e colocados em tubo de ensaio contendo 4 mL de Dimetilsulfóxido (DMSO, Vetec, Rio de Janeiro). Do extrato líquido, foi retirada uma alíquota de 2 mL para leitura no espectrofotômetro a 470, 646 e 663 nm. O conteúdo de clorofila ‘a’ (Ca), de clorofila ‘b’ (Cb) e de clorofila total (Ct) foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994), descrita por Torres Netto et al. (2002):

$$Ca_{(\mu\text{mol.m}^{-2})} = (((D3*12,19)-3,45*C3)*1,119)*0,004/0,00007875$$

$$Cb_{(\mu\text{mol.m}^{-2})} = (((21,99*C3)-(5,32*D3))*1,102)*0,004/0,00007875$$

$$Ct_{(\mu\text{mol.m}^{-2})} = Ca + Cb$$

Os dados foram submetidos a análises de variâncias, e, nos casos de significância ( $P < 0,05$ ), procedeu-se o estudo das regressões para os componentes de primeiro e segundo grau. Para os valores de SPAD-502, avaliados mensalmente nas regiões baixeira, intermediária e superior, a análise foi feita em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os porta-enxertos foram comparados pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), enquanto as doses de sulfato de magnésio e as épocas de avaliações foram submetidas a análises de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O limoeiro 'Cravo' atingiu seu ponto de enxertia aos 165 DAR e a tangerineira 'Sunki' aos 210 DAR.

No ponto de enxertia, as médias das leituras efetuadas, em todas as folhas do limoeiro 'Cravo', seguiram um modelo quadrático como resposta ao aumento das doses de sulfato de magnésio aplicadas (Figura 1).

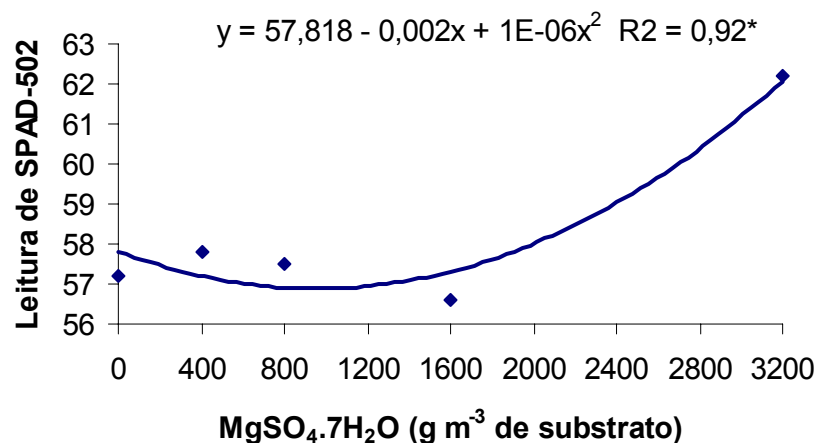


Figura 1. Valores de leituras do SPAD-502 em folhas do porta-enxerto limoeiro 'Cravo', média de todas as folhas, em função das doses de sulfato de magnésio no ponto de enxertia.

\* significativo a 5% de probabilidade

Esse efeito no aumento da leitura de SPAD-502 no ponto de enxertia para o limoeiro 'Cravo', deveu-se ao aumento das leituras nas folhas baixas, principalmente na 7ª e 8ª folhas (FB 2) a partir do colo da planta, onde foi observado que, acima de 1237,5 g m<sup>-3</sup> de MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O em substrato, as leituras de SPAD-502 aumentaram em resposta às doses de sulfato de magnésio (Figura 2).

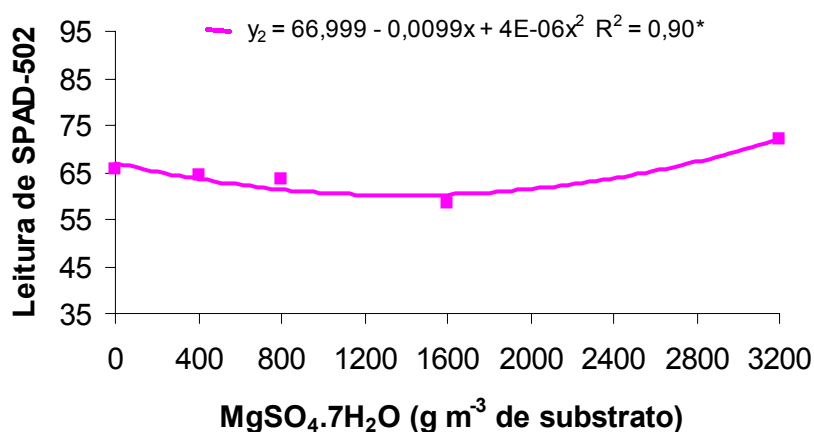


Figura 2. Valores de leitura de SPAD-502 em função das doses de sulfato de magnésio para o limoeiro 'Cravo', na folha baixa (FB2), no ponto de enxertia.

\* significativo a 5% de probabilidade

Os valores das leituras do SPAD-502 variaram diferencialmente em função da época e da folha amostrada (Figura 3). Para os dois porta-enxertos, foi observado um aumento de intensidade da coloração verde nas folhas situadas na região intermediária da planta, da repicagem ao ponto de enxertia. Essas folhas, completamente expandidas, apresentam metabolismo intenso e recebem nutrientes móveis provenientes das folhas velhas, principalmente nitrogênio, responsáveis pela coloração verde mais intensa.

As folhas mais jovens, superiores na planta, apresentaram uma redução na intensidade da coloração verde até determinada época, variando os valores das leituras entre os porta-enxertos. Para as folhas baixas, foram ajustados modelos quadráticos entre as leituras do SPAD-502 e os dias após a repicagem, não sendo encontrados ajustes de modelos para o limoeiro 'Cravo'. A irregularidade de coloração nas folhas baixas desse porta-enxerto pode ter dificultado o ajuste de um modelo.

