

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento e na composição mineral de mudas de laranjeira Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck) enxertadas em citrumelo Swingle.

ANDRÉ LUÍS TEIXEIRA CRESTE

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Botânica).

BOTUCATU - SP
- 2006 -

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

Doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento e na composição mineral de mudas de laranjeira Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck) enxertadas em citrumelo Swingle.

ANDRÉ LUÍS TEIXEIRA CRESTE

Prof.^a Dr.^a CARMEN SÍLVIA FERNADES BOARO

ORIENTADORA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Botânica).

BOTUCATU - SP

- 2006 -

“Senhor tu me sondas e me conheces, sabes quando deito ou me levanto, conheces todos os meus caminhos, ainda a palavra não me chegou à boca e tu já a conheces, tu me cercas por volta e sobre mim põe tua mão. Sonda-me ó Deus, conheces meu coração, prova-me e conhece os meus pensamentos, vê se há em mim algum caminho mal e guia-me pelo caminho eterno” Sl. 139: 1-5;23-24.

“Dê ciência ao sábio e ele se tornará mais sábio, instrui o justo e ele crescerá em conhecimento”. Pv. 9: 9

A minha esposa, Juliana Canteiro Pereira, pelo amor singular. “Ainda que eu tenha o conhecimento de toda a ciência, se eu não tiver amor, de nada serei” I Cor 13,2.

Aos meus amados Pais, pelas muitas vezes que abdicaram de seus planos para que os meus se realizassem.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, em cujas mãos tenho descansado.

A Professora Dra. Carmen Sílvia Fernandes Boaro, pela orientação, paciência, confiança e amizade dedicados desde a graduação, a qual muito contribuiu para minha formação.

A Juliana Canteiro Pereira pelo auxílio na preparo do material vegetal e pela correção do “abstract”.

Aos amigos Marcelo Leonardo, Cléber Ferrão e Nicolau Ghirghi, pelo incentivo e apoio, demonstrados em uma amizade que triunfa sobre o tempo e a distância.

Aos meus irmãos, em especial a José Eduardo, Silvana e Maria Cristina, pelas palavras de conforto em momentos difíceis.

A Eduardo de Paula Machado, proprietário da Fazenda São José, pelo apoio, incentivo, compreensão e também pelo fornecimento do material vegetal e disponibilização da infra-estrutura necessária para a realização deste estudo.

Ao amigo e companheiro de jornada, Ernesto Luís Pires de Almeida, por suas grandiosas colaborações no decorrer de minha carreira profissional.

Ao Professor Dr. Hélio Grassi Filho pelas valiosas informações a mim concedidas no decorrer do experimento.

A Dra. Marta M. Mischán pela colaboração nas análises estatísticas.

Ao Eng. Agr. Francisco Eduardo Spatti e ao Técnico Agrícola Antonio Carlos dos Santos, pelo apoio na condução e execução deste estudo.

Aos colegas da seção de Pós Graduação, Sérgio, Maria Helena e Lucilene pela ajuda na execução deste trabalho.

PREFÁCIO

A presente tese foi redigida segundo as normas da Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, que determinam que os capítulos devem ser apresentados no formato de artigos científicos para posterior publicação .

Assim, os capítulos 1, 2 e 3 foram redigidos, respectivamente, de acordo com as normas de publicação das revistas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **Coloquium agrarium** e **Acta Botânica Brasileira**.

A grande demanda de produção de mudas cítricas em ambiente protegido, com muitas dúvidas quanto ao aspecto nutricional, determinou a proposta do estudo “Doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento e na composição mineral de mudas de laranja Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck) enxertadas em citrumelo Swingle. O nitrogênio e o cálcio são determinantes na qualidade final das mudas e a adequada concentração desses nutrientes tende a acelerar o ciclo produtivo das mudas cítricas.

A formação de mudas cítricas compreende três fases, a formação do porta-enxerto na sementeira, a fase de pós-transplante e a fase de pós enxertia. Sua fase de formação é de aproximadamente 120 dias e seu estudo não foi o objetivo deste trabalho. A fase de pós transplante caracteriza-se pelo período em que o porta-enxerto transplantado é conduzido até a enxertia, possuindo um período médio de 110 dias. Por fim, a fase de pós-enxertia, que compreende o momento em que a borbulha da copa é enxertada no porta-enxerto e se finaliza com a formação completa da muda.

Este estudo compreendeu a fase de transplante do porta-enxerto até a formação da muda e possui grande importância na sua produção. A diminuição desse período é de grande interesse para os produtores que poderão minimizar custos de produção nesse segmento.

O tempo necessário para a formação de mudas, após o transplante do porta-enxerto, segundo dados do produtor, varia entre 240 e 250 dias. O encerramento desse período, portanto, é indicado por características qualitativas macroscópicas. A diminuição desse período, de grande interesse econômico, pode ocorrer mediante utilização de adequado balanço nutricional, que muitas vezes é realizado de forma empírica pelos produtores.

Os resultados obtidos e discutidos nos capítulos 1, 2 e 3, demonstram que as menores doses de nitrogênio e cálcio utilizadas para o cultivo das mudas e iguais

respectivamente a 120 e 80 mg L⁻¹ proporcionaram melhor desenvolvimento das mudas, avaliadas pelas variáveis altura, número de folhas, massa seca dos diferentes órgãos e total das plantas, por determinação de índices fisiológicos da análise de crescimento, pela concentração e acúmulo foliar de macronutrientes. Cabe registrar também que o aumento das doses de nitrogênio e cálcio resultou em seu menor desenvolvimento.

Por fim, considerando-se a escassez de trabalhos sobre o assunto, os resultados apresentados neste estudo deverão elucidar muitas dúvidas existentes nas metodologias de fertilização empregadas nesse sistema de cultivo.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
PREFÁCIO	II
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
INTRODUÇÃO	01
REVISÃO DE LITERATURA	03
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I - Doses de Nitrogênio e Cálcio no desenvolvimento de mudas de laranjeira Valência (Citrus Sinensis L. Osbeck) enxertadas em citrumelo Swingle	17
Resumo	17
Abstract	17
Introdução	18
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	20
Conclusão	23
Referências Bibliográficas	24
Figuras	26
CAPÍTULO II - Concentração de Macronutrientes em folhas de mudas de laranjeira Valência, em Swingle, cultivadas com variação dos níveis de nitrogênio e cálcio	30
Resumo	30
Abstract	30
Introdução	31
Material e métodos	33
Resultados e discussão	34
Conclusões	48
Referências Bibliográficas	48
CAPÍTULO III - Doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento de mudas de laranjeira Valência enxertadas em citrumelo Swingle. Avaliação da produtividade por índices fisiológicos da análise de crescimento	51
Resumo	51
Abstract	51
Introdução	52
Material e métodos	53
Resultados e discussão	55
Conclusões	61
Referências Bibliográficas	61
Figuras	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
APÊNDICE	74

CRESTE, A.L.T. **DOSES DE NITROGÊNIO E CÁLCIO NO DESENVOLVIMENTO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE LARANJEIRA VALÊNCIA (*Citrus sinensis* L. Osbeck) ENXERTADAS EM CITRUMELO SWINGLE**. 2006. 87P. TESE (DOCTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

Resumo: O presente avaliou o desenvolvimento de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, com variação nas doses de nitrogênio e cálcio. O experimento foi conduzido no município de Rio Claro, em estufas comerciais de produção de mudas cítricas, pertencentes a Fazenda São José, fornecedora do material vegetal utilizado no presente estudo, no período compreendido entre setembro de 2003 e maio de 2004. Foram utilizados porta-enxertos de Citrumelo Swingle com 90 dias de idade, oriundos de sementeira, que depois de transplantados, foram cultivados em sacolas plásticas com capacidade para 5 litros, preenchidas com substrato comercial Lupa, com água disponível (%) = 40, porosidade total (%) = 28, CE = 0,47(dSm⁻¹), densidade aparente (g cm⁻³) = 0,27, pH(CaCl₂) = 4,7, M.O. = 49,03, N = 5,1, P = 2,1, K = 2,1, Ca = 4,0, Mg = 2,5, S = 1,6 g Kg⁻¹, C/N = 42/1. Noventa dias após o transplante foi realizada a enxertia em “T” invertido. A retirada da parte aérea do porta-enxerto ocorreu 60 dias após a enxertia. A nutrição das mudas foi realizada por fertirrigação por aspersão, com 150 ml de solução, em dias alternados, tendo como testemunha a solução nutritiva nº 2 de Hoagland & Arnon (1950) que contém 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio. A partir dela foram preparadas soluções com variação dos níveis desses nutrientes. Assim, os cinco tratamentos T1 (120N/80Ca) contendo 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio, T2 (180N/120Ca) contendo 180 mg L⁻¹ de nitrogênio e 120 mg L⁻¹ de cálcio, T3 (210N/160Ca) contendo 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio, T4 (300N/250Ca) contendo 300 mg L⁻¹ de nitrogênio e 250 mg L⁻¹ de cálcio e T5 (400N/300Ca) contendo 400 mg L⁻¹ de nitrogênio e 300 mg L⁻¹ de cálcio foram avaliados. O desenvolvimento das mudas foi avaliado, em colheitas mensais, durante 270 dias, iniciadas a partir do transplante, por meio da determinação das variáveis, área foliar, altura, massa seca dos diferentes órgãos e total da planta, distribuição de massa seca, índices fisiológicos da análise de crescimento e da concentração e acúmulo foliar de macronutrientes. Para tanto, em cada colheita o material vegetal foi separado e colocado para secar, em estufa com circulação forçada de ar, a 60° C e a sua pesagem foi realizada em balança analítica, com sensibilidade de 0,1 mg. A área foliar das lâminas foliares, em dm², foi determinada em medidor de área foliar Li-cor, modelo LI300. A estimativa dos índices fisiológicos da análise de crescimento foi realizada por meio da área foliar, massa seca de lâminas foliares e massa seca total das mudas, variáveis ajustadas em relação ao tempo, ou seja, idade das plantas, pela equação exponencial quadrática, fornecidos pelo programa computacional de análise de crescimento (ANACRES). A concentração dos macronutrientes foi determinada segundo Malavolta et al. (1997) e o acúmulo determinado pelo quociente entre a sua concentração foliar e a massa seca de lâminas foliares. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, cada uma constituída pela média de duas plantas, em esquema fatorial 5x9. Os resultados de concentração e acúmulo de macronutrientes e os altura, número de folhas, de massa seca de caule, raiz, laminas foliares e total da muda foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, utilizando-se o nível de 5% de significância. O fator colheita foi avaliado por análise de regressão, utilizando-se o nível de 5% de significância. Os resultados observados revelaram que a concentração de 120mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ proporcionou melhor desenvolvimento das mudas, que apresentaram maior massa seca total e dos diferentes órgãos, maior altura e maior número de folhas., maior

área foliar. A avaliação dos índices fisiológicos revelaram que as variações das concentrações de nitrogênio e cálcio interferiram no comportamento desses índices e na produtividade das mudas cítricas, conferindo as mudas cultivadas no T1(120N/80Ca) maior velocidade de crescimento. As concentrações foliares médias, em g Kg⁻¹, de N, P, K, Ca, Mg e S foram, respectivamente, iguais a 33, 23, 2,5, 28, 3,3 e 3,0 respectivamente. O acúmulo foliar de macronutrientes aumentou com a idade das mudas sendo maior nas cultivadas no tratamento T1(120N/80Ca).

Palavras-chave: porta-enxerto, nitrogênio, cálcio, análise de crescimento, solução nutritiva, citrus.

ABSTRACT: This work studied the development of Valênica orange seedlings budded in citrumelo Swingle, with different levels of N and Ca. The experiment was conducted at Rio Claro, Brazil, in production greenhouse of citrus seedlings, belonging to São José Farm, supplier of vegetable material used in this study, in the period between September 2003 until May 2004. Citrumelo Swingle rootstocks were used with 90 days age, resultant from sowing, that after transplanted, they were cultivated in plastic bags with 1,32 gal size, with Lupa commercial substrate, with available water (%) = 40, porosity (%) = 28, CE = 0,47(dSm⁻¹), apparent density (gcm⁻³) = 0,27, pH(CaCl₂) = 4,7, M.O. (%) = 49,03, N = 5,1, P = 2,1, K = 2,1, Ca = 4,0, Mg = 2,5, S = 1,6 gKg⁻¹, C/N = 42/1. Ninety days after transplanted was made the budded in inverted "T". The remove of rootstocks aerial part occurred at 60 days after budded. Seedlings nutrition was dial by sprinkling fertilirrigation, with 150 ml solution, in alternate days, having like testimony Hoaglan & Arnon n° 2 nutrition solution, that has 210mg L⁻¹ N and 160 mg L⁻¹ Ca. Based on it solutions were prepared with alteration of levels of this nutrients. So, the five treatments T1(120N/80Ca), with 120 mg L⁻¹ nitrogen and 80 mg L⁻¹ calcium, T2(180N/120Ca), with 180 mg L⁻¹ nitrogen and 120 mg L⁻¹ calcium, T3(210N/160Ca), with 210 mg L⁻¹ nitrogen and 160 mg L⁻¹ calcium, T4(300N/250Ca), with 300 mg L⁻¹ nitrogen and 250 mg L⁻¹ calcium and T5(400N/300Ca), with 400 mg L⁻¹ nitrogen and 300 mg L⁻¹ calcium was available. The seedlings development was available in monthly crops by 270 days started from transplant, by determination of variables leaf area, size, dry matter of different organs and plant total, dry matter distribution, physiologic index of growth analysis and leaf concentration and accumulation of macronutrients. Therefore, in each crop the vegetable material was separated and placed to dry in stove with forced air circulation, at 60°C and its weighing was made in analytic weighing-machine, with sensibility of 0,1mg. The leaf area of leaves blade, in dm², was determinate in area meter Li-cor, model LI300. The physiological index estimation of growth analysis was made by leaf area, dry matter of leaves blade and total dry matter of the seedlings, which were adjusted in relation to time that is, plants age, by the exponential equation quadratic, offer by software of growth analysis (ANACRES). The macronutrients concentration was determinate and the accumulation by the quotient of it leaf concentration and the dry matter of leaves blade. The experimental delineation was completely at random, with four repetitions, each one composed by two plants means in factorial model 5x9. The macronutrients concentration and accumulation results and size leaves, number, caulis dry matter, roots, leaves blade and total of seedlings were submitted to variance analysis and the means compared by Tukey's 5%. The crop factor was available by regression analysis, using 5% level significance. The results showed that the 120 mg L⁻¹ N and 80 mg L⁻¹ Ca concentration of the best seedling development, the biggest total dry matter and different organs, the biggest size and the biggest leaves number, the biggest leaf area. The physiologic index valuation showed that the alterations of N and Ca concentration, interfered in the physiologic index manner and in the citrus seedlings productivity and the seedlings cultivated in T1(120N/80Ca) the fastest

velocity of growth. The N means leaves concentrations, P, K, Ca, Mg and S were respectively 33, 23, 2,5, 28, 3,3 and 3,0 gKg⁻¹. the macronutrients leaves accumulated increased with the seedlings age, being biggest in that cultivated in T1(120N/80Ca) treatment seedlings age, being biggest in that cultivated in T1(120N/80Ca) treatment.