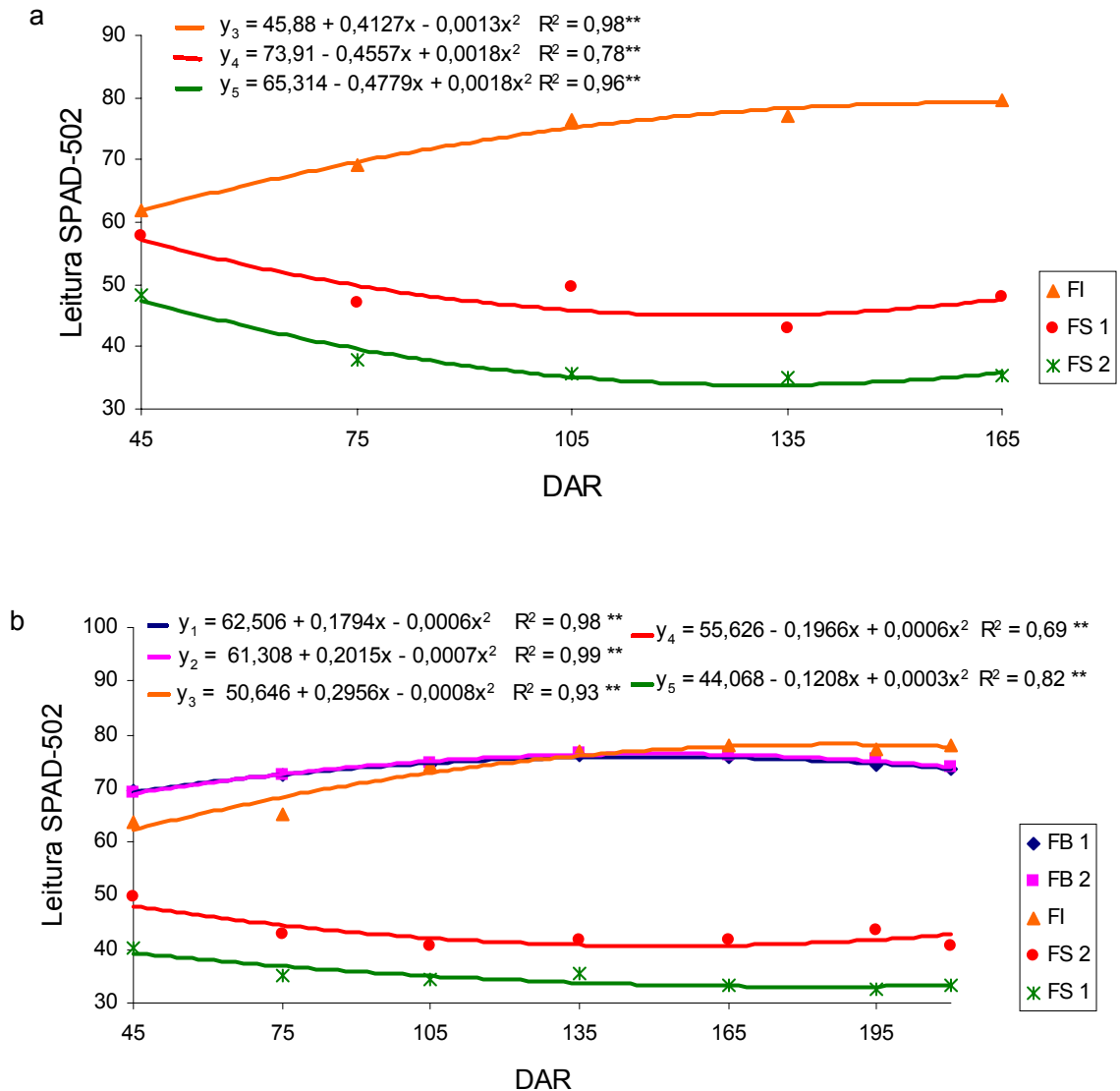


Figura 3. Curvas entre as leituras de SPAD-502 e os pares de folhas das folhas baixa FB 1 ( $y_1$ ) e FB 2 ( $y_2$ ); intermediária FI ( $y_3$ ) e superiores FS 1 ( $y_4$ ) e FS 2 ( $y_5$ ), para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (a) e tangerineira 'Sunki' (b), em diferentes períodos de avaliação.

\*\* significativo a 1% de probabilidade

No ponto de enxertia, a tangerineira 'Sunki' apresentou a mesma intensidade de verde entre as folhas localizadas na região baixa e intermediária, enquanto o limoeiro 'Cravo' apresentou uma intensidade menor nas folhas baixas (Tabela 1). As folhas baixas da tangerineira 'Sunki' apresentaram uma coloração verde mais intensa do que as do limoeiro 'Cravo'. Estes resultados coincidem com a expressão de sintomas visuais de deficiência de magnésio observados nas folhas baixas do limoeiro 'Cravo' a partir dos 75

DAR (Figura 4). Esses sintomas não foram observados para a tangerineira 'Sunki'.

Tabela 1. Médias provenientes de 30 leituras no SPAD-502, no ponto de enxertia, efetuadas para o limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Sunki' em diferentes regiões da planta

Regiões da planta	Leitura de SPAD-502	
	Cravo	Sunki
<b>Região baixa 1</b>	63,55 Bb	73,69 Aa
<b>Região baixa 2</b>	64,81 Bb	73,82 Aa
<b>Região intermediária</b>	79,54 Aa	78,09 Aa
<b>Região superior 1</b>	35,21 Ad	33,38 Ac
<b>Região superior 2</b>	48,08 Ac	40,65 Bb

Média geral = 59,08.

CV(%) = 11,51.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,01).



Figura 4. Sintoma de deficiência foliar de Mg nas folhas baixas do limoeiro 'Cravo' cultivadas em substrato composto por bagaço de cana + torta de filtro (3:2,v:v) no ponto de enxertia.

A relação entre as leituras de SPAD-502 e a coloração verde é corroborada pela correlação positiva estabelecida pela curva entre os teores de clorofila e leituras de SPAD-502. Os teores de clorofila 'a', 'b' e totais, determinados pelo método do DMSO, cresceram linearmente com o aumento dos valores de SPAD-502 (Figura 5).