Key-words: rootstock, nitrogen, calcium, growth analysis, nutritive solution, citrus plant.

I – Introdução

No Brasil, a cadeia citrícola destaca-se pela sua importância no cenário produtivo e econômico do segmento agrícola. A exploração da cultura é realizada de forma extensiva no Estado de São Paulo, principal produtor de citros do país.

Contudo, nos últimos anos a cultura vem sendo pressionada por vários problemas fitossanitários, que ocasionam diminuição da produtividade dos pomares, prejudicando o crescimento desse setor do agronegócio brasileiro. Dentre esses problemas, encontram-se as doenças como CVC, gomose e cancro cítrico. Esses e outros distúrbios podem ser minimizados com a produção de mudas de qualidade, base para garantir o sucesso do empreendimento citrícola.

A produção estadual de mudas cítricas é crescente, uma vez que, a renovação dos pomares em produção se faz necessária, acompanhando a necessidade do mercado consumidor de suco congelado e de frutos frescos.

No ano de 2005 foram produzidas no Estado de São Paulo, cerca de 11 milhões de mudas cítricas e 8 milhões de porta enxertos, em ambiente protegido e obedecendo as exigências fitossanitárias para o setor, conforme as especificações da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Cabe ressaltar que cerca de 80% da citricultura brasileira está alicerçada sobre o porta enxerto de limoeiro Cravo, sendo necessária a sua diversificação, apresentando-se como opções, o citrumelo Swingle e a tangerineira Sunki, entre outros.

Há, portanto, a necessidade de se produzirem mudas cítricas com elevada qualidade, de excelente vigor e ausente de problemas fitossanitários. No entanto, a técnica de produção de mudas em ambiente protegido é ainda recente e carece de informações, principalmente no tocante ao aspecto nutricional.

A nutrição das plantas no setor ainda é realizada de forma empírica e muitas vezes a experiência dos produtores conduz à prática de nutrição desbalanceada, o que pode resultar em maior necessidade de permanência dessas plantas no viveiro, aumentando a demanda de recursos.

Vários trabalhos sobre a necessidade de nitrogênio para o desenvolvimento de mudas cítricas são apresentados na literatura com o limoeiro Cravo, na fase de formação do porta-enxerto. No entanto, nenhum estudo avaliou aspectos fisiológicos do desenvolvimento das mudas cítricas submetidas a diferentes condições nutricionais envolvendo esse e outros porta-enxertos. Tal avaliação pode ser realizada por meio da análise de crescimento, técnica que

descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, permitindo o acompanhamento da dinâmica da produção fotossintética, avaliada pelo acúmulo de matéria seca, ou seja, de sua produtividade.

Considerando-se que a omissão ou a insuficiência de um nutriente pode prejudicar o desenvolvimento, diminuindo de maneira geral o acúmulo de matéria seca, a detecção de distúrbios na produtividade poderá orientar a correção, evitando diminuição de produção.

Dentre os elementos essenciais, o nitrogênio apresenta importante papel nas funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação na planta e também como constituinte de proteínas e ácidos nucleicos. Participa da molécula de clorofila e de outros compostos essenciais aos processos de crescimento vegetal (Marschner; 1995, Epstein & Bloom, 2006).

Segundo Kretsinger (1990) o cálcio, outro macronutriente, está diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento vegetal como regulador de vários processos celulares, que variam desde o controle do transporte iônico até a expressão gênica.

Muitos trabalhos mostram a importância do nitrogênio no desenvolvimento de mudas cítricas, onde a quantidade requerida varia de acordo com a espécie de porta-enxerto utilizada e é dependente da frequência de aplicação (Mattos Júnior et al., 2001; Vitória et al., 2001; Bernardi et al., 2001; Maust e Williamson, 1991). Contudo os resultados ainda são contraditórios e não expressam a necessidade nutricional do citrumelo Swingle, que no momento apresenta-se como opção de diversificação de porta-enxerto para mudas cítricas. Por outro lado, é ainda mais escassa a literatura sobre a interferência do cálcio no desenvolvimento dessas mudas.

Dessa forma, a ausência de trabalhos que refiram a exigência nutricional do citrumelo Swingle e a necessidade de produção de mudas cítricas com qualidade e num menor espaço de tempo, justificam plenamente o estudo proposto. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e a composição mineral foliar de mudas de laranja Valência enxertadas nesse porta-enxerto e submetidas a diferentes doses de nitrogênio e cálcio.

II – Revisão de Literatura

1 - Importância econômica da cultura

O citros possui posição de destaque na fruticultura mundial, e em 2000 ocupou o primeiro lugar, com produção igual a 106.948 milhões de toneladas, superando as culturas de uva, banana e maçã (Neves et al., 2001).

No Brasil, a citricultura, uma das atividades agrícolas mais importantes, gera riqueza aos setores industriais e produtivos e garante o crescimento de todos os segmentos que dela se cercam (Gelmini et al., 1998). A citricultura, a partir da década de 60, começou a ocupar espaço no cenário agrícola nacional, ao lado de outras como a cana e o café. Apesar de seu aparecimento ter ocorrido no norte do país, a cultura notoriamente desenvolveu-se no Estado de São Paulo.

A citricultura é distribuída e tem grande importância econômica nas regiões tropicais e subtropicais, onde as condições edafoclimáticas são adequadas para o seu pleno desenvolvimento (Davis & Albrigo, 1994).

O Brasil, líder mundial na produção de citros, responde pela produção aproximada de 35 % de toda a laranja produzida no mundo e por 85% das exportações de suco de laranja concentrado e congelado. Na safra de 2002/03 foram produzidas 354.280 milhões de caixas de laranja, comercializadas a US\$ 3,00 a caixa (Agrianual, 2003). Na safra 2003/04, o Estado de São Paulo produziu 269 milhões de caixas, sendo o principal produtor do país (Agrianual, 2005).

A citricultura, no Estado de São Paulo é, portanto, favorecida pelas condições climáticas, pelo preço da terra, valor de mão de obra e presença de mercado consumidor para os frutos cítricos. Sua produção concentra 79% da produção brasileira e é responsável por 95% das exportações brasileiras de suco de laranja concentrado congelado. Apenas 2% da produção processada destina-se para o mercado interno (Amaro & Maia, 1997).

2 – Classificação Botânica

Na família Rutaceae o gênero *Citrus*, originário de regiões úmidas tropicais e subtropicais do continente Asiático, apresenta grande importância. Apesar de ser cultivado em ampla faixa compreendida entre os paralelos 35° N e 35° S, as principais áreas produtoras concentram-se nas regiões subtropicais, entre as latitudes 20 e 40 ° N (Volpe, 1992, Figueiredo, 1991, Moreira & Moreira, 1991).

A procedência e distribuição de diversas espécies cultivadas têm sido relatadas por vários autores (Barret & Rhodes, 1976, Chapot, 1975, Scora, 1975, Soost & Cameron, 1975 e Webber et al., 1967). Esses autores referem que a laranja doce, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, com grande importância no mercado agro-industrial brasileiro, provavelmente tem sua origem na Indochina e no sul da China. A espécie, no entanto, encontrou no Brasil melhores condições de adaptação, produzindo bem e expandindo para os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul e Mato Grosso (DONADIO et al., 2005).

A grande complexidade na classificação do grupo de plantas cítricas, devido às particularidades de sua biologia reprodutiva, ampla história de cultivo e diferentes sistemas taxonômicos, sugerem um número variável, de 11 até 162 espécies distintas (Araújo & Roque, 2005), baseadas nos principais sistemas de classificação propostos por Engler (1931), Swingle (1943) e Tanaka (1961).

Swingle e Reece (1967) classificaram o gênero *Citrus* como da tribo Citreae, família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, pertencente às Angiospermas, classe dicotiledônea. Apresenta folhas com glândulas de óleos, flores brancas e aromáticas com nectário, ou seja, ovário apoiado sobre disco floral. Os frutos apresentam placentação axial, com vesículas preenchidas por suco, são globosos do tipo baga, com epicarpo de coloração verde, amarelo ou laranja e com a presença de glândulas de óleo essencial.

3 – Produção de Mudanças Cítricas

A produção de mudas cítricas apresenta demanda crescente, pois a renovação dos pomares brasileiros é constante. Apesar de a citricultura paulista destacar-se na agroindústria e possuir tecnologia avançada nos vários segmentos de produção, a forma de propagação das plantas cítricas pouco evoluiu nas últimas décadas.

Assim, a produção de mudas no setor consiste na formação de plantas por meio de propagação sexuada ou assexuada, que pode ser realizada por enxertia ou estaquia. Cabe registrar que, no Brasil a forma comercial de produção de mudas cítricas é a enxertia (Machado Filho et al., 2003). A metodologia empregada na produção de mudas por enxertia consiste na tentativa de união de dois ou mais tecidos, enxerto e porta-enxerto, para formar uma nova planta. Enquanto o porta-enxerto, sistema radicular da planta será o responsável pela fixação e absorção de água e nutrientes, o enxerto originará a parte aérea do vegetal (Pasqual et al., 2001).

As combinações copa e porta-enxerto que podem ou não ser do mesmo cultivar, devem possuir afinidade anatômica para o pleno desenvolvimento da planta, sendo necessário

formar uma conexão contínua entre seus tecidos cambiais (Simão, 1988). A utilização dessa técnica visa à obtenção de frutificação precoce, curto período juvenil, uniformidade de tamanho, controle da produtividade, adaptação edafoclimática e melhor controle fitossanitário (Wutscher, 1991).

O sucesso dos cultivos comerciais depende diretamente da qualidade das mudas cítricas (Grassi Filho et al., 2001). Entretanto, a técnica de produção dessas mudas em substrato, sob ambiente protegido é recente e carente de resultados de pesquisas que possam orientar o melhor manejo nutricional e a sua qualidade. Cabe ressaltar que a escolha do porta-enxerto poderá interferir no desenvolvimento e no vigor inicial da planta, na produção, na qualidade e maturação dos frutos, na resistência a pragas e doenças e ainda na adaptação das plantas à diferentes condições edafoclimáticas (Pompeu Junior, 1991).

Em 2005 a produção total de mudas e de porta-enxertos no Estado de São Paulo foi aproximadamente igual a 11 e 8 milhões respectivamente, distribuídas em 508 viveiros protegidos com telados anti-afídeos, cultivados em substratos livres de patógenos e registrados na Coordenadoria de Defesa Agropecuária e que obedecendo as normas de produção exigidas pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo (Fundecitrus, 2005).

A citricultura brasileira é alicerçada no porta-enxerto de limoeiro Cravo e problemas como a morte súbita dos citros, doença de causa desconhecida que devasta os pomares enxertados sobre esse porta-enxerto, conduzem à necessidade de diversificação, surgindo como opção, o citrumelo Swingle (Fundecitrus, 2003). Resultado do cruzamento entre o pomelo Duncan (*Citrus paradisi* Macf.) e o *Poncirus trifoliata* Raf., o citrumelo Swingle, obtido por Walter T. Swingle, expandiu-se rapidamente nas regiões produtoras dos Estados Unidos, sendo o principal porta-enxerto utilizado na Flórida e havendo registros de uso em menor escala, em outros países (Araújo, 1995, Castle, 1987).

O adequado manejo nutricional assegura o bom desenvolvimento dos porta-enxertos e das mudas, garantindo à eles plena disponibilidade dos nutrientes nas quantidades necessárias para cada fase do desenvolvimento, o que interfere em seu desenvolvimento final, podendo dessa forma diminuir o tempo de permanência do porta-enxerto e da muda no viveiro. No entanto, ao contrário, as adubações vêm sendo realizadas de forma empírica, com base na experiência prática dos produtores, procedimento que conduz a desbalanço nutricional e menor qualidade das mudas produzidas (Graff et al., 1994). Castle & Ferguson, (1982) afirmam que adubação na produção de mudas cítricas visa seu crescimento máximo, o que pode ser conseguido com a aplicação de doses elevadas de fertilizantes.

Como a produção de mudas em pequenos recipientes e sob condições controladas, é uma prática cada vez mais freqüente, sua viabilização depende de informações inerentes à nutrição mineral (Soprano & Koller, 1991 e Maust & Williamson, 1994). Uma vez que o desenvolvimento das plantas nesse sistema é caracterizado por intenso crescimento em pouco tempo e em espaço reduzido para o crescimento radicular, requer adequado e balanceado fornecimento de nutrientes (Bernardi et al., 2001).

Mattos Júnior et al. (2001) referem demanda nutricional de mudas produzidas em substrato, sob ambiente protegido, diferente daquela de mudas produzidas em outro sistema e como não esclarece tais diferenças, contribui pouco com o conhecimento que se tem sobre o assunto.

No final dos anos setenta, iniciou-se na Flórida, Estados Unidos, a produção de mudas em ambiente protegido com a utilização de substratos. No entanto, ainda existem grandes variações nas doses e na freqüência de aplicação dos fertilizantes, realizada com base nos procedimentos comuns em viveiros e em campo (Castle & Ferguson, 1982), o que não assegura adequado fornecimento de nutrientes para as plantas, podendo resultar em interferência na qualidade final das mudas. A demanda da planta por nutrientes está relacionada com o seu potencial genético, definido pela informação armazenada na memória do DNA, o que leva à diferenças na capacidade ou na velocidade de absorção entre espécies e variedades (Malavolta et al., 1997).

Marschner (1995) afirma que o nitrogênio apresenta importante papel nas funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação da planta, é constituinte de proteínas e ácidos nucléicos, sendo absorvido pelas raízes na forma iônica como nitrato ou íon amônio. A maior parte do nitrato absorvido é reduzido e incorporado em compostos orgânicos nas raízes e, por ser móvel no xilema, pode ser armazenado tanto nos vacúolos das células das raízes como da parte aérea. Kato (1986) refere que a absorção de íons amoniacal e de nitrato pode ser influenciada pelo pH, temperatura, composição iônica e luz.

O cultivo protegido possibilita e favorece a adubação nitrogenada, que poderá ser realizada em maior escala, sob diferentes formas, proporcionando melhores respostas no crescimento das plantas e reduzindo seu ciclo (Badra & Shafiee, 1979; Mattos et al., 1988; Joaquim, 1991).

O nitrogênio absorvido do solo é, portanto, reduzido à forma amoniacal e incorporado nas cadeias orgânicas para formar o ácido glutâmico, que convertido em aminoácidos forma proteínas, participando da molécula de clorofila. O elemento é componente de muitos

compostos essenciais aos processos de crescimento vegetal, inclusive dos ácidos nucléicos. (Mengel e Kirkby 2001; Epstein & Bloom, 2006).

A deficiência de nitrogênio (Malavolta et al., 1997 e Marschner, 1995) provoca má distribuição de fotoassimilados e de nutrientes entre as raízes e a parte aérea do vegetal. Há ainda diminuição do teor de clorofila, da síntese de proteínas e do crescimento da planta. Em alguns casos pode ocorrer aumento no comprimento de raízes.

Epstein & Bloom (2006) relatam que elevados níveis de nitrogênio são tóxicos, podendo dissipar os gradientes de prótons transmembrana, requeridos para o transporte elétrico fotossintético e para o isolamento de metabólitos nos vacúolos. As elevadas concentrações de íons amônio são convertidas em aminoácidos e armazenadas nos vacúolos. No entanto, íons nitrato podem ser estocados em elevados níveis e translocados entre os tecidos, sem efeito deletério.

Plântulas de laranjeira, cultivadas em solução nutritiva com 840 mg L^{-1} de N apresentaram crescimento reduzido, quando comparadas com as plântulas cultivadas com 420 mg L^{-1} . O estudo revelou que o excesso do nutriente proporciona redução no tamanho das mesmas (Chapman, 1937).

Lee (1988) cultivando as mudas cítricas em substrato, verificou que a concentração igual a 250 mg L^{-1} de N foi adequada para assegurar seu bom desenvolvimento. Willianson e Castle (1989) afirmaram que essa concentração deve variar de 200 a 400 mg L^{-1} , dependendo da frequência da fertirrigação.

Maust & Williamson (1991), verificaram as melhores doses de nitrogênio para crescimento máximo de mudas cítricas, entre 120 a $140 \text{ mg planta}^{-1}\text{semana}^{-1}$ e doses menores que $50 \text{ mg planta}^{-1}\text{semana}^{-1}$ foram insuficientes para o crescimento máximo de mudas cítricas.

Maust e Williansom (1994), estudando concentrações de nitrogênio entre 0 e 200 mg L^{-1} verificaram que 19 mg L^{-1} do elemento na solução nutritiva seria a dose ideal para o desenvolvimento de mudas cítricas. Os autores afirmaram que para cultivos em substrato essa dose seria de 250 mg L^{-1} .

Carvalho e Souza (1996), estudando a periodicidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados, registraram que para a produção de porta-enxerto cítricos em bandejas ou tubetes, a aplicação pode variar de uma a duas vezes por semana, dependendo da espécie vegetal e da dosagem do nutriente.

Mattos Júnior et al. (2001) estudando o porta-enxerto de limoeiro Cravo, produzido em tubete, verificou redução de seu crescimento, quando submetido a doses de nitrogênio

inferiores a $0,4 \text{ g L}^{-1}$. Vitória (2001) ao estudar o mesmo porta-enxerto, cultivado em diferentes níveis de nitrogênio, verificou que doses elevadas desse elemento, iguais a 7,75 e $10,85 \text{ g planta}^{-1}$, provocaram diminuição do diâmetro do caule, do crescimento da parte aérea e do peso seco de matéria seca de raízes. Observou ainda que a adubação nitrogenada resultou em maior acúmulo foliar de cálcio e magnésio e na diminuição de potássio.

Bernardi et al. (2001) também verificou que elevadas doses de nitrogênio resultaram em diminuição da taxa fotossintética de mudas cítricas.

O cálcio pode ser encontrado no apoplasto, imobilizado nas paredes celulares e na superfície externa da membrana plasmática. Sua função estrutural está relacionada à sua capacidade de coordenação, que produz ligações intermoleculares estáveis (Marschner, 1995).

Os íons cálcio são utilizados na síntese de novas paredes celulares, em particular da lamela média, que separa células em divisão. É também utilizado no fuso mitótico durante a divisão celular. Ele é requerido para o funcionamento normal das membranas vegetais e hoje lhe é atribuído o papel de mensageiro secundário em várias respostas das plantas, tanto a sinais ambientais e hormonais (Sanders et al., 1999). Como mensageiro secundário, o cálcio pode ligar-se a calmodulina, proteína encontrada no citosol de células vegetais que age como reguladora de vários processos metabólicos. Sua deficiência resulta em necrose das regiões meristemáticas e conseqüente redução no crescimento do vegetal (Taiz e Zeiger, 2004). As ações do cálcio variam desde o controle do transporte iônico até a expressão gênica, sendo tais efeitos possíveis devido ao sistema homeostático, que regula os níveis celulares desse cátion (Kretsinger, 1990).

A ausência de cálcio induz a absorção elevada de nitrogênio, potássio e magnésio e a planta poderá apresentar sinais de toxidez dos últimos elementos, em vez de deficiência de cálcio (Simão, 1998).

Grassi Filho (1991) ao estudar o efeito do cálcio e do boro no desenvolvimento do sistema radicular e na composição mineral do limoeiro Cravo, desde a época da repicagem da sementeira até o ponto de enxertia, concluiu que o cálcio influenciou o desenvolvimento do sistema radicular, o crescimento da parte aérea e a composição mineral das mudas. A dose igual a 200 mg L^{-1} de cálcio, na solução nutritiva, proporcionou melhor desenvolvimento de do limoeiro Cravo nessas fases.

A variedade, a combinação copa e porta-enxerto, a idade, a posição das folhas nos ramos e a interação entre os nutrientes, são fatores que podem interferir nos teores foliares dos citros (Smith, 1966). As interações entre nutrientes são muito importantes no sistema de produção de mudas em vasos e em ambiente protegido, uma vez que a obtenção de mudas

sadias e vigorosas em curto espaço de tempo depende do fornecimento dos minerais por fertilizações, buscando o rápido desenvolvimento do vegetal. No entanto, apesar da crescente produção de mudas envasadas em ambiente protegido, existem ainda, poucos estudos relacionando os efeitos da nutrição mineral nesse tipo de sistema (Bernardi, 2000).

4 – Análise de crescimento

As técnicas de análise de crescimento foram desenvolvidas por investigadores britânicos, no início do século passado e reunidas por Watson, em 1952. Quinze anos depois, Radford, (1967) apresentou as fórmulas de análise de crescimento, suas derivações e as condições necessárias para sua utilização.

Briggs et al. (1920) já relatavam a importância da análise de crescimento na predição da produtividade vegetal, registrando que as medições para essa análise são simples, porém destrutivas, consistindo em medidas periódicas, em intervalos de tempo não muito longos da área foliar e da massa seca.

Watson (1952) refere que a área foliar das plantas é dependente da nutrição e ainda, que existe correlação entre produtividade e área foliar.

A análise de crescimento, método padrão da estimativa da produção fotossintética representa o primeiro passo na análise da produção primária, por meio de índices que descrevem o crescimento vegetal (Kvet et al., 1971).

Magalhães (1979) afirmou que a análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e se propõe a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através da acumulação de matéria seca.

Pereira & Machado (1987), referem-se a análise quantitativa de crescimento como o primeiro passo na análise de produção vegetal, que requer informações obtidas em intervalos de tempo durante o ciclo do vegetal, referentes a quantidade de massa seca contida na planta toda e no tamanho do aparelho fotossintetizador.

Benincasa (2003) considera que 90 % da fitomassa é resultado da incorporação de CO₂ por atividade fotossintética e descreve a análise quantitativa de crescimento como um método de fácil realização, preciso e fidedigno na avaliação do crescimento da planta. Refere também que, o acúmulo do material resultante da fotossíntese líquida passa a ser o aspecto fisiológico mais importante para a análise de crescimento.

Por fim, deve ser ressaltado que apesar do material vegetal de uma planta, durante o seu crescimento, provir da fotossíntese, sua produção total depende diretamente da nutrição mineral e embora os elementos minerais contribuam com proporção bem pequena da massa seca total, são essenciais e indispensáveis. Dessa forma, a omissão ou insuficiência de um elemento mineral influenciará a produção final, embora seja desconhecido qual dos índices fisiológicos fica comprometido, interferindo com a produtividade do vegetal (Milthorpe & Moorby, 1974).

III - Referências Bibliográficas

- AGRIANUAL. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. p. 295-314, São Paulo, 2003.
- AGRIANUAL. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. p. 287-304, São Paulo, 2005.
- ABREU, M.F, ABREU, C.A., BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. III encontro Nacional de Substratos para Plantas. p. 17-28. Campinas, São Paulo. 2002.
- ARAÚJO, E. F. de; ROQUE, N. Taxonomia dos Citros. IN: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas. Instituto Agrônômico e Fundag, 2005 p. 127-145.
- AMARO, A.A.; MAIA, M.L. Produção e comércio de laranja e de suco no Brasil. **Informações Econômicas**, v.27, n.7, p. 11-23, 1997.
- ARAUJO, J.R.G. Desenvolvimento e concentração mineral em tres variedades-copa de citrus (*Citrus spp*), sob influência de diferentes porta-enxertos. Botucatu, 1995. 138p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp.
- BADRA, T.; SHAFIEE, M.F. Effects of nitrogen source and rate on the growth of a lime seedlings and controlo of *Tylenchulus semipenetrans*. **Nematologia Mediterrânea**, v.7, p.191-194, 1979.
- BARRETT, H.C.; RHODES, A. M. A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. **Syst. Botany**, v. 1, p. 105-136, 1976.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**; noções básicas. 2ªed. Jaboticabal, FUNEP: 2003, 41p.
- BERETTA, M.J.G. ET AL. Evaluation of rootstocks in Brasil for field resistance to declineo. **Pro. Int. Soc. Citriculture**, v.2, p.841-843, 1994.
- BERNARDI, A. C.C., CARMELLO, Q.A.C., CARVALHO, S.A. Macronutrientes em mudas de citros cultivadas em vasos em resposta a adubação NPK. **Sci. Agric.**, v.57, n.4, p.761-767, dez 2000.
- BERNARDI, A.C.C. et al. Crescimento e lixiviação de nutrientes de porta-enxertos de citros cultivados em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. In: **6th World Congress of the International society of Citrus Nurserymen**, Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 249-253.

- BERNARDI, A.C.C. et al. Fotossíntese de mudas de citrus cultivadas em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. In: **6th World Congress of the International society of Citrus Nurserymen**. Programs & Abstracts, Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p102.
- BRIGGS, G.E., KIDD, F., WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Ann. Appl. Biol.**, v.7, p. 202-23, 1920.
- CARVALHO, S.A. **Manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos cítricos em bandejas**. 1994. p.74 Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, S.A. & SOUZA, M. de. Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro Cravo e da tangerina Cleópatra em bandejas. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.31, n.11, p. 815-822, 1996.
- CARMELLO, Q.A.C. Hidroponia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - CENA, p.355-368, 1992.
- CASTLE, W. S., FERGUNSON, J.J. Current Status of Greenhouse and Container Production of Citrus Nursery Trees in Florida. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.95, p. 42-46, 1982.
- CASTLE, W.S. Citrus rootstocks. In: ROM, R.C., Carlson, R.F. (Ed.). Rootstocks for fruit crops. New York: John Wiley & Sons, p. 361-399, 1987.
- CHAPOT, H. The citrus plant. In: HAFLIGER, E. (Ed.). **Citrus**. Switzerland: Ciba-Geigy Agrochemicals, p. 6-13, 1975.
- CHAPMAN, H.D.; LIEBIG, G.F. The effects of various nitrate concentration on the growth and composition of sweet orange seedlings. **Soil Science Society América Proceedings**, Madison, v.2, p.359-365, 1937.
- DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: Cab International, 1994. 254p.
- DECARLOS NETO, A., SIQUEIRA, D.L., PEREIRA, P.R.G. Crescimento de porta-enxerto de citros em tubetes, influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p. 199-203, abr. 2002.
- DONADIO, L.C.; MOURÃO FILHO, F. de A.A.; MOREIRA, C.S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NIGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas. Instituto Agrônomo e Fundag, p. 3-18, 2005.

- EPSTEIN, E., BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. 2ª ed. Brasil: Londrina, 2006. 403p.
- ENGLER, A. Rutaceae. In: ENGLER, A.; PRANTL, K. (Ed.). Die natürlichen Pflanzfamilien. Leipzig: Wilhelm Engelmann., 2.ed., v. 19, p. 187-359, 1931.
- FIGEIREDO, J.O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O., VEIGAS, F., POMPEU JUNIOR, J., AMARO, A.S. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 228-264.
- FUNDECITRUS – www. Fundecitrus.com.br. Acesso em 20 dez. 2003.
- FUNDECITRUS – www. Fundecitrus.com.br. Acesso em 12 dez. 2005
- GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R.B. Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathol.**, v.27, p.93, 2001.
- GRANT, T.J.; MOREIRA, S.; SALIBE, A.A. Citrus variety reaction to tristeza vírus in Brazil when used in various rootstock and scion combinations. **Plant Disease Reporter**, v.45, p.416-421, 1961.
- GRAFF, C.C.D., MARINHO, C.S., SOUTO, R.F., PAIVA, L.V., SOBRINHO, F.S. Efeito da fertilização foliar após enxertia no crescimento e nutrição da muda da laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Valência). **Ciência e Prática**, v.18, n.3, p. 264-267, 1994.
- GRASSI FILHO, H. Níveis de cálcio e boro e suas interações afetando o desenvolvimento do sistema radicular, a composição mineral e o vigor do limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), em condições controladas. Piracicaba, 1991, 92p. Dissertação de Mestrado. ESALQ – USP.
- GRASSI FILHO, H., PEREIRA, M.A.A., SALVINO, A. A., RODRIGUES, V.T. Efeito de diferentes substratos no crescimento de mudas de limoeiro Cravo até o ponto de enxertia. **Revista Laranja**, v. 22, n.1, p. 157-166. Cordeirópolis, 2001.
- GELMINI, G.A., NOVO, M.C.S.S., NEGRI, J.D. de. **Manejo de plantas daninhas em citrus**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 67p.
- HUTCHISON, d.j. Swingle citrumelo – a promising rootstock hybrid. **Proc. Fla.sta. Hortic. Soc.**, v87, p. 89-91, 1974.
- JOAQUIM, D. Avaliação de tres substratos para sementeira de limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), laranjeira Caipira [*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck] e tangerineira Cleópatra (*Citrus resnyi* Hort. Ex Tanaka) em bandejas. 1991. 133p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração Produção Vegetal), FCAV, Unesp, Jaboticabal-SP.