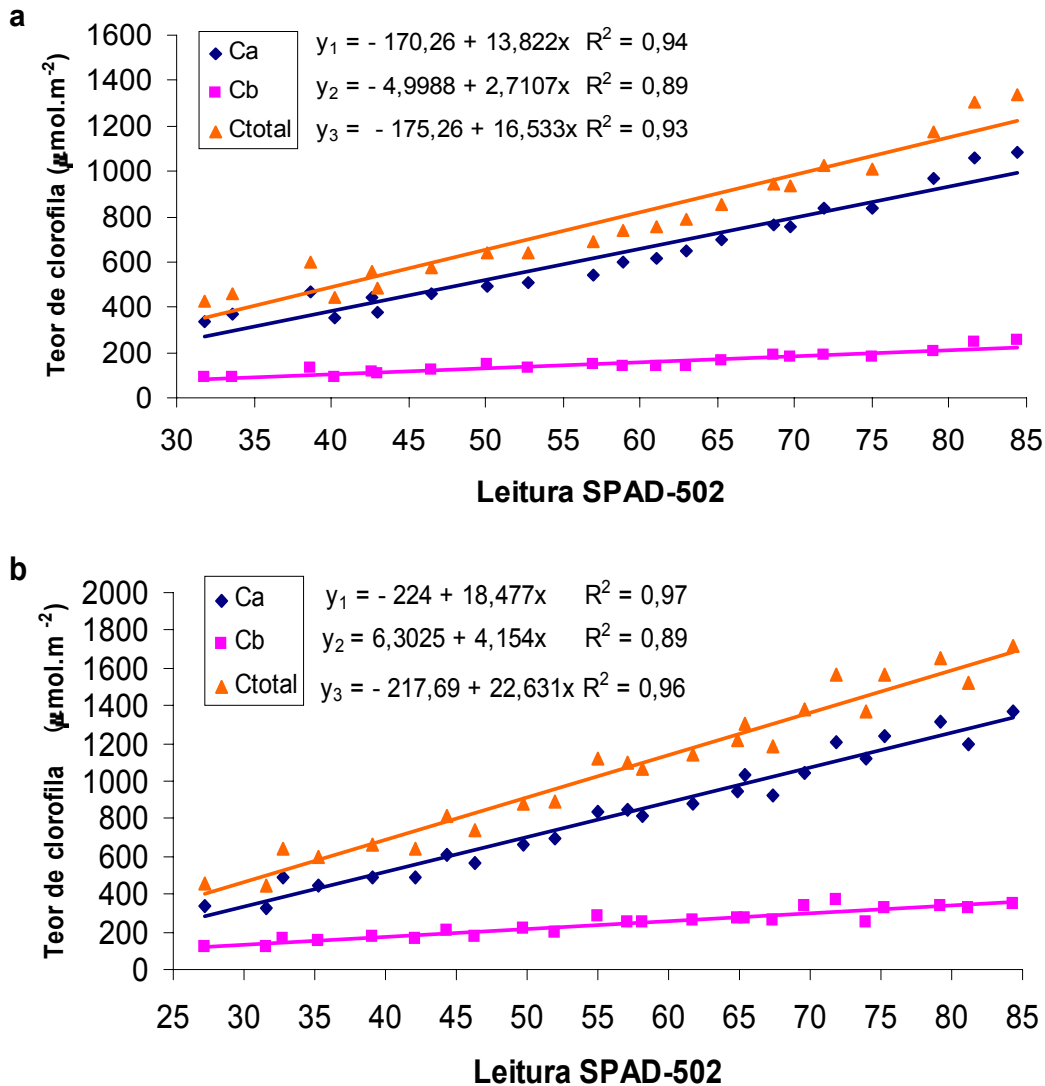


Figura 5. Correlação entre as leituras de SPAD-502 e os teores de clorofila 'a' (Ca), 'b' (Cb) e total (Ct) para o limoeiro 'Cravo' (a) e a tangerineira 'Sunki' (b)

Yadava (1986), Marquard e Tipton (1987), observaram correlação positiva entre o teor de clorofila das folhas e as leituras de SPAD-501, em vinte e duas e doze espécies de plantas, respectivamente.

O teor foliar de clorofila total da tangerineira 'Sunki' foi maior que o encontrado para o limoeiro 'Cravo'. As faixas ficaram compreendidas, respectivamente entre 452,61 e 1719,06, e 429,03 e 1337,41  $\mu\text{mol.m}^{-2}$  de clorofila.

Esposti (2000), avaliou a 10<sup>a</sup> ou 11<sup>a</sup> folha a partir do ápice e encontrou maiores resultados para o limoeiro 'Cravo' em comparação à tangerineira 'Sunki', sendo os teores de clorofila total, respectivamente, 3,57 e 3,49  $\text{mg dm}^{-2}$  (aproximadamente 400 e 390  $\mu\text{mol.m}^{-2}$ ). As leituras do SPAD-502 foram,

respectivamente, 51,9 e 51,0. Entretanto, no presente trabalho, esses valores de leitura foram relacionados com diferentes teores de clorofila total, sendo 894,99 e 638,23  $\mu\text{mol.m}^{-2}$  de clorofila para a tangerineira 'Sunki' e o limoeiro 'Cravo', respectivamente.

Decarlos Neto et al. (2002), verificaram que os teores encontrados de clorofila total foram de 2,46 a 3,94 e de 1,80 a 3,16  $\text{mg dm}^{-2}$  de clorofila (aproximadamente 275 a 440 e 205 a 355  $\mu\text{mol.m}^{-2}$ ), respectivamente para o limoeiro 'Cravo' e para a tangerineira 'Sunki', aos 120 após à semeadura.

Os coeficientes de correlação lineares, entre os teores foliares de N, Ca, S e Fe e os valores de SPAD-502, foram significativos e positivos para ambos os porta-enxertos (Tabela 2). Entretanto, esses coeficientes foram significativos e negativos entre os teores foliares de P para os dois porta-enxertos, e K para a tangerineira 'Sunki'. Esses coeficientes de correlação lineares não foram significativos entre os teores de Mg e valores de SPAD-502. Shaahan et al. (1999), não encontraram correlação entre os teores de clorofila e os teores de magnésio em plantas cítricas.