- KATO, T. Nitrogen metabolism and utilization in citrus. **Horticultural reviews**, v.8, p. 181-216, 1986.
- KRETSINGER, R.H. Why cells must export calcium. In: F. BRONER (ed.) **Intracellular regulation**. New York: Wiley-Liss, 1990. p.439-57.
- KVET, J., ONDOCK, J.P., NECAS, J., JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z., CATSKY, J., JARVIS, P.G., eds. **Plant photosynthetic production**; manual of methods. The Hague, W. Junk, p.343-391, 1971.
- LEE, A.T.C. Guidelines for the production of container grown citrus nursery trees in South Africa. S. A. Pretoria: **Coop. Citrus Exchange**, 1988.
- MAGALHÃES, A. C. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, Pedagógica e Universitária; EDUSP, v.1, p. 331-50, 1979.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic press, 1995. 889 p.
- MATTOS JUNIOR, D., CARVALHO, S.A., PEDROSO, F.G. Fontes e doses de nitrogênio na produção do porta-enxerto limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck) em viveiro telado. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 263-265.
- MATTOS, P.P., DONADIO, L.C.; BANZATO, D.A. Efeito do uso de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de três porta enxertos de citros em recipientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987. Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade brasileira de Fruticultura, 1988. v.1, p. 351-354.
- MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition effect on growth of containerized citrus nursery plants. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 104, p.191-195, 1991.
- MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 119, n.2, p.195-201, 1994.
- MILTHORPE, F.L.; MOOREY, J. **An introduction to crop physiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1974. 201p.
- MOURÃO FILHO, F.A.A., DIAS, C.T.S., SALIBE, A. A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de laranjeira Pêra. **Scientia Agrícola**, v. 55, n.1, p. 35-42, 1998.

- MOREIRA, C.S., MOREIRA, S. Histórico da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O., VEIGAS, F., POMPEU JUNIOR, J., AMARO, A.S. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 1-21.
- NEVES, E.M., DRAGONE, D.S., DAYOUB, M. Produções e esportações cítricas de A a Z. **Gazeta Mercantil**. Caderno Sudeste, 04 junho de 2001, p.2.
- PASQUAL, M. et al. **Fruticultura Comercial**: Propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33p
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO; A.A. (Ed.). **Citricultura Brasileira**. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.265-280.
- RADFORD, P.S. Growth analysis formulas; their use and abuse. **Crop sci.**, v.7, p. 171-175, 1967.
- SANDERS, D., BROENLEE, C., HARPER, J.F. Communicating with calcium. **Plant Cell**. v.11, p.691-706. 1999.
- SCORA, R.W. On the history and origin of Citrus. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 102, p. 369-375, 1975.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.
- SMITH, P.F. Calcium requeriments of citrus. Communications in **Soil Science as Plant Analysis**. New York, v.6, n.3, p.245-260, 1975.
- SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.P. (Ed.). **Nutrition of fruit crops**: tropical, subtropical, temperate tree na small fruits. 3.ed. Domerville: Somerset Press, v.1, cap. 7, p. 174-208, 1966.
- SOOST, R.K.; CAMERON, J.W. Citrus. In: JANICK, J.; MOORE, J.N. (Ed.). **Advantages in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. 9. 507-540.
- SOPRANO, E. & KOLLER, O.L. Substratos para a produção de mudas cítricas em recipientes plásticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v 13, p. 81-86, 1991.
- SWINGLE, W.T. The botany of *Citrus* and its wild relatives of the orange subfamily (family Rutaceae, subf. Aurantioideae). In: WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley and Los Angeles: University of Califórnia Press, 1943. v.1, p.129-474.
- SWINGLE, W.T.; REECE, P.C. The botany of citrus and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, 1967. v.1, p.190-430.

- TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3ª ed. Porto Alegre, 2004, 719p.
- TANAKA, T. **Citrologia** (Semi-centennial commemoration papers on Citrus studies). Osaka: Citrologia Supporting Foundation, 1961. 114 p.
- VITÓRIA, D.P., DONADIO, L.C., STUCHI, E.S Influência da adubação nitrogenada no desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro Cravo. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 271-274.
- VOLPE, C.A. Fenologia de citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS. **Anais.** p. 107-121, Campinas, 1992.
- WATSON, D. J., The physiological basis of variation in yields. **Adv. Agron.**, v.4, p.101-45, 1952.
- WEBBER, H. J.; REUTHER, W.; LAWTON, H. W. History and development of the citrus industry. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California, v. 1, 1967, p. 1-39.
- WILLIAMSOM, J.G.; CASTLE, W.S.; A survey of Florida citrus nurseries. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, n. 102, p.78-82, 1989.
- WUTSCHER, H.K. rootstocks and mineral nutrition of citrus. **Hortic. Ver.**, v.1, p. 237-269, 1979.
- WUTSCHER, H.K. **Citrus rootstocks**. Lake Alfred: University of Florida, 1991. 15p.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 2 ed. Englewood Cliffs: Prentice - Hall International Editions, 718 p., 1984.

DOSES DE NITROGÊNIO E CÁLCIO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE LARANJEIRA VALÊNCIA ENXERTADAS EM CITRUMELO SWINGLE.

André Luís Teixeira Creste ⁽¹⁾

Carmen Sílvia Fernandes Boaro ⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Botânica, Instituto de Biociências de Botucatu-UNESP. Cx. Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu-SP, Brasil. E-mail: acreste@gmail.com, csfboaro@ibb.unesp.br

RESUMO:

O estudo objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de laranjeira Valência, enxertadas em citrumelo Swingle e cultivadas com variações de nitrogênio e cálcio. Foram testadas cinco doses de nitrogênio e cálcio, tendo como base a solução nutritiva completa nº2 de Hoagland & Arnon. As mudas foram submetidas aos tratamentos T1 (120N/80Ca), contendo 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio, T2 (180N/120Ca), contendo 180 mg L⁻¹ de nitrogênio e 120 mg L⁻¹ de cálcio, T3 (210N/160Ca), contendo 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio, T4 (300N/250Ca), contendo 300 mg L⁻¹ de nitrogênio e 250 mg L⁻¹ de cálcio e T5 (400N/300Ca), contendo 400 mg L⁻¹ de nitrogênio e 300 mg L⁻¹ de cálcio. O desenvolvimento das mudas foi avaliado em nove colheitas, a partir do transplante, por meio da determinação do número de folhas, da altura das plantas, da massa seca de caules, de raízes e lâminas foliares e total da planta. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância e o fator colheita avaliado por análise de regressão. Os resultados encontrados revelam que a dose de 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio proporcionou melhor desenvolvimento para as mudas, conferindo maior área foliar, número de folhas, altura e massa seca dos diferentes órgãos e total das mudas.

LEVELS OF NITROGEN AND CALCIUM IN DEVELOPMENT OF VALÊNCIA ORANGE SEEDLINGS BUDDED IN CITRUMELO SWINGLE ROOTSTOCKS.

ABSTRACT:

This study evaluated the development of Valência orange seedlings, budded in citrumelo Swingle and cultivated with nitrogen and calcium modifications. It submitted to a test five nitrogen and calcium levels, based in Hoagland & Arnon's complete nutrient solution nº 2. The seedlings were submitted to the following treatments T1(120N/80Ca), with 120 mg L⁻¹ nitrogen and 80 mg L⁻¹ calcium, T2(180N/120Ca), with 180 mg L⁻¹ nitrogen and 120 mg L⁻¹ calcium, T3(210N/160Ca), with 210 mg L⁻¹ nitrogen and 160 mg L⁻¹ calcium, T4(300N/250Ca), with 300 mg L⁻¹ nitrogen and 250 mg L⁻¹ calcium and T5(400N/300Ca), with 400 mg L⁻¹ nitrogen and 300 mg L⁻¹ calcium. The seedlings development was evaluated in nine crops, as from the transplant, by the leaves number determination, plants size, caulis dry matter, roots, leaves and total of plant. The results were submitted to variance analysis and the means confronted by the Tukey's 5% and the crop factor evaluated by regression analysis. The results showed that the level 120 mg L⁻¹ of nitrogen and 80 mg L⁻¹ of calcium offer the best development to the seedlings, providing the biggest leaves area, leaves number, size and dry matter of different organs and seedlings total.

Key-words: citrus, growth analysis, nitrogen, calcium, rootstocks

1 – Introdução

No Brasil, a cadeia citrícola destaca-se pela grande importância no cenário produtivo e econômico do segmento agrícola. A exploração da cultura é realizada de forma extensiva no Estado de São Paulo, que é o principal produtor de citros do país.

A produção de mudas cítricas apresenta demanda crescente, pois a renovação dos pomares brasileiros é constante. O crescimento de mudas de citros em ambiente protegido, requer adequado e balanceado fornecimento de nutrientes, pois o desenvolvimento das plantas nesse sistema é caracterizado por intenso crescimento em pouco tempo e em espaço reduzido para o crescimento radicular (Bernardi et al., 2001). Contudo esse setor ainda é muito carente de informações que possam auxiliar seu desenvolvimento (Mourão Filho et al., 1998).

Muitos trabalhos sobre a importância do nitrogênio no desenvolvimento de mudas cítricas, demonstram que a quantidade requerida depende da espécie de porta-enxerto utilizada e é dependente da quantidade fornecida as mudas (Mattos Júnior et al. 2001; Vitória et al. 2001; Bernardi et al. 2001; Maust & Williamson, 1991). No entanto, resultados ainda contraditórios não expressam as necessidades do citrumelo Swingle a esse nutriente. Por outro lado, deve ser registrada a ausência de estudos na literatura que esclareçam os requerimentos, em cálcio, para o desenvolvimento dessas mudas.

O nitrogênio apresenta importante papel nas funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação na planta e também como constituinte de proteínas e ácidos nucleicos. Participa da molécula de clorofila e de outros compostos essenciais aos processos de crescimento vegetal (Marschner; 1995; Epstein & Bloom, 2006).

Segundo Kretsinger (1990) o cálcio está diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento vegetal, como regulador de vários processos celulares, que variam desde o controle do transporte iônico até a expressão gênica.

O tempo decorrido para a formação de mudas, após o transplante do porta-enxerto, segundo dados de produtores, varia entre 240 e 250 dias, não existindo modelo para caracterizar a finalização do tempo de formação. O encerramento desse período, portanto, é indicado por características qualitativas macroscópicas. A diminuição desse período, de grande interesse econômico, pode ocorrer mediante a utilização de adequado balanço nutricional, que muitas vezes é realizado de forma empírica pelos produtores, acarretando em maior tempo de formação para as mudas.

Com base no acima exposto, propôs-se o presente estudo, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de mudas de laranja Valência, enxertadas em citrumelo Swingle e cultivadas com diferentes concentrações de nitrogênio e cálcio.

2 – Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em estufa comercial, pertencente a Fazenda São José, localizada no município de Rio Claro-SP, no período compreendido entre setembro de 2003 e maio de 2004.

Foram utilizados porta-enxertos de Citrumelo Swingle com 90 dias de idade, oriundos de sementeira, que depois de transplantados, foram cultivados em sacolas plásticas com capacidade para 5 litros, preenchidas com substrato comercial Lupa, com água disponível (%) = 40, porosidade total (%) = 28, CE = 0,47(dSm⁻¹), densidade aparente (g cm⁻³) = 0,27, pH(CaCl₂) = 4,7, M.O. = 49,03, N = 5,1, P = 2,1, K = 2,1, Ca = 4,0, Mg = 2,5, S = 1,6 g Kg⁻¹, C/N = 42/1. A enxertia em “T” invertido, foi realizada aos 90 dias após o transplante, com borbulhas de laranja Valência (*Citrus Sinensis* L. Osbeck) e o amarrio com fitilho plástico, retirado após 10 dias. A parte aérea do porta-enxerto foi podada aos 150 dias após o transplante.

O fornecimento dos nutrientes as mudas teve como base a solução nutritiva nº 2 completa de Hoagland & Arnon (1950) que contém 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de

cálcio. A partir dessa solução foram preparadas outras soluções com variação dos níveis de nitrogênio e cálcio, que caracterizaram os cinco tratamentos avaliados. As plantas foram fertirrigadas por aspersão, com 150 mililitros de solução por planta, em dias alternados.

A solução nutritiva, preparada semanalmente, apresentou pH $5,8 \pm 1$ e CE de $1,7 \pm 1$ mS/cm.

O pH e a condutividade elétrica (CE) do substrato foram avaliados pelo método de extração 1:5 (Abreu et al., 2002), uma vez por semana.

Assim, as mudas foram submetidas aos tratamentos: T1 (120N/80Ca) contendo 120 mg L^{-1} de nitrogênio e 80 mg L^{-1} de cálcio, T2 (180N/120Ca) contendo 180 mg L^{-1} de nitrogênio e 120 mg L^{-1} de cálcio, T3 (210N/160Ca) contendo 210 mg L^{-1} de nitrogênio e 160 mg L^{-1} de cálcio, T4 (300N/250Ca) contendo 300 mg L^{-1} de nitrogênio e 250 mg L^{-1} de cálcio e T5 (400N/300Ca) contendo 400 mg L^{-1} de nitrogênio e 300 mg L^{-1} de cálcio.

Em cada colheita o material vegetal foi separado e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura igual a $60 \text{ }^\circ\text{C}$. A pesagem desse material foi realizada em balança analítica com sensibilidade de $0,1 \text{ mg}$. A área foliar das lâminas foliares, em dm^2 , foi determinada em “area meter” Li-cor, modelo LI 300.

O desenvolvimento das mudas foi avaliado em colheitas mensais, iniciadas a partir de seu transplante, por meio da determinação das variáveis número de folhas, altura das plantas, massa seca de caules, raízes, lâminas foliares e total da planta, através de colheitas mensais.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, segundo as especificações de Zar (1996), utilizando-se o nível de 5% de significância. Embora essas comparações não tenham sido apresentadas, a discussão dos resultados é feita com base nas diferenças encontradas entre as médias de tratamentos. O fator colheita avaliado por análise de regressão, utilizando-se o nível de 5% de significância.

O tempo necessário para a formação de mudas, após o transplante do porta-enxerto, segundo dados do produtor, varia entre 240 e 250 dias. O encerramento desse período, portanto, também foi indicado por características qualitativas macroscópicas, como altura, enfolhamento e vigor, pela comparação das mudas entre si.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, cada uma constituída por duas plantas, em esquema fatorial 5×9 , ou seja, cinco

tratamentos determinados pela variação da concentração de nitrogênio e cálcio e nove épocas de colheita.

3 – Resultados e discussão

Interações significativas ($P < 0,01$) entre tratamentos e colheitas foram observadas quando as variáveis massas das matérias secas de caule, de raízes, de folhas e total, área foliar e número de folhas foram avaliadas.

O maior valor de massa seca de caule, igual a 22,03 foi observado nas mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca). O comportamento linear dessa variável, verificado em todos os tratamentos apresentou correlação positiva com a idade das mudas. As maiores doses dos nutrientes não proporcionaram incremento da massa seca de caule (figura 01). Esses resultados discordam dos observados por Grassi Filho et al. (1991), que verificaram que mudas de limoeiro Cravo, cultivadas com 200 mg L⁻¹ de cálcio apresentaram maior massa seca de caule. Deve ser registrado, no entanto, que é possível que o citrumelo Swingle, apresentando exigências nutricionais distintas, manifeste comportamento distinto.

As mudas submetidas ao tratamento T1 (120N/80Ca), apresentaram as maiores massas secas de raízes (figura 02). Por outro lado, observa-se a massa seca de raiz na época de enxertia, ou seja, 90 DAT foi igual a 6,45 e 4,64g respectivamente, nas mudas submetidas aos tratamentos T1(120N/80Ca) e T5 (400N/300Ca). Os resultados verificados para as mudas submetidas ao T1(120N/80Ca) concordam com os de Grassi Filho et al. (1999) que observaram massa seca de caule igual a 6,6g, para o porta-enxerto de limoeiro Cravo no momento da enxertia. Por outro lado, discordam dos observados por Esposti e Siqueira (2004), que observou o valor de 15,1g. Cabe ressaltar que os estudos foram realizados com diferentes porta-enxertos. Mesmo os resultados desses autores, observados em porta-enxerto de limoeiro Cravo, foram diferentes. Essas diferenças encontradas estão de acordo com Mattos Júnior et al. (2001), Vitória et al. (2001), Bernardi et al. (2001), Maust & Williamson, (1991), que relatam que a quantidade de nitrogênio requerida depende da espécie de porta-enxerto utilizada.

As mudas cultivadas no T1 (120N/80Ca) mostraram-se superiores às demais (figura 03), apresentando maior capacidade de emissão de novas folhas, e aos 270DAT apresentaram 47 folhas. Nessa época as mudas submetidas aos tratamentos T2(180N/120Ca), T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca) apresentaram respectivamente 43, 38, 34 e 34 folhas.

O comportamento linear para o número de folhas, das mudas submetidas aos diferentes tratamentos, apresentou correlação positiva com a idade da planta (figura 03). As mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca), que também apresentaram a maior área foliar, foram, portanto, as que mostraram maior emissão e expansão de folhas (figura 04).

No tratamento T1(120N/80Ca) as respectivas doses de nitrogênio e cálcio, iguais a 120 e 80mg L⁻¹, foram efetivas e garantiram a expansão da área foliar, responsável por adequada atividade fotossintética que levou a formação de massa foliar e de outros órgãos. Esses resultados discordam daqueles de Grassi Filho (1991) que verificou que 200mg L⁻¹ de cálcio na solução nutritiva proporcionou maior número de folhas, de área foliar e de peso de matéria seca de porta-enxertos de limoeiro Cravo. Cabe ressaltar que a comparação de resultados está sendo realizada com porta-enxerto distintos, com necessidades diferentes.

A área foliar apresentou correlação positiva com a idade das plantas até os 210DAT em todos os tratamentos, exceto para as mudas cultivadas no T2(180N/120Ca), aos 270 dias pode-se observar diminuição da área foliar, em todos os tratamentos, momento em que as plantas deixaram de investir em expansão foliar (figura 04). Esses resultados são concordantes com as observações de Watson (1952) de que a área foliar das plantas é bastante dependente da nutrição, embora o autor não analise a forma pela qual os diferentes aspectos do crescimento foliar são influenciados pelos suprimentos de nutrientes minerais.

As mudas submetidas ao T1 (120N/80Ca) também apresentaram as maiores massas secas de lâminas foliares, iguais a 16,9g, enquanto as nutridas no T2(180N/120Ca), T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca), apresentaram respectivamente valores iguais a 15,90, 11,70, 13,00 e 10,60g. Portanto, níveis de nitrogênio e cálcio acima de 210 e 160 mg L⁻¹ resultaram em mudas com menores massa seca de lâminas foliares (figura05). Esses resultados discordam daqueles encontrados por Esposti e Siqueira (2004), que verificaram que as melhores doses para o desenvolvimento de massa seca de lâminas foliares de limoeiro Cravo e limoeiro Wolkameriano, variaram entre 548 e 772 mg L⁻¹. No entanto, a metodologia de fertilização empregada pelos autores consistiu da aplicação de uréia ao substrato, na forma de adubação de cobertura, diferente da metodologia utilizada no presente estudo.

A massa seca total máxima foi igual a 63,77g, foi verificada nas plantas submetidas ao T1 (120N/80Ca), resultados superiores àqueles verificados por Boaventura (2003), que cultivou as mudas de Valência em citrumelo Swingle em concentrações de N e Ca iguais a 190 e 120 mg L⁻¹ e observou massa seca total igual a 40,7g, aos 250DAT. Nessa mesma época as mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca), no presente estudo, apresentaram

massa seca total igual a 56,45g. Como as concentrações usadas por Boaventura (2003) foram superiores, tem-se outra indicação de que as concentrações de nitrogênio e cálcio podem ser excessivas e interferir no desenvolvimento da muda, prejudicando-a.

A massa seca total (figura 06), aumentou com o tempo nas mudas submetidas a todos os tratamentos, que, no entanto, foi maior nas mudas cultivadas com o tratamento T1(120N/80Ca), onde as menores doses de N e Ca foram aplicadas.

As mudas cultivadas com variação nas doses de N e Ca, apresentaram comportamento linear e semelhante em altura (figura 07), com destaque para aquelas cultivadas nos tratamentos T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca).

O tratamento T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca) tenderam a conferir as mudas maiores alturas. Tais resultados discordam, em parte, dos observados por Decarlos Neto (2002), que verificou que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio favoreceu o crescimento em altura de porta-enxertos e doses excessivas foram depressivas. Cabe ressaltar que a metodologia de adubação, as dosagens de nutrientes e os porta-enxertos utilizados nos dois trabalhos foram diferentes.

Os resultados que indicam que a quantidade de cálcio fornecida as plantas no T1(120N/80Ca) foi suficiente, não tendo incremento dos índices avaliados com o aumento de sua dosagem, concordam com as observações de Epstein & Bloom (2006), que afirmam que apenas 50 μM de cálcio são requeridos para manter a integridade das membranas e elevadas concentrações de cálcio podem afetar a razão de absorção de cátions e ânions (Haynes, 1980, Franklin, 1971).

Por outro lado, Simão (1998) relata que a insuficiência de cálcio induz a planta a maior absorção de e nitrogênio, potássio e magnésio, que apresentará sinais de toxidez desses elementos em vez dos relativos à deficiência de cálcio. Insuficiência de cálcio, certamente, não caracterizou os tratamentos avaliados no presente trabalho, mesmo naqueles com as menores doses de cálcio, uma vez que entre outras variáveis avaliadas, esses sinais não foram observados.

Cabe registrar ainda, que mesmo com níveis de nitrogênio e cálcio diminuídos em relação a solução nutritiva completa nº 2 de Hoagland & Arnon (1950), as mudas não apresentaram sinais de deficiência desses ou de outros minerais. Como o seu desenvolvimento foi melhor quando os níveis de nitrogênio e cálcio foram menores, esses resultados encontram apoio nas observações de Ruiz (1997) que afirma que as soluções nutritivas, de maneira geral, são superestimadas em suas concentrações de macronutrientes.

As mudas cultivadas no T1(120N/80Ca) apresentavam aos 210DAT as melhores respostas para todos os índices avaliados, que junto com a observação criteriosa do aspecto visual das características qualitativas macroscópicas, confirmado pela análise dos resultados desses índices, foi o indicativo de que as mudas estavam prontas para serem transferidas para o plantio definitivo. No entanto, as submetidas aos outros tratamentos ainda necessitavam de mais tempo para atingir as condições adequadas, que ocorreu aos 230DAT para as mudas cultivadas no T3(210N/160Ca) e 270DAT para as do T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca).

O aumento das doses de nitrogênio e cálcio inibiu o desenvolvimento das mudas, resultados que concordam com Calvert (1969), Grassi Filho (1991), Maust & Wilianmson, (1994), Carvalho, (1994), Carvalho & Souza, (1996) e Decarlos Neto et al., (2002).

4 – Conclusão

As menores doses de N e Ca e respectivamente iguais 120 e 80 mg L⁻¹, por terem proporcionado as mudas maior área foliar, altura, massa seca dos diferentes órgãos e total, são indicadas como as que resultaram em maior desenvolvimento das mudas, no menor espaço de tempo.

5 - Referências bibliográficas

- ABREU, M.F, ABREU, C.A., BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. III encontro Nacional de Substratos para Plantas. p. 17-28. Campinas, São Paulo. 2002.
- BERNARDI, A.C.C. et al. Crescimento e lixiviação de nutrientes de porta-enxertos de citros cultivados em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. In: **6th World Congress of the International society of Citrus Nurserymen**, Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 249-253.
- BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. Campinas, 2003, 62p. Dissertação de mestrado. Instituto Agronômico de Campinas.
- CARVALHO, S.A. & SOUZA, M. de. Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro Cravo e da tangerina Cleópatra em bandejas. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.31, n.11, p. 815-822, 1996.
- CARVALHO, S.A. **Manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos cítricos em bandejas**. 1994. p.74 Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

DECARLOS NETO, A., SIQUEIRA, D.L., PEREIRA, P.R.G. Crescimento de porta-enxerto de citros em tubetes, influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p. 199-203, abr. 2002.

ESPOSTI, M.D.D.; SIQUEIRA, D.L. Doses de uréia no crescimento de porta-enxertos de citros produzidos em recipientes. **Ver. Bras. Frutic.**, v.26, n.1, p.136-139, 2004.

FRANKLIN, R.E. Effect of adsorbed cations on phosphorus absorption by excised roots. **Plant Physiology**, Behesda, v. 44, p. 687-700, 1969.

GRASSI FILHO, H. Níveis de cálcio e boro e suas interações afetando o desenvolvimento do sistema radicular, a composição mineral e o vigor do limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), em condições controladas. Piracicaba, 1991, 92p. Dissertação de Mestrado. ESALQ – USP.

GRASSI FILHO, H.; PEREIRA, M.A.A.; SAVINO, A.A.; RODRIGUES, V.T. Crescimento de mudas de limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.186-190, 1999.

HAYNES, R.J. Íon exchange properties of roots and ionic interaction within the roots apoplast: their role in ion accumulation by plants. **Botanical Review**, Bronx, v.46, p.75-99, 1980.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water method for growing plants without soil**. Berkeley: University of Califórnia, College of agriculture, 1950. p. 32 (circular, 343).

KRETSINGER, R.H. Why cells must export calcium. In: F. BRONER (ed.) **Intracellular regulation**. New York: Wiley-Liss, 1990. p.439-57.

MATTOS JUNIOR, D., CARVALHO, S.A., PEDROSO, F.G. Fontes e doses de nitrogênio na produção do porta-enxerto limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck) em viveiro telado. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 263-265.

MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition effect on growth of containerized citrus nursery plants. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 104, p.191-195, 1991.

MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 119, n.2, p.195-201, 1994.

MOURÃO FILHO, F.A.A., DIAS, C.T.S., SALIBE, A. A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de laranjeira Pêra. **Scientia Agrícola**, v. 55, n.1, p. 35-42, 1998.

RUIZ, H. A. Relações molares de macronutrientes em tecidos vegetais com base para a formulação de soluções nutritivas. **Revista Ceres**, v. 44, p. 533-546, 1997.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

VITÓRIA, D.P., DONADIO, L.C., STUCHI, E.S Influência da adubação nitrogenada no desenvolvimento do porta-enxerto limão Cravo. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 271-274.

WATSON, D. J., The physiological basis of variation in yields. **Adv. Agron.**, v.4, p.101-45, 1952.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 2 ed. Englewood Cliffs: Prentice - Hall International Editions, 718 p., 1984.

6 - Figuras

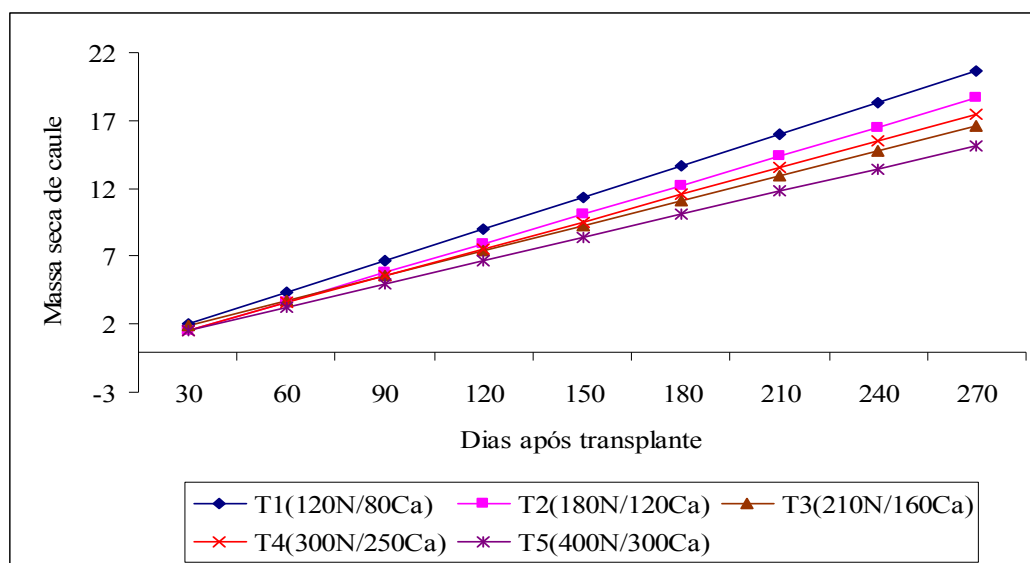


Figura 01. Massa seca de caule(g) de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,0075x - 0,265$ ($R^2 = 0,96$), T2 $y = 0,0715x - 0,62$ ($R^2 = 0,97$), T3 $y = 0,0612x + 0,057$ ($R^2 = 0,98$), T4 $y = 0,0664x - 0,42$ ($R^2 = 0,97$), T5 $y = 0,057x - 0,18$ ($R^2 = 0,95$).

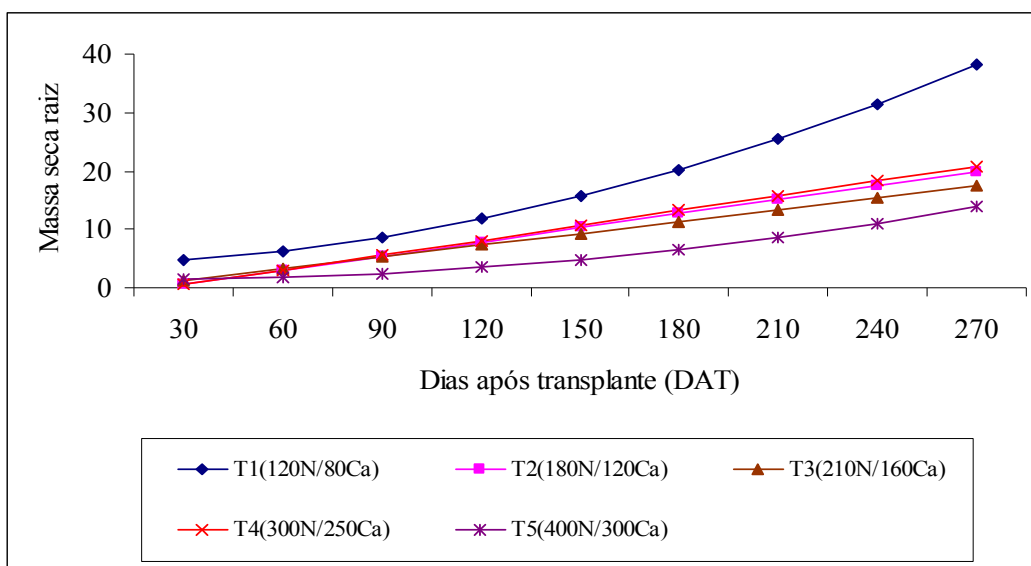


Figura 02. Massa seca de raiz (g), enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,0004x^2 - 0,02x + 3,66$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 0,08x - 1,81$ ($R^2 = 0,91$), T3 $y = 0,067x - 0,73$ ($R^2 = 0,93$), T4 $y = 0,085x - 2,04$ ($R^2 = 0,93$), T5 $y = 0,075x - 2,08$ ($R^2 = 0,93$).