Pereira (2000), observou correlação positiva entre a concentração de magnésio e a leitura de SPAD-502 em folhas recém-expandidas do *Panicum maximum* cv. Mombaça, no primeiro e segundo corte da gramínea, sendo as correlações 0,76 e 0,73, respectivamente.

TABELA 2. Coeficientes de correlações lineares simples entre os valores de leitura do SPAD, efetuadas nas folhas compreendidas entre a região intermediária e superior dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Sunki', e os teores de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe, determinados no ponto de enxertia na matéria seca dessas folhas

Teor de Nutrientes	Leituras no SPAD	
	Cravo	Sunki
<b>N</b>	0,89**	0,87**
<b>P</b>	-0,90**	-0,85**
<b>K</b>	-0,59 <sup>NS</sup>	-0,93**
<b>Ca</b>	0,97**	0,92**
<b>Mg</b>	0,02 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>
<b>S</b>	0,75*	0,92**
<b>Fe</b>	0,84**	0,85**

<sup>NS</sup> e \*\*, \* não-significativos, significativos ( $P < 0,01$ ) e ( $P < 0,05$ ), respectivamente, pelo teste t.

Para estabelecer a correlação entre os teores de nutrientes e valores de SPAD-502, apenas as regiões apical e intermediária foram analisadas. As folhas mais novas (FS) apresentaram valores mais baixos de leitura do SPAD-502 (Figura 3). Assim, a correlação negativa encontrada entre leitura de SPAD-502 e teor de P é devido ao maior teor deste nutriente nas folhas mais novas, ao contrário do que foi observado para o N, Ca, S e Fe.

Como acontece na deficiência de Mg, o sintoma característico da deficiência de ferro é a clorose internerval. Entretanto, ao contrário dos sintomas de deficiência do magnésio, os sintomas aparecem inicialmente nas folhas mais jovens porque o ferro não pode ser prontamente mobilizado das folhas mais velhas. Sob condições de deficiência extrema prolongada, as nervuras podem se tornar cloróticas também, fazendo com que toda folha torne-se branca. As folhas tornam-se cloróticas porque o ferro é necessário para a síntese de alguns dos complexos clorofila-proteína no cloroplasto. A baixa mobilidade do ferro deve-se, provavelmente, à sua precipitação nas folhas mais velhas na forma de óxidos ou fosfatos insolúveis, ou à formação de complexos com a fitoferritina (Taiz e Zeiger, 2002).

Nas folhas verdes, apenas uma pequena proporção do  $Mg^{2+}$  está ligada à clorofila, e, até mesmo sob deficiência severa de magnésio, este valor não excede



a proporção de 25%. Cerca de 70% do  $Mg^{2+}$  total pode ser rapidamente extraível com água. Nesta forma, o Mg exerce outras funções metabólicas como a neutralização de anions, regulação do pH e atividade de enzimas (Marschner, 1995).

Sendo assim, a forma livre interfere nos teores encontrados e pode dificultar a correlação entre teor de clorofila e teor do nutriente. Entretanto, nas folhas do limoeiro 'Cravo' que apresentaram sintomas visuais de deficiência de Mg, a região clorótica apical apresentou um teor de magnésio cerca de quatro vezes menor que a região basal e esses teores foram associados com valores mais baixos de leitura do SPAD-502 (Tabela 3). Na tangerineira 'Sunki', onde não foram observados sintomas visuais de deficiência de magnésio, a região basal apresentou teor de magnésio 1,6 vezes maior que região apical e valores de leitura do SPAD-502 pouco diferenciados entre as duas regiões. Desta maneira, o uso do medidor portátil de clorofila para detectar a deficiência de magnésio em fase inicial pode ser pouco eficiente, mesmo utilizando apenas as folhas baixas.

Tabela 3. Médias dos teores dos nutrientes e leituras de SPAD, no ápice e base das folhas baixas, com sintomas de deficiência de magnésio para os porta-enxertos

			<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Fe</b>
		SPAD	<b>g kg<sup>-1</sup></b>						<b>mg kg<sup>-1</sup></b>
<b>Cravo</b>	<b>Ápice</b>	31,90	18,22	1,05	12,77	29,54	0,35	0,82	186,94
	<b>Base</b>	72,80	20,01	1,51	17,63	28,45	1,46	0,87	184,66
<b>Sunki</b>	<b>Ápice</b>	68,80	25,31	1,36	7,00	41,04	1,26	0,80	248,23
	<b>Base</b>	77,00	26,37	1,37	5,20	53,75	2,03	1,00	222,91

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem fazer as seguintes conclusões: Houve efeito quadrático entre as doses de sulfato de magnésio e os valores de leitura do SPAD-502 (Minolta Co., Japão) para o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'; Houve correlação linear entre os teores de clorofila e os valores de SPAD-502 para os porta-enxertos; O SPAD-502 pode ser utilizado como um instrumento para a

avaliação dos teores de clorofila dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki'; Embora o Mg faça parte da molécula de clorofila, não foi observada correlação entre os seus teores nas folhas com as leituras do SPAD; A avaliação nutricional por meio do SPAD, entretanto, deve ser criteriosa em relação ao nutriente, à folha amostrada e à possibilidade de deficiência de outros nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decarlos Neto, A., Siqueira, D.L., Pereira, P.R.G., Alvarez, V.H. (2002) Diagnóstico do estado nutricional de N em porta-enxertos de citros, utilizando-se de teores foliares de clorofila. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24 (1):204-207.
- Esposti, M.D.D. (2000) *Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovasos*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 96p.
- Fachini, E., Galbiatti, J.A. (2001) Produção de mudas de laranja utilizando composto de lixo e lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração. CD-ROM dos Anais do XXX CONBEA – Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- Fontes, P.C.R., Ronchi, C.P. (2002) Critical values of nitrogen indices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 10 (37):1421-1429.
- Gil, P.T., Fontes, P.C.R., Cecon, P.R., Ferreira, F.A. (2002) Índices SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 4 (20):611-615.

- Guimarães, T.G., Fontes, P.C.R., Pereira, P.R., Halvarez, V., Monnerat, P.H. (1999) Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. *Bragantia*, Campinas, 1 (58):209-216.
- Instruction manual (2003) *Chlorophyll meter SPAD-502*. Japan, 22p.
- Jackson, M.L. (1958) Soil chemical analysis. 5. ed. New Jersey: USA Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, 498p.
- Jones Jr. J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens: Micro-Macro Publishing, 213p.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., De Oliveira, S.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas - Princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Marquard, R.D., Tipton, J.L. (1987) Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. *HortScience*, 22 (6):1327.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. San Diego: Academy Press, 889p.
- Pereira, W.L.M. (2000) *Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para Capim-Mombaça*. Tese (Doutorado em Nutrição Mineral de Plantas) – Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 124p.
- Perin, J.R., Carvalho, S.A., Mattos Junior, D., Cantarella, H. (1999) Efeitos de substratos e doses de fertilizantes de liberação lenta no teor de clorofila e desenvolvimento vegetativo de limoeiro Cravo em tubetes. *Laranja*, Cordeirópolis, 20 (2):463-476.

- Serrano, L.A.L. (2003) *Recipientes, substratos e doses de adubo de liberação lenta na produção de porta-enxertos cítricos (Citrus limonia Osbeck. cv. Cravo)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 68p.
- Shaahan, M.M., El-Sayed, A.A., Abou El-Nour, E.A.A. (1999) Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status in some perennial crops using a portable chlorophyll meter. *Scientia Horticulturae*, 82:339-348.
- Silva, F.C. (1999) *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Embrapa Solos e Embrapa Comunicação para a transferência de tecnologia*. Brasília, 370p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (1998) *Plant Physiology*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 792p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2002) *Fisiologia Vegetal*. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, 719p.
- Torres Netto, A., Campostrini, E., Oliveira, J.G., Yamanishi, O.K. (2002) Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. *Braz. J. Plant Physiology*, 14 (3):203-210.
- van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Boletim técnico 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, 285p.
- Wellburn, A.R. (1994) The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiology*, 144:307-313.
- Yadava, U.L. (1986) A rapid and Nondestructive Method to determine chlorophyll in intact leaves. *Hort Science*, 21 (6):1449-1450. intact leaves. *Hort Science*, 21 (6): 1449-1450

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho descrito foi conduzido sob viveiro telado no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-RJ, no período de novembro de 2002 a setembro de 2003. O objetivo principal foi avaliar o efeito de doses de sulfato de magnésio, adicionadas em substrato orgânico, sobre o crescimento e o estado nutricional de dois porta-enxertos cítricos. Como objetivos secundários, procurou-se avaliar as correlações entre as leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e os teores de nutrientes e de clorofila nas folhas dos porta-enxertos.

O experimento foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) com seis repetições, em esquema fatorial (2x5), em que foram avaliados dois porta-enxertos (limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki') e cinco doses de sulfato de magnésio (0, 400, 800, 1600 e 3200 g MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O m<sup>-3</sup> em substrato) para elevar a concentração de magnésio no substrato em, respectivamente, 0, 3, 6, 12 e 24 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. As plantas foram conduzidas em citropotes com substrato de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro (3:2;v:v), e a parcela experimental foi constituída por duas plantas.

Num primeiro trabalho, determinou-se as características de crescimento dos porta-enxertos em relação às doses de sulfato de magnésio, avaliando-se altura, diâmetro do caule (1,5 e 10 cm do colo), número de folhas, área foliar, peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular e os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, e Fe na matéria seca total.

Num segundo trabalho, foram avaliadas: as correlações entre leituras de SPAD-502 (Minolta, Co., Japão) com as doses de sulfato de magnésio para os porta-enxertos; as leituras de SPAD-502 em regiões dos porta-enxertos compreendidas pelas folhas baixas (FB), folhas intermediárias (FI) e folhas superiores (FS); as correlações entre os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, e Fe e leituras de SPAD-502; e os teores de clorofila 'a', 'b' e total para os porta-enxertos.

Em função dos resultados obtidos, pôde-se concluir que para:

### **Efeito de doses de sulfato de magnésio em substrato orgânico: efeitos sobre o crescimento e estado nutricional de porta-enxertos cítricos**

O limoeiro 'Cravo' mostrou-se mais vigoroso no viveiro atingindo o ponto de enxertia aos 165 dias após a repicagem (DAR), 45 dias antes da tangerineira 'Sunki'; As doses de sulfato de magnésio empregadas não influenciaram as características de crescimento dos dois porta-enxertos, embora tenha alterado os teores foliares de N, Ca, Mg, S, K e Fe para o limoeiro 'Cravo'. As doses de sulfato de magnésio empregadas não foram suficientes para evitar sintomas visuais de deficiência de magnésio constatados inicialmente, aos 75 DAR; A tangerineira 'Sunki' mostrou-se menos indicadora da deficiência de magnésio que o limoeiro 'Cravo'.

### **Estado nutricional de porta-enxertos cítricos submetidos a doses de sulfato de magnésio e sua relação com leituras do medidor portátil de clorofila SPAD-502**