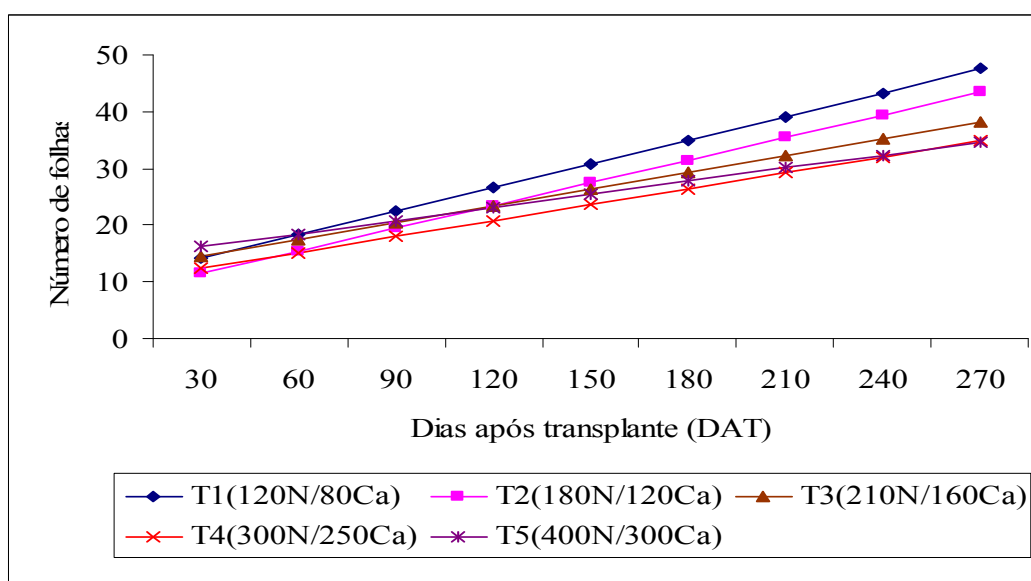


Figura 03. Número de folhas de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,139x + 10$ ($R^2 = 0,55$), T2 $y = 0,13x + 7,4$ ($R^2 = 0,7$), T3 $y = 0,1x + 11,42$ ($R^2 = 0,55$), T4 $y = 0,094x + 9,52$ ($R^2 = 0,57$), T5 $y = 0,077x + 13,83$ ($R^2 = 0,65$).

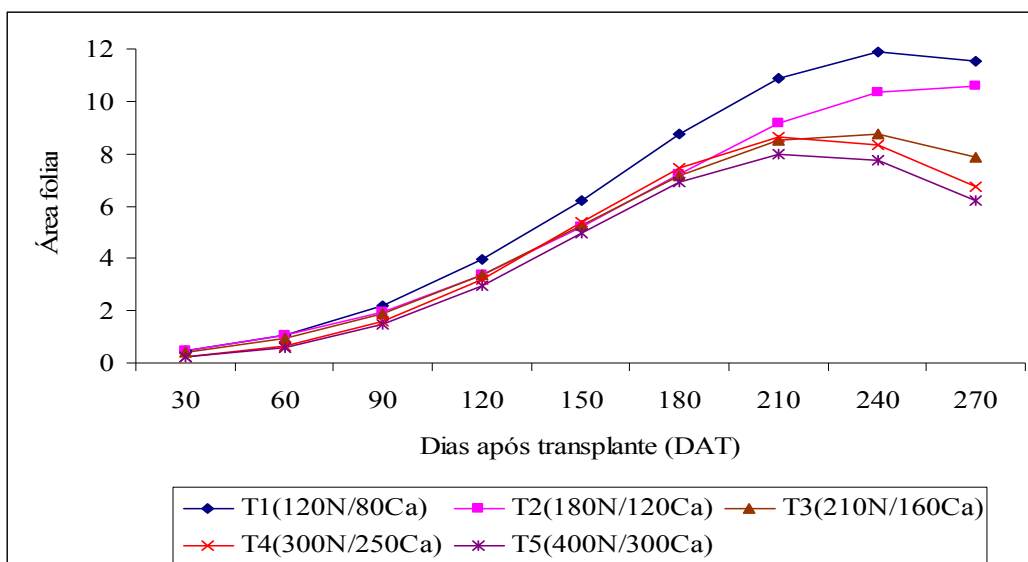


Figura 04. Área foliar (dm^2) de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 17,4 e^{0,034x} - 0,000007x^2$ ($R^2 = 0,96$), T2 $y = 21 e^{0,03x} - 0,000005x^2$ ($R^2 = 0,97$), T3 $y = 3,5e^{0,019x} - 0,000003x^2$ ($R^2 = 0,96$), T4 $y = 1,05e^{0,019x} - 0,000004x^2$ ($R^2 = 0,92$), T5 $y = 0,831 e^{0,022x} - 0,000004x^2$ ($R^2 = 0,91$).

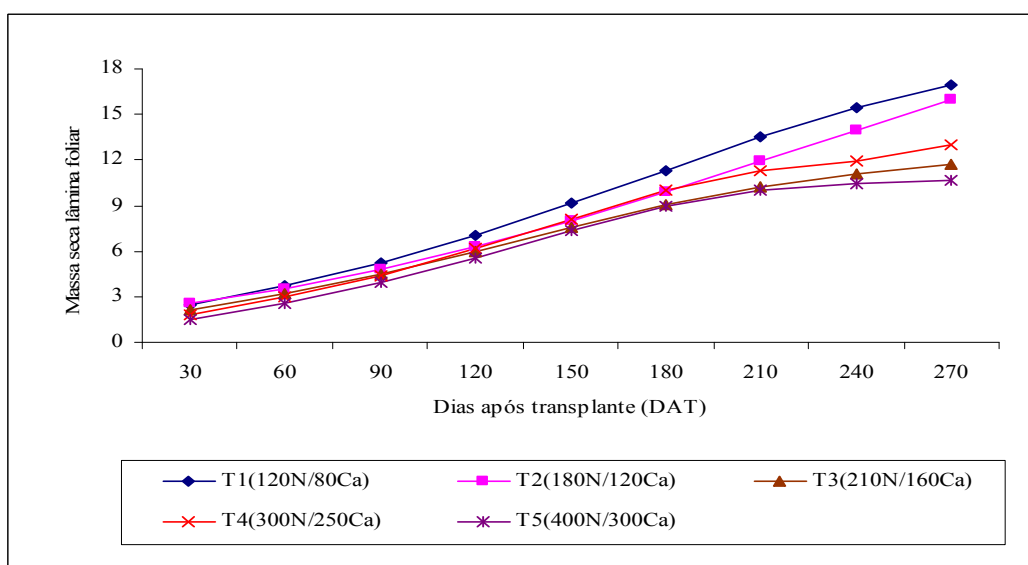


Figura 05. Massa seca de lâminas foliares (g), de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,0001x^2 + 0,02x + 2,4$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 0,0002x^2 + 0,003x + 3$ ($R^2 = 0,96$), T3 $y = 0,042x + 1,06$ ($R^2 = 0,96$), T4 $y = 0,046x + 0,80$ ($R^2 = 0,92$), T5 $y = 0,04x + 0,87$ ($R^2 = 0,93$).

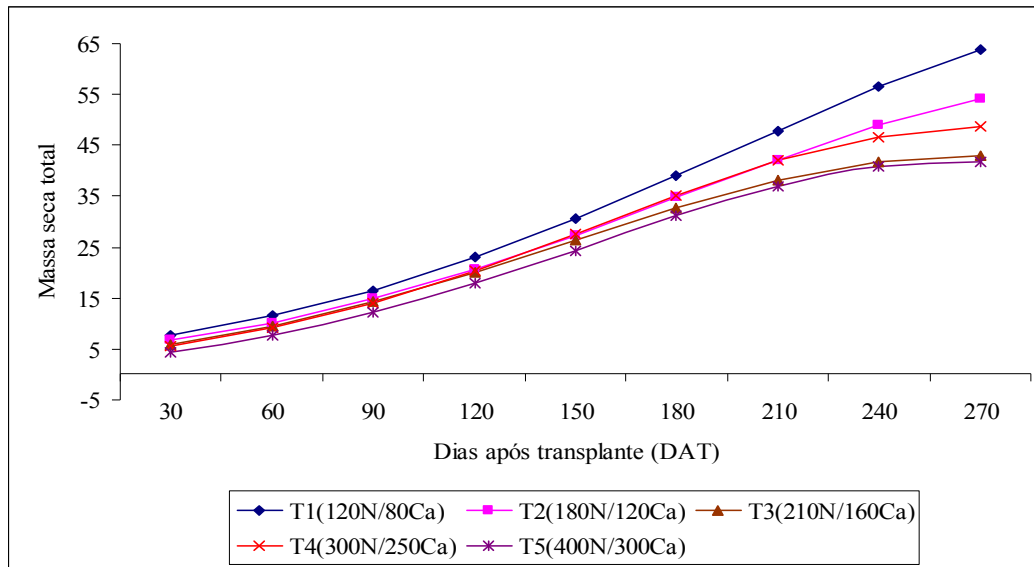


Figura 06. Massa seca (g) de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,0004x^2 + 0,087x + 4,34$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 0,0007x^2 + 0,048x + 7,4$ ($R^2 = 0,98$), T3 $y = 0,17x + 0,38$ ($R^2 = 0,97$), T4 $y = 0,2x - 1,66$ ($R^2 = 0,96$), T5 $y = 0,17x - 1,39$ ($R^2 = 0,95$).

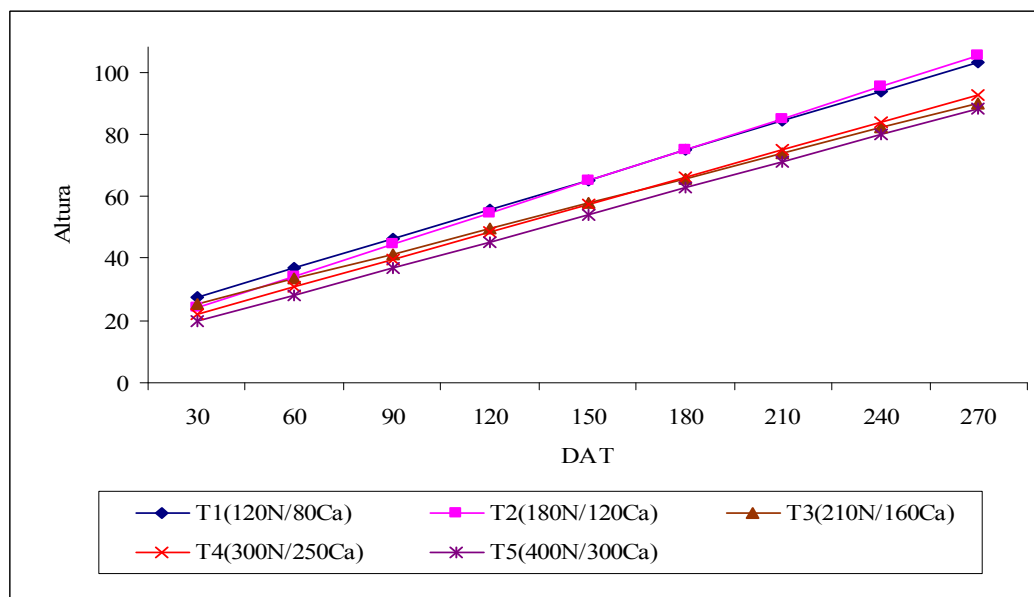


Figura 07. Altura (cm) de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,316x + 17,87$ ($R^2 = 0,67$), T2 $y = 0,34x + 14,15$ ($R^2 = 0,72$), T3 $y =$

$0,27x + 17,28$ ($R^2 = 0,68$), T4 $y = 0,30x + 13,38$ ($R^2 = 0,63$), T5 $y = 0,29x + 11,20$ ($R^2 = 0,70$).

CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM FOLHAS DE MUDAS DE LARANJEIRA VALÊNCIA, EM SWINGLE, CULTIVADAS COM VARIAÇÃO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO E CÁLCIO.

André Luís Teixeira Creste ⁽¹⁾

Carmen Sílvia Fernandes Boaro ⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Botânica, Instituto de Biociências de Botucatu-UNESP. Cx. Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu-SP, Brasil. E-mail: acreste@gmail.com, csfboaro@ibb.unesp.br

Resumo:

O estudo objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de laranja Valência, enxertadas em citrumelo Swingle e cultivadas com variações de nitrogênio e cálcio. Foram testadas cinco doses de nitrogênio e cálcio, tendo como base a solução nutritiva completa nº2 de Hoagland & Arnon. As mudas foram submetidas aos tratamentos T1 (120N/80Ca), contendo 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio, T2 (180N/120Ca), contendo 180 mg L⁻¹ de nitrogênio e 120 mg L⁻¹ de cálcio, T3 (210N/160Ca), contendo 210 mg L⁻¹ de

nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio, T4 (300N/250Ca), contendo 300 mg L⁻¹ de nitrogênio e 250 mg L⁻¹ de cálcio e T5 (400N/300Ca), contendo 400 mg L⁻¹ de nitrogênio e 300 mg L⁻¹ de cálcio. O desenvolvimento das mudas foi avaliado em nove colheitas, a partir do transplante, determinando-se a massa seca total, a concentração e o acúmulo dos macronutrientes de lâminas foliares, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. O fator colheita avaliado por análise de regressão. Os resultados encontrados revelam que a dose de 120 mg L⁻¹ de nitrogênio com 80 mg L⁻¹ de cálcio proporcionaram maior massa seca total, maiores concentrações foliares de N e Ca e maior acúmulo de macronutrientes. A preferência de absorção observada obedece a escala: N>K>Ca> Mg>S>P.

Termos para indexação: Citrus sinensis, nutrição, nitrogênio, cálcio, porta-enxerto.