As doses de sulfato de magnésio tiveram um efeito quadrático sobre a leitura de SPAD para o limoeiro 'Cravo'; Os valores das leituras do SPAD-502 variaram em função da época e da folha amostrada, sendo folhas intermediárias de coloração mais intensa e folhas superiores de coloração mais clara; Os teores de clorofila 'a', 'b' e totais cresceram linearmente com o aumento dos valores de SPAD-502; Os coeficientes de correlações lineares, entre os teores de N, Ca, S e Fe e os valores de SPAD, foram significativos e positivos para ambos os porta-enxertos; As folhas baixas do limoeiro 'Cravo' apresentaram sintomas visuais de deficiência de Mg independentemente da dose de sulfato de magnésio

aplicada; O SPAD-502 (Minolta Co., Japão), pode ser utilizado como um instrumento para a avaliação dos teores de N e clorofila dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki'; A avaliação nutricional por meio do SPAD, entretanto deve ser criteriosa em relação ao nutriente, à folha amostrada e à possibilidade de deficiência de outros nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrianual (2002) Laranja: Produção se ajusta à demanda. *In: Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira*. São Paulo: FNP – Consultoria e Comércio, (1):285-288.
- Barros, J.C.S.M., Castro, N.G. (1991) Comportamento de diferentes porta-enxertos na formação de mudas cítricas em sacos plásticos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 13 (1):211-215.
- Bernardi, A.C.C., Carmello, Q.A.C., Carvalho, S.A. (2000) Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. *Scientia Agricola*. Piracicaba, 57 (4): 733-738.
- Boaretto, A.E., Muraoka, T., Oliveira, M.W. (1999) Adubação foliar corretiva e preventiva em citros. *Laranja*, Cordeirópolis, 20 (1):233-250.
- Camargo, P.N., Silva, O. (1975) *Manual de adubação foliar*. São Paulo: Editora e Distribuidora Herba Ltda., 258p.
- Carvalho, S.A., Mattos Júnior, D., Souza, M. (2000) Efeito do KNO<sub>3</sub> nos teores de macronutrientes na matéria seca total de porta-enxertos cítricos produzidos em bandejas. *Bragantia*, Campinas, 59 (1):89-94.



- Carvalho, S.A. (2001) Propagação dos citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (209):21-25.
- Castro, P.R.C., Marinho, C.S., Paiva, R., Menegucci, J.L.P. (2001) Fisiologia da produção dos citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (209):26-38.
- Decarlos Neto, A., Siqueira, D.L., Pereira, P.R.G., Alvarez, V.H. (2002a) Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24 (1):199-203.
- Decarlos Neto, A., Siqueira, D.L., Pereira, P.R.G., Alvarez, V.H. (2002b) Diagnóstico do estado nutricional de N em porta-enxertos de citros, utilizando-se de teores foliares de clorofila. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24 (1):204-207.
- Esposti, M.D.D. (2000) *Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovassos*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 96p.
- Fachini, E., Galbiatti, J.A. (2001) Produção de mudas de laranja utilizando composto de lixo e lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração. CD-ROM dos Anais do XXX CONBEA – Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- Fiorezi, A.A. (1999) Pedras no caminho. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, 19 (5):33-37.
- Fontes, P.C.R., Ronchi, C.P. (2002) Critical values of nitrogen indices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 10 (37):1421-1429.
- Fundecitrus (2002b) A hora da virada. *Revista do Fundecitrus*, Araraquara, 18 (108):4-5.

- Fundecitrus (2002a) Alternativa para o limão Cravo. *Revista do Fundecitrus*, Araraquara, 18 (110):12-14.
- Fundecitrus (2002) Morte Súbita: nova doença mobiliza Fundecitrus. *Revista do Fundecitrus*, Araraquara, 14 (108):8-12.
- Gil, P.T., Fontes, P.C.R., Cecon, P.R., Ferreira, F.A. (2002) Índices SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 4 (20):611-615.
- Gonçalves, J.L.M., Santarelli, E.G., Moraes Neto, S.P., Manara, M.P. (2000) Produção de mudas de espécies nativas: substratos, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. (eds.) *Nutrição e fertilização florestal*. 1. ed. Piracicaba: IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, p. 310-347.
- Guimarães, T.G., Fontes, P.C.R., Pereira, P.R., Halvarez, V., Monnerat, P.H. (1999) Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. *Bragantia*, Campinas, 1 (58):209-216.
- Grassi Filho, H., Pereira, M.A.A., Savino, A.A., Rodriguez, V.T. (2001) Efeito de diferentes substratos no crescimento de mudas de limoeiro Cravo até o ponto de enxertia. *Laranja*, Cordeirópolis, 22 (1):157-166.
- Instruction manual (2003) *Chlorophyll meter SPAD-502*. Japan, 22p.
- Jackson, M.L. (1958) Soil chemical analysis. 5. ed. New Jersey: USA Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, 498p.
- Jones Jr. J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens: Micro-Macro Publishing, 213p.

- Koller, O.C. (1994) *Citricultura: laranja, Limão e Tangerina*. Porto Alegre, Editora Rígel, 446p.
- Leite Jr., R.P. (1992) Cultivares de copa e porta-enxertos *In*: Instituto Agronômico do Paraná (ed.) *A citricultura no Paraná*. 2. ed. Londrina: IAPAR, p. 91-116.
- Lopes, A.S. (1998) *Manual internacional de fertilidade do solo (Tradução e adaptação)*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 117p.
- Malavolta, E., Violante Netto, A. (1989) Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 153p.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., De Oliveira, S.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas - Princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Marquard, R.D., Tipton, J.L. (1987) Relation ship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. *Hort Science*, 22 (6):1327.
- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. San Diego: Academy Press, 889p.
- Mattos Júnior, D., Quaggio, J.A., Cantarella, H. (2001) Calagem e adubação de citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (209):39-46.
- Medina Filho, H.P., Bordignon, R., Ballvé, R.M.L., Siqueira, W.J., Carvalho, M.R.T. (1992) Porta-enxertos híbridos de citros produzidos no Instituto Agronômico de Campinas. *Laranja*, Cordeirópolis, 13 (2):777-792.
- Neves, E.M., Dayoub, M., Dragone, D.S., Neves, M.F. (2001) Citricultura Brasileira: efeitos econômicos financeiros 1996-2000. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 23 (2):432-436.