Abstract:

This study evaluated the development of Valência orange seedlings, budded in citrumelo Swingle and cultivated with nitrogen and calcium modifications. It submitted to a test five nitrogen and calcium levels, based in Hoagland & Arnon's complete nutrient solution n° 2. The seedlings were submitted to the following treatments T1(120N/80Ca), with 120 mg L⁻¹ nitrogen and 80 mg L⁻¹ calcium, T2(180N/120Ca), with 180 mg L⁻¹ nitrogen and 120 mg L⁻¹ calcium, T3(210N/160Ca), with 210 mg L⁻¹ nitrogen and 160 mg L⁻¹ calcium, T4(300N/250Ca), with 300 mg L⁻¹ nitrogen and 250 mg L⁻¹ calcium and T5(400N/300Ca), with 400 mg L⁻¹ nitrogen and 300 mg L⁻¹ calcium. The seedlings development was evaluated in nine crops, as from the transplant, determining the total dry matter, macronutrients concentration and accumulation in blade leaves, submitted to variance analysis and means compared by Tukey's 5%. The crop factor evaluated by regression analysis. The results showed that level 120 mg L⁻¹ of N and 80 mg L⁻¹ of Ca offer the biggest total dry matter, the biggest leaves concentrations of N and Ca the biggest macronutrients accumulation. The absorption preference follows the scale: N>K>Ca>Mg>S>P.

Index-terms: Citrus, nutrition, nitrogen, calcium, rootstocks

Introdução

No Brasil, a cadeia citrícola destaca-se pela importância no cenário produtivo e econômico do segmento agrícola. A exploração da cultura é realizada de forma extensiva no

Estado de São Paulo, o principal produtor de citros do país, que concentra 79% da produção de laranja e é responsável pela exportação de 95% de suco de laranja concentrado congelado.

A produção de mudas cítricas apresenta demanda crescente, uma vez que, a renovação dos pomares brasileiros é constante e acompanha a necessidade do mercado consumidor, interno e externo, de suco congelado e de frutos frescos.

No ano de 2005 foram produzidas no Estado de São Paulo, cerca de 11 milhões de mudas cítricas e 8 milhões de porta-enxertos, em ambiente protegido e obedecendo às exigências fitossanitárias para o setor, conforme as especificações da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

As fases de formação de mudas cítricas, que englobam a formação do porta-enxerto e a da muda, são influenciadas pela nutrição mineral (Graff et al., 1994). A adubação na produção de mudas cítricas visa seu crescimento máximo, o que pode ser conseguido com a aplicação de doses elevadas de fertilizantes (Castle & Ferguson, 1982). No entanto, Vitória (2001), verificou que doses elevadas de nitrogênio reduziram o desenvolvimento vegetal.

A produção de mudas em pequenos recipientes e sob condições controladas, é uma prática cada vez mais freqüente. No entanto, para a sua viabilização são necessárias informações sobre nutrição mineral, o que hoje é objetivo de estudo de diversos pesquisadores (Soprano & Koller, 1991; Maust & Williamson, 1994). Essa produção, caracterizada por intenso crescimento em pouco tempo e em espaço reduzido para o crescimento radicular, requer, portanto, adequado e balanceado fornecimento de nutrientes (Bernardi et al., 2001).

Entre os elementos minerais, o nitrogênio apresenta importante papel nas funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação da planta. Constituinte de proteínas, clorofila e ácidos nucléicos, é absorvido pelas raízes na forma iônica como nitrato ou íons amônio e depois de reduzido é incorporado e armazenado na parte aérea, sendo o componente de muitos compostos essenciais no de crescimento vegetal (Marschner, 1995; Epstein & Bloom, 2006). Sua deficiência resulta em má distribuição de fotoassimilados e de nutrientes entre as raízes e a parte aérea da planta, causa diminuição do teor de clorofila, da síntese de proteínas e do crescimento da planta. Em alguns casos pode ocorrer aumento do comprimento de raízes (Malavolta et al., 1997 e Marschner, 1995).

Muitos trabalhos mostram a importância do nitrogênio no desenvolvimento de mudas cítricas e a quantidade requerida varia de acordo com a espécie de porta-enxerto utilizada e com a freqüência de aplicação (Mattos Júnior et al., 2001; Vitória et al., 2001; Bernardi et al., 2001; Maust e Williamson, 1991). Os resultados encontrados na literatura são ainda contraditórios e não expressam a necessidade do citrumelo Swingle em relação ao nitrogênio.

Por outro lado, poucos estudos existem sobre a interferência do cálcio no desenvolvimento dessas mudas.

Quaggio & Raij (1997) refere como faixas adequadas para nitrogênio e cálcio, respectivamente, as concentrações foliares entre 23-27g Kg⁻¹ e 35-45g Kg⁻¹. No entanto, esses valores definidos são para plantas adultas de citros, não havendo referências às mudas em formação, cujos valores são imprescindíveis para que o adequado balanceamento dos nutrientes, em qualquer solução nutritiva, torne-a efetiva quando fornecida ao vegetal.

Smith (1966) registra que vários fatores podem interferir nas concentrações foliares de nutrientes em citros, como a variedade da copa, a combinação entre copa e porta-enxerto, a idade da planta e as interações entre os elementos minerais.

Com base no exposto e considerando a necessidade de produção de mudas cítricas com qualidade e a ausência de trabalhos sobre a exigência nutricional do porta-enxerto citrumelo Swingle, que revelem a concentração adequada de nitrogênio e cálcio para o seu desenvolvimento, propôs-se o presente estudo, objetivando avaliar a concentração e o acúmulo foliar de macronutrientes de mudas de laranjeira Valência, enxertadas em citrumelo Swingle e cultivadas com variação dos níveis de nitrogênio e cálcio.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em estufa comercial, pertencente a Fazenda São José, localizada no município de Rio Claro-SP, no período compreendido entre setembro de 2003 e maio de 2004.

Foram utilizados porta-enxertos de Citrumelo Swingle com 90 dias de idade, oriundos de sementeira, que depois de transplantados, foram cultivados em sacolas plásticas com capacidade para 5 litros, preenchidas com substrato comercial Lupa, com água disponível (%) = 40, porosidade total (%) = 28, CE = 0,47(dSm⁻¹), densidade aparente (g cm⁻³) = 0,27, pH(CaCl₂) = 4,7, M.O. = 49,03, N = 5,1, P = 2,1, K = 2,1, Ca = 4,0, Mg = 2,5, S = 1,6 g Kg⁻¹, C/N = 42/1.

A enxertia em “T” invertido, foi realizada aos 90 dias após o transplante, com borbulhas de laranjeira Valência (*Citrus Sinensis* L. Osbeck) e o amarrio com fitilho plástico,

retirado após 10 dias. A parte aérea do porta-enxerto foi podada aos 150 dias após o transplante.

O fornecimento dos nutrientes as mudas teve como base a solução nutritiva nº 2 completa de Hoagland & Arnon (1950) que contém 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio. A partir dessa solução foram preparadas outras soluções com variação dos níveis de nitrogênio e cálcio, que caracterizaram os cinco tratamentos avaliados. As plantas foram fertirrigadas por aspersão, com 150 mililitros de solução por planta, em dias alternados.

A solução nutritiva, preparada semanalmente, apresentou pH 5,8±1 e CE de 1,7±1 mS/cm.

O pH e a condutividade elétrica (CE) do substrato foram avaliados pelo método de extração 1:5 (Abreu et al., 2002), uma vez por semana.

Assim, as mudas foram submetidas aos tratamentos: T1 (120N/80Ca) contendo 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio, T2 (180N/120Ca) contendo 180 mg L⁻¹ de nitrogênio e 120 mg L⁻¹ de cálcio, T3 (210N/160Ca) contendo 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio, T4 (300N/250Ca) contendo 300 mg L⁻¹ de nitrogênio e 250 mg L⁻¹ de cálcio e T5 (400N/300Ca) contendo 400 mg L⁻¹ de nitrogênio e 300 mg L⁻¹ de cálcio.

Em cada colheita o material vegetal foi separado nos diferentes órgãos e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura igual a 60 °C. A pesagem desse material foi realizada em balança analítica com sensibilidade de 0,1 mg. A área foliar das lâminas foliares, em dm², foi determinada em “area meter” Li-cor, modelo LI 300.

A massa da matéria seca de lâminas foliares e total da muda foram determinadas em colheitas mensais, iniciadas a partir do transplante até a formação da muda. As concentrações foliares dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S foram determinadas segundo as recomendações de Malvolta et al. (1997) e o acúmulo desses macronutrientes, calculado pelo quociente entre sua concentração foliar e a massa seca de folha.

Por fim, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, segundo as especificações de ZAR (1984), utilizando-se o nível de 5% de significância. O fator colheita foi avaliado por análise de regressão.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, cada uma constituída por duas plantas, em esquema fatorial 5x9, ou seja, cinco tratamentos determinados pela variação da concentração de nitrogênio e cálcio e nove épocas colheitas.

Resultados e discussão

A. Concentração foliar de macronutrientes

Houve interação entre tratamento e colheita para as concentrações de macronutrientes nas folhas, exceto para o nitrogênio.

A elevação da dose de nitrogênio no substrato não elevou a concentração deste elemento nas folhas. As mudas que na média apresentaram maiores concentrações de N nas folhas, foram as submetidas aos tratamentos T1(120N/80Ca) e T2 (180N/120Ca), contudo com pequena variação em seu valor (fig. 01A). Nessas mudas a concentração média de nitrogênio nas folhas foi igual a 34 g Kg^{-1} , valor abaixo daquele encontrado por Boaventura (2003), igual a 40 g Kg^{-1} . Os resultados também discordam dos valores verificados por Quaggio & Rajj (1997), que no entanto, referem-se à planta adulta e não a mudas. Esses resultados demonstram que na fase de formação as mudas, mesmo quando cultivadas em menores concentrações de nitrogênio, absorvem e armazenam o nutriente nas folhas velhas, para em momento posterior suprir as necessidades das novas.

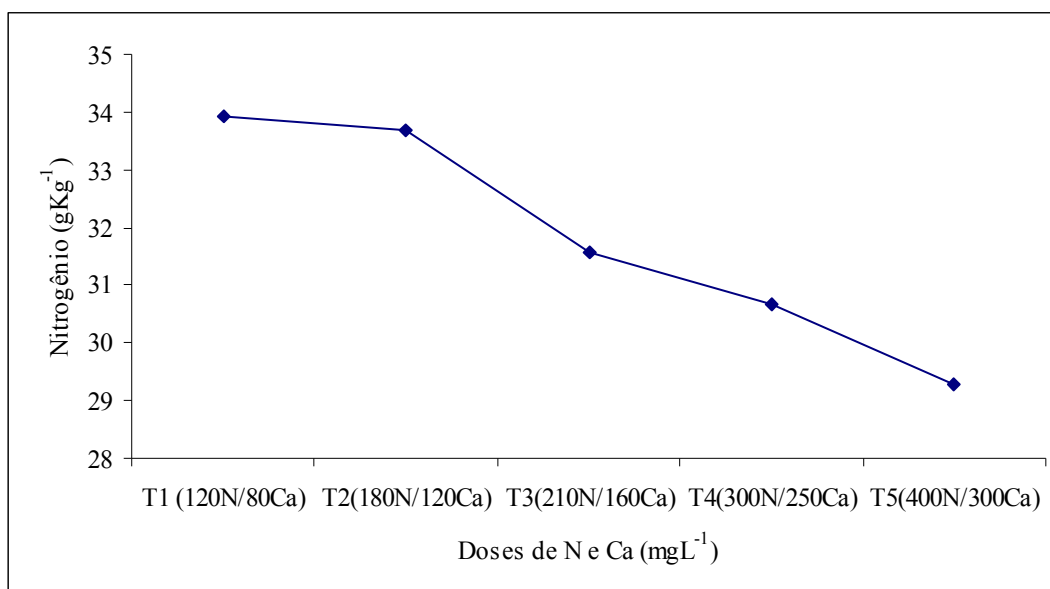


Figura 01A. Concentração foliar de nitrogênio, de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação: $y = -1,23x + 35,5$ ($R^2 = 0,96$).

As maiores concentrações de cálcio foram verificadas nas mudas cultivadas com os tratamentos T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca), iguais a 27 e 25 g Kg^{-1} (fig. 02A). A tendência de elevação observada a partir dos 180 DAT, nas mudas submetidas a todos os tratamentos, exceto para o T5(400N/300Ca), talvez ocorrida pelo provável acúmulo de cálcio, que tende a ser armazenado à medida que as plantas amadurecem. Por ser imóvel no tecido vegetal, esse cátion apresenta maior concentração local e está diretamente relacionado ao

crescimento e desenvolvimento da planta (Kretsinger, 1990). Dessa forma, pode-se sugerir maior exigência desse nutriente na fase final de formação das mudas.

A retirada do ramo curvado, aos 150DAT, pode ter ocasionado a redução das concentrações foliares de cálcio, nas mudas cultivadas em todos os tratamentos, exceto para as submetidas ao T1(120N/80Ca). Nessa fase, as folhas originadas do brotamento da borbulha enxertada, eram compostas por tecidos jovens, que apresentam menor concentração de cálcio.

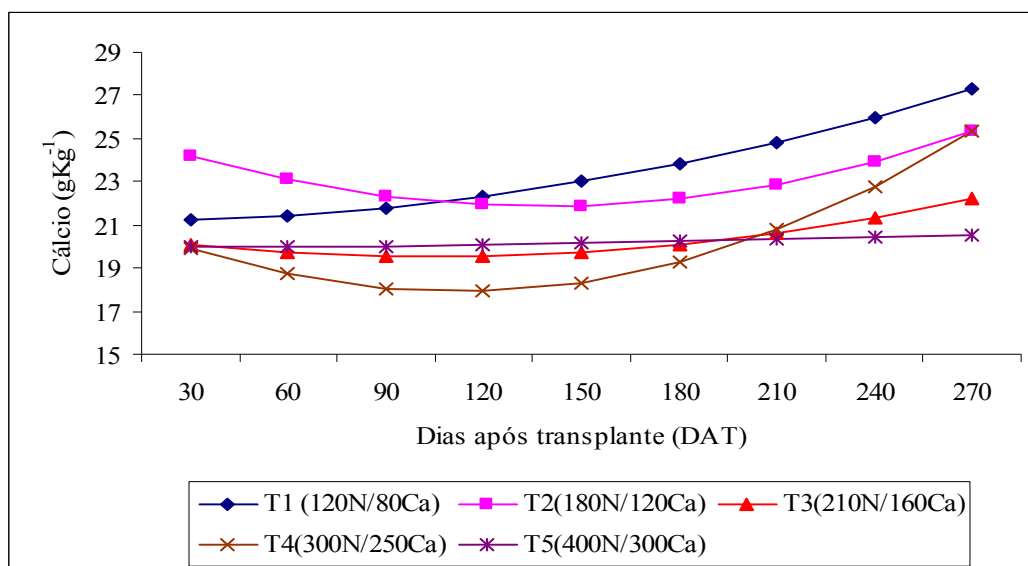


Figura 02A. Concentração foliar de cálcio, de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 9E-05x^2 - 0,0017x + 21,3$ ($R^2 = 0,78$), T2 $y = 0,0002x^2 + 0,054x + 25,7$ ($R^2 = 0,86$), T3 $y = 0,0001x^2 - 0,021x + 20,6$ ($R^2 = 0,86$), T4 $y = 0,0003x^2 - 0,068x + 21,7$ ($R^2 = 0,92$), T5 $y = 8E-05x^2 - 0,0004x + 20$ ($R^2 = 0,93$).