- Pereira, W.L.M. (2001) *Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para Capim-Mombaça*. Tese (Doutorado em Nutrição Mineral de Plantas) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 124p.
- Perin, J.R., Carvalho, S.A., Mattos Junior, D., Cantarella, H. (1999) Efeitos de substratos e doses de fertilizantes de liberação lenta no teor de clorofila e desenvolvimento vegetativo de limoeiro Cravo em tubetes. *Laranja*, Cordeirópolis, 20 (2):463-476.
- Pompeu Junior, J. (1991) Porta-enxertos para citros. In: Rodriguez, O., Viegaz, F., Pompeu Junior, J., Amaro, A.A. (eds.) *Citricultura Brasileira*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, p. 265-280.
- Rein, T.A., Sousa, D.M.G. (1999) O magnésio na fertilidade dos solos do cerrado. *Boletim Embrapa Cerrados*, 6 (52):s/p.
- Rezende, L.P., Amaral, A.M., Carvalho, S.A., Souza, M. (1995) Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro Cravo em vasos. I.Efeito de crescimento vegetativo. *Laranja*, Cordeirópolis, 16 (2):165-177.
- Rodriguez, R. (1980) Nutrição e adubação dos citros. *Citricultura Brasileira*, 2:387-430.
- Ruiz, H.A., Miranda, J., Conceição, J.C.S. (1999) Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca e Mg a plantas de arroz. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23:1015-1018.
- Serrano, L.A.L. (2003) *Recipientes, substratos e doses de adubo de liberação lenta na produção de porta-enxertos cítricos (Citrus limonia Osbeck. cv. Cravo)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 68p.
- Shaahan, M.M., El-Sayed, A.A., Abou El-Nour, E.A.A. (1999) Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status in some perennial crops using a portable chlorophyll meter. *Scientia Horticulturae*, 82:339-348.

- Silva, F.C. (1999) *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Embrapa Solos e Embrapa Comunicação para a transferência de tecnologia.* Brasília, 370p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (1998) *Plant Physiology.* 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 792p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2002) *Fisiologia Vegetal.* Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, 719p.
- Torres Netto, A., Campostrini, E., Oliveira, J.G., Yamanishi, O.K. (2002) Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. *Braz. J. Plant Physiology*, 14 (3):203-210.
- Van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.* Boletim técnico 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, 285p.
- Vasconcellos, L.A.C., Simão, S., Malavolta, E., Carmelo, Q.A.C., Prezotto, M.E.M. (1989) Comportamento de porta-enxertos de citros (*Citrus* sp.) em três tipos de solos com diferentes níveis de alumínio e manganês. *Laranja*, Cordeirópolis, 10 (2):281-295.
- Villas Bôas, R.L., Godoy, L.J.G., Pantano, S.C. (2003) Índice Relativo de clorofila: um indicativo auxiliar no manejo do nitrogênio em videira. CD-ROM dos Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Belém, PA, Brasil.
- Weir, R.G., Sarooshi, R. (1991) Citrus nutrition. *Agfacts.* 1. ed. NSW Agriculture & Fisheries, S.I. 15p.
- Wellburn, A.R. (1994) The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiology*, 144:307-313.

Yadava, U.L. (1986) A rapid and Nondestructive Method to determine chlorophyll in intact leaves. *Hort Science*, 21 (6):1449-1450.

**APÊNDICE**

Quadro 1A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de altura (cm), diâmetro a 1,5 cm (mm) e número de folhas até 165 DAR para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki'.

F.V.	G.L.	Q.M.		
		ALTURA	DIAM. 1,5 Cm	Nº FOLHAS
<b>Bloco</b>	5	672,92**	3,33**	514,03**
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	48951,39**	362,51**	2654,59**
<b>Dose</b>	4	327,16 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	75,47 <sup>NS</sup>
<b>PE x Dose</b>	4	217,20 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	57,59 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo A</b>	45	184,05	0,50	47,22
<b>Parcela</b>	59			
<b>Época</b>	11	116360,93**	317,21**	28131,56**
<b>PE x Época</b>	11	1505,11**	9,66**	68,17**
<b>Época x Dose</b>	44	26,40 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	5,47 <sup>NS</sup>
<b>PE x Época x Dose</b>	44	14,83 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	4,66 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo B</b>	550	35,61	0,07	8,35
<b>Sub-parcela</b>	719			
<b>Média Geral</b>		75,09	5,38	40,67
<b>CVA (%)</b>		5,22	3,81	4,88
<b>CVB (%)</b>		7,95	4,86	7,10

\*\* significativo a 1%

Quadro 2A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de diâmetro a 10 cm (mm) até 165 DAR para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineira 'Sunki'.

F.V.	G.L.	Q.M.
<b>Bloco</b>	5	3,019**
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	0,54 <sup>NS</sup>
<b>Dose</b>	4	189,86**
<b>PE x Dose</b>	4	0,44 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo A</b>	45	0,40
<b>Parcela</b>	59	
<b>Época</b>	10	210,90**
<b>PE x Época</b>	10	4,54**
<b>Época x Dose</b>	40	0,03 <sup>NS</sup>
<b>PE x Época x Dose</b>	40	0,030 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo B</b>	500	0,06
<b>Sub-parcela</b>	559	
<b>Média Geral</b>		4,76
<b>CVA (%)</b>		3,99
<b>CVB (%)</b>		4,93

\*\* significativo a 1%



Quadro 3A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de altura (cm), diâmetro a 1,5 e 10 cm (mm) e número de folhas no ponto de enxertia para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (165 DAR) e tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

		Q.M.			
F.V.	G.L.	Altura	Diam.1,5cm	Diam.10cm	Nº Folha
<b>Bloco</b>	5	386,26*	0,97*	0,53*	144,12**
<b>Dose</b>	4	223,33 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>	71,66 <sup>NS</sup>
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	3511,35**	4,68**	0,57 <sup>NS</sup>	11426,40**
<b>PE x Dose</b>	4	171,13 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	48,40 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo</b>	45	139,53	0,30	0,20	34,18
<b>Total</b>	59				
<b>Média Geral</b>		153,60	9,15	7,74	79,33
<b>C.V. (%)</b>		7,69	5,94	5,80	7,37

\*\* significativo a 1%

\* significativo a 5%

Quadro 4A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de área foliar (cm<sup>2</sup>), peso seco foliar (g), peso seco do caule (g) e peso seco da raiz (g) no ponto de enxertia para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (165 DAR) e tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

		Q.M.			
F.V.	G.L.	Area Foliar	Peso Foliar	Peso Caule	Peso Raiz
<b>Bloco</b>	5	449499,65**	29,84**	22,70 <sup>NS</sup>	23,30**
<b>Dose</b>	4	87433,21 <sup>NS</sup>	4,44 <sup>NS</sup>	8,05 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	566658,53*	53,35*	96,57*	1353,18**
<b>PE x Dose</b>	4	59999,90 <sup>NS</sup>	3,36 <sup>NS</sup>	20,59 <sup>NS</sup>	0,84 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo</b>	45	111082,60	7,55	16,15	4,61
<b>Total</b>	59				
<b>Média Geral</b>		2030,92	16,36	19,11	10,92
<b>C.V. (%)</b>		16,41	16,80	21,03	19,67

\*\* significativo a 1%

\* significativo a 5%

Quadro 5A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de teores foliares de N ( $\text{g Kg}^{-1}$ ), P ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) e K ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) no ponto de enxertia para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (165 DAR) e tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

F.V.	G.L.	Q.M.		
		N	P	K
<b>Bloco</b>	5	3,60*	0,01 <sup>NS</sup>	0,36 <sup>NS</sup>
<b>Dose</b>	4	52,36**	0,05 <sup>NS</sup>	2,80*
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	2,93 <sup>NS</sup>	6,69**	86,64**
<b>PE x Dose</b>	4	6,88**	0,05 <sup>NS</sup>	1,64 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo</b>	45	1,41	0,03	0,75
<b>Total</b>	59			
<b>Média Geral</b>		31,48	2,31	13,52
<b>C.V.</b>		3,78	7,60	6,41

\*\* significativo a 1%

\* significativo a 5%

Quadro 6A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de teores foliares de Ca ( $\text{g Kg}^{-1}$ ), Mg ( $\text{g Kg}^{-1}$ ), S ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) e Fe ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ) no ponto de enxertia para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (165 DAR) e tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

F.V.	G.L.	Q.M.			
		Ca	Mg	S	Fe
<b>Bloco</b>	5	0,70 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	514,90*
<b>Dose</b>	4	12,48**	0,06*	1,09**	838,63**
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	28,72**	0,25**	44,39**	9753,24**
<b>PE x Dose</b>	4	4,98**	0,06*	1,68**	728,02**
<b>Resíduo</b>	45	1,22	0,02	0,16	175,60
<b>Total</b>	59				
<b>Média Geral</b>		30,97	1,77	3,94	164,84
<b>C.V. (%)</b>		3,56	8,22	10,07	8,04

\*\* significativo a 1%

\* significativo a 5%

Quadro 7A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados de teores foliares de  $K^+$  ( $g\ kg^{-1}$ ),  $Ca^{2+}$  ( $g\ kg^{-1}$ ) e  $Mg^{2+}$  ( $g\ kg^{-1}$ ) no ponto de enxertia para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (165 DAR) e tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

F.V.	G.L.	Q.M.		
		$K^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	0,1521**	9,1489**	0,1299**
<b>Dose</b>	4	0,0007**	0,5200**	0,0534**
<b>PE x Dose</b>	4	0,0007**	1,1054**	0,0355**
<b>Resíduo</b>	30	0,000025	0,0160	0,0001
<b>Total</b>	39			
<b>Média Geral</b>		0,17	4,70	0,48
<b>C.V. (%)</b>		2,99	2,70	2,79

\*\* significativo a 1%

Quadro 8A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados das leituras de SPAD-502 até o ponto de enxertia para o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' (165 DAR).

F.V.	G.L.	Q.M.
<b>Bloco</b>	5	91,73 <sup>NS</sup>
<b>Dose</b>	4	139,47 <sup>NS</sup>
<b>Folha</b>	4	30745,14**
<b>Dose x Folha</b>	16	36,31 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo A</b>	120	62,98
<b>Parcela</b>	149	
<b>Época</b>	4	144,31**
<b>Dose x Época</b>	16	35,45*
<b>Folha x Época</b>	16	925,63**
<b>Dose x Folha x Época</b>	64	18,77 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo B</b>	500	20,48
<b>Sub-parcela</b>	749	
<b>Média Geral</b>		58,60
<b>C.V. a (%)</b>		6,06
<b>C.V. b (%)</b>		7,72

\*\* significativo a 1%

\* significativo a 5%

Quadro 9A. Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados das leituras de SPAD-502 até o ponto de enxertia para o porta-enxerto tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
<b>Bloco</b>	5	189,14**
<b>Dose</b>	4	60,66 <sup>NS</sup>
<b>Folha</b>	4	77918,43**
<b>Dose x Folha</b>	16	56,45 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo A</b>	120	50,25
<b>Parcela</b>	149	
<b>Época</b>	6	275,85**
<b>Dose x Época</b>	24	19,80 <sup>NS</sup>
<b>Folha x Época</b>	24	431,38**
<b>Dose x Folha x Época</b>	96	21,35 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo B</b>	750	17,57
<b>Sub-parcela</b>	1049	
<b>Média Geral</b>		59,82
<b>C.V. a (%)</b>		4,48
<b>C.V. b (%)</b>		7,00

\*\* significativo a 1%

Quadro 10A Análise de variância (Quadrados médios e respectivas significâncias) dos dados das leituras de SPAD-502 no ponto de enxertia para os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (165 DAR) e tangerineira 'Sunki' (210 DAR).

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>
<b>Bloco</b>	5	65,07 <sup>NS</sup>
<b>Porta-enxerto (PE)</b>	1	213,23*
<b>Dose</b>	4	112,88*
<b>Folha</b>	4	21241,21**
<b>PE x Dose</b>	4	57,91 <sup>NS</sup>
<b>Dose x Folha</b>	16	72,08 <sup>NS</sup>
<b>PE X Folha</b>	4	864,55**
<b>PE x Dose x Folha</b>	16	46,71 <sup>NS</sup>
<b>Resíduo</b>	245	46,28
<b>Total</b>	299	
<b>Média Geral</b>		59,09
<b>C.V. (%)</b>		11,51

\*\* significativo a 1%

\* significativo a 5%