Os resultados observados no presente estudo concordam com Koo & Reese (1975) que observaram que doses elevadas de nitrogênio na adubação reduziram os teores foliares de Ca, e discordando daqueles observados por Smith (1975), que registrou que a quantidade de cálcio absorvida pela planta cítrica está correlacionada positivamente com a quantidade de cálcio fornecida pelo substrato. Também são discordantes dos resultados de Nagai et al. (1975) que afirmam que a elevação do nível de cálcio eleva a concentração de nitrogênio e de cálcio nas folhas.

Por outro lado, a ausência de cálcio induz a planta a absorção elevada de nitrogênio, potássio e magnésio e a planta apresentará sinais de toxidez dos últimos elementos, em vez de deficiência de cálcio (Simão, 1998). No presente estudo, mesmo nos tratamentos com a utilização das menores doses de cálcio, não foram observados sinais de toxicidade por absorção exagerada desses outros elementos nas mudas.

Quaggio & Raij (1997), considera adequada a concentração de 35g Kg⁻¹ de cálcio em folhas de plantas adultas de laranjeiras. No entanto, para mudas cítricas que esse valor varia com o porta-enxerto utilizado e está abaixo do preconizado pelo autor. As médias observadas para as mudas cultivadas nos tratamentos T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca), iguais a 24 e 23 g Kg⁻¹ estão próximas as verificadas por Boaventura (2003), iguais a 27 g Kg⁻¹.

A maior concentração de fósforo, igual a 2,8 g Kg⁻¹, foi apresentada pelas mudas submetidas ao T2(180N/120Ca) (Fig. 03A) e a menor de 2,4 g Kg⁻¹ apresentada pelo T5(400N/300Ca). Essas concentrações estão acima das propostas por Quaggio & Raij (1997), que consideram adequado o máximo de 1,6g Kg⁻¹ e também dos observados por Boaventura (2003), igual a 2,1g Kg⁻¹.

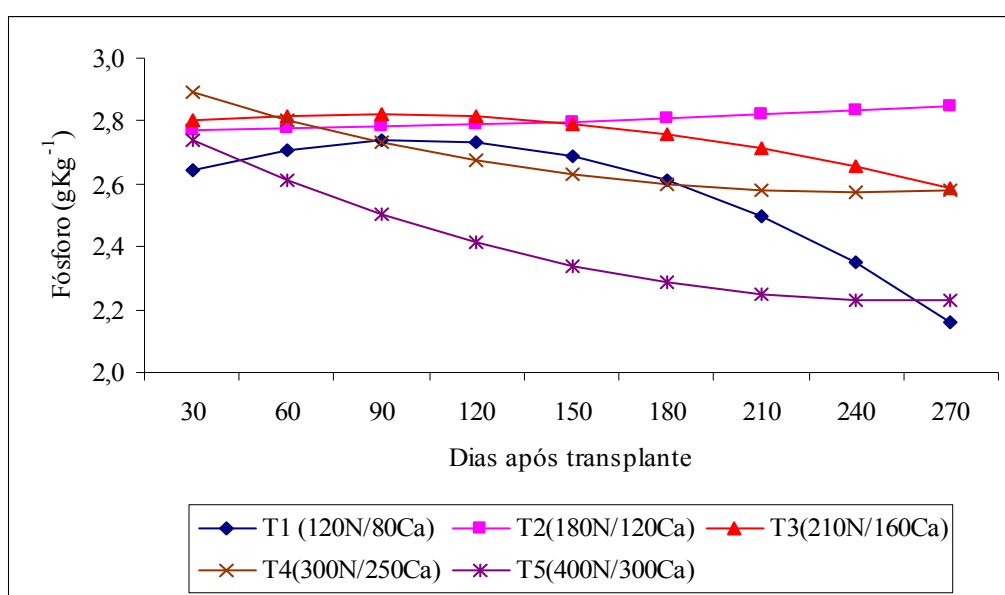


Figura 03A. Concentração foliar de fósforo, de mudas de laranja Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = -2E-05x^2 + 0,004x + 2,54$ ($R^2 = 0,77$), T2 $y = 8E-07x^2 + 9E-05x + 2,8$ ($R^2 = 0,66$), T3 $y = -7E-06x^2 + 0,0012x + 2,77$ ($R^2 = 0,85$), T4 $y = 7E-06x^2 - 0,034x + 2,98$ ($R^2 = 0,90$), T5 $y = 1E-05x^2 - 0,005x + 2,87$ ($R^2 = 0,93$).

As mudas apresentaram, de um modo geral, diminuição da concentração de fósforo com a idade, exceto as mudas cultivadas no T2(180N/120Ca) cuja concentração foliar desse mineral apresentou tendência de elevação. A elevação dos níveis de nitrogênio e cálcio não conferiram aumento na absorção de fósforo. Esses resultados são concordantes com os observados por Reese e Koo, (1975) e Smith, (1966) que referem que o excesso de N causa diminuição da concentração de P. Quando N foi fornecido as mudas nas dosagens acima de 300 mg L⁻¹, as concentrações foliares de fósforo diminuíram, embora ainda estivessem acima

da concentração sugerida como adequada por Quaggio et al. (1997). Os resultados concordam ainda, com Grassi Filho (1991), que verificou que 50 e 100 mg L⁻¹ de cálcio na solução nutritiva conferiram maiores concentrações foliares de fósforo de limoeiro Cravo na fase de formação.

As mudas submetidas aos tratamentos T2(180N/120Ca) e ao T5(400N/300Ca) apresentaram tendência de maior concentração foliar de potássio (Fig. 04A). Observa-se que essas mudas apresentaram aumento da concentração de potássio com a idade. As mudas submetidas ao T1(120N/80Ca), T3(210N/160Ca) e T4(300N/250Ca) apresentaram comportamento semelhante, não diferindo entre si, diminuindo com a idade das mudas.

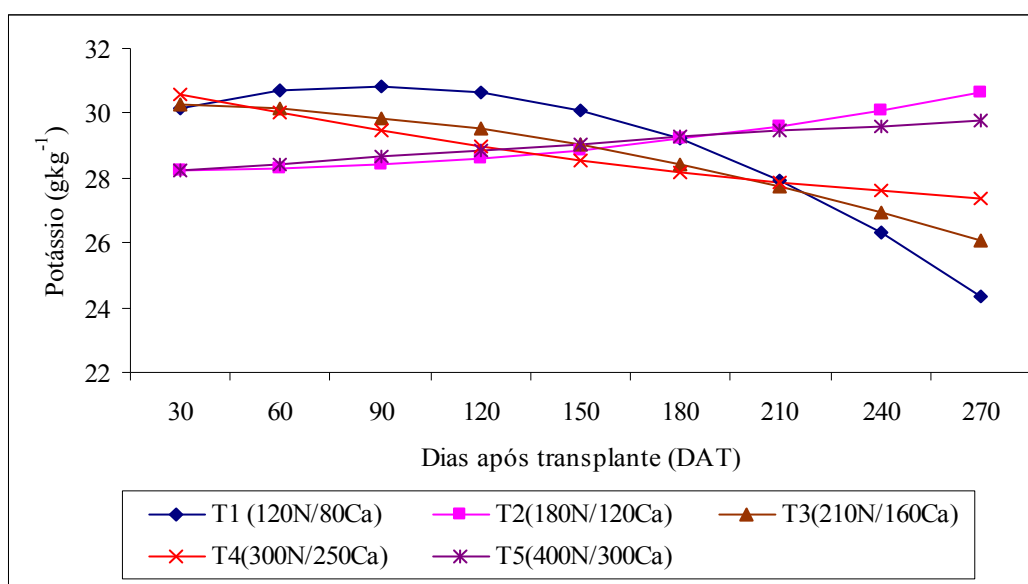


Figura 04A. Concentração foliar de potássio, de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = -0,0002x^2 + 0,036x + 29,6$ ($R^2 = 0,90$), T2 $y = 4E-05x^2 - 0,019x + 28,24$ ($R^2 = 0,86$), T3 $y = -6E-05x^2 + 0,0004x + 30,3$ ($R^2 = 0,88$), T4 $y = 3E-05x^2 - 0,022x + 31,23$ ($R^2 = 0,93$), T5 $y = -4E-06x^2 + 0,0077x + 28$ ($R^2 = 0,83$).

Vários autores constataram as interações entre os nutrientes em plantas cítricas, indicando que os elementos N e K são inversamente relacionados e que o N predomina sobre o K. Altos níveis de N proporcionam baixos teores de K (Reitz & Koo, 1960; Smith, 1966; Champan, 1968; Reese & Koo, 1975; Embleton et al., 1978). Verifica-se portanto, que a maior concentração de N foliar nas mudas submetidas ao T1(120N/80Ca) diminuiu a absorção de potássio. Por outro lado, Nagai et al. (1975) verificaram que Ca e K apresentaram sinergismo em plantas de citros, concordando com os resultados observados na concentração foliar de potássio no T5(400N/300Ca).

Cálcio, potássio e magnésio competem pelo mesmo sítio de absorção e a elevação no nível de um, diminui a absorção do outro (Smith, 1966, Malavolta, 1980). Dessa forma, pode-se inferir que a maior concentração foliar de potássio apresentada no T5(400N/300Ca) pode ter sido ocasionada pela menor absorção de magnésio, configurada pela maior oferta de cálcio nesse tratamento (Fig. 05A). Weir observou que K inibiu a absorção de Ca e Mg, confirmando os resultados de Smith, (1966) que observou que levados teores foliares de K induzem a menor de magnésio. Observa-se diminuição da concentração foliar de K a partir de 150DAT, nas mudas cultivadas no T1(120N/80Ca), mesma época em que se observa elevação nas concentrações de Ca e Mg, indicando que esses elementos, interferiram na absorção de potássio, para as mudas submetidas a esse tratamento.

A concentração média verificada de potássio nas folhas, foi igual a 29 g Kg⁻¹, sendo maior para as mudas cultivadas no T2(180N/120Ca), estando muito acima de 15 g Kg⁻¹ preconizados por Quaggio & Raij (1997).

As mudas cultivadas no T5(400N/300Ca) apresentaram menor concentração foliar de magnésio nas mudas, que diminuiu com a idade das plantas, certamente ocasionada pela maior oferta de cálcio as mudas desse tratamento (Fig. 05A). Por outro lado, observa-se que as mudas cultivadas no T1(120N/80Ca) apresentaram mesmo comportamento, contudo com maior aumento a partir de 150DAT, época em que diminui a concentração de potássio, mostrando diminuição de sua absorção em função da maior absorção de magnésio.

As concentrações foliares médias de Mg encontradas nas mudas submetidas aos diferentes tratamentos, estão de acordo com Quaggio & Raij (1997), que consideram a faixa de 2,6-4,0 g Kg⁻¹ adequada para plantas cítricas.

A concentração foliar de enxofre apresentou comportamento semelhante para as mudas cultivadas nos tratamentos T1(120N/80Ca), T2(180N/120Ca) e T3(210N/160Ca), que de um modo geral, diminuíram até os 150DAT, aumentando após esse período com a idade da planta (Fig. 06A). No entanto, as mudas submetidas ao T2(180N/120Ca) apresentaram maior concentração foliar de S. Por outro lado, a maior dose de N e Ca, oferecida no tratamento T5(400N/300Ca) conferiram menor concentração foliar de enxofre às mudas. A concentração foliar de S observada oscilou entre 2,5 a 2,8 g Kg⁻¹, níveis considerados adequados para plantas cítricas (Quaggio & Raij, 1997) e são concordantes com os iguais a 2,9 g Kg⁻¹ observados por Boaventura (2003).

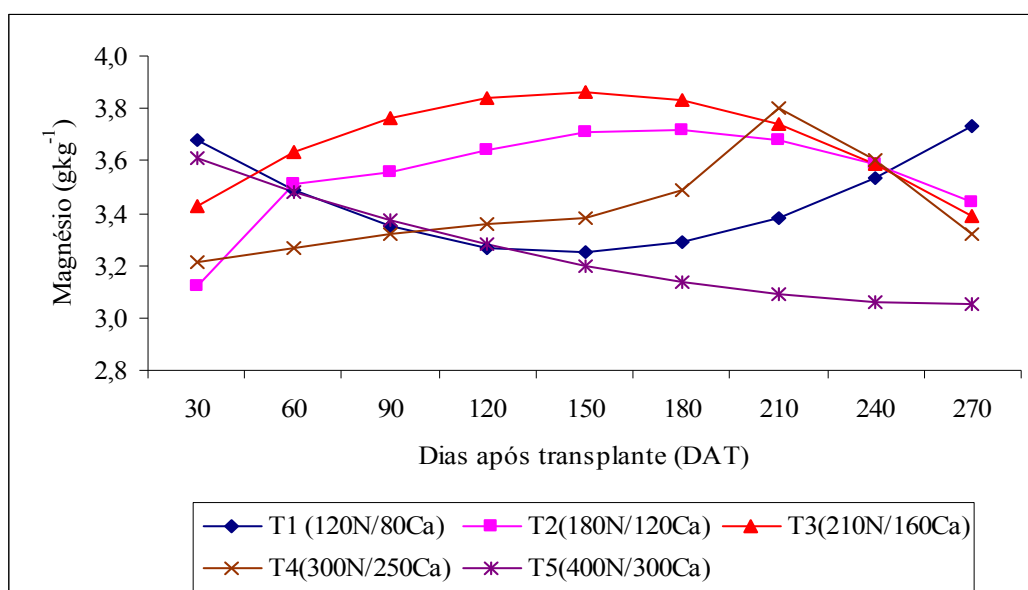


Figura 05A. Concentração foliar de magnésio, de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 8E-07x^2 - 6E-06x + 0,012$ ($R^2 = 0,96$), T2 $y = 5E-07x^2 + 6E-05x + 0,008$ ($R^2 = 0,97$), T3 $y = -2E-07x^2 + 0,0002x + 0,0017$ ($R^2 = 0,96$), T4 $y = 0,0002x + 0,0022$ ($R^2 = 0,95$), T5 $y = 0,0001x + 0,0045$ ($R^2 = 0,90$).

As menores concentrações foliares de enxofre para as mudas submetidas aos tratamentos com maiores concentrações de nitrogênio e cálcio concordam com os resultados de Embleton et al. (1978) que observaram que a elevação dos teores de N reduz os de S na planta.

Cabe registrar que mesmo cultivadas com níveis de N e Ca diminuídos em relação a solução completa nº2 de Hoagland e Arnon (1950), as mudas não apresentaram sinais de deficiência nutricional.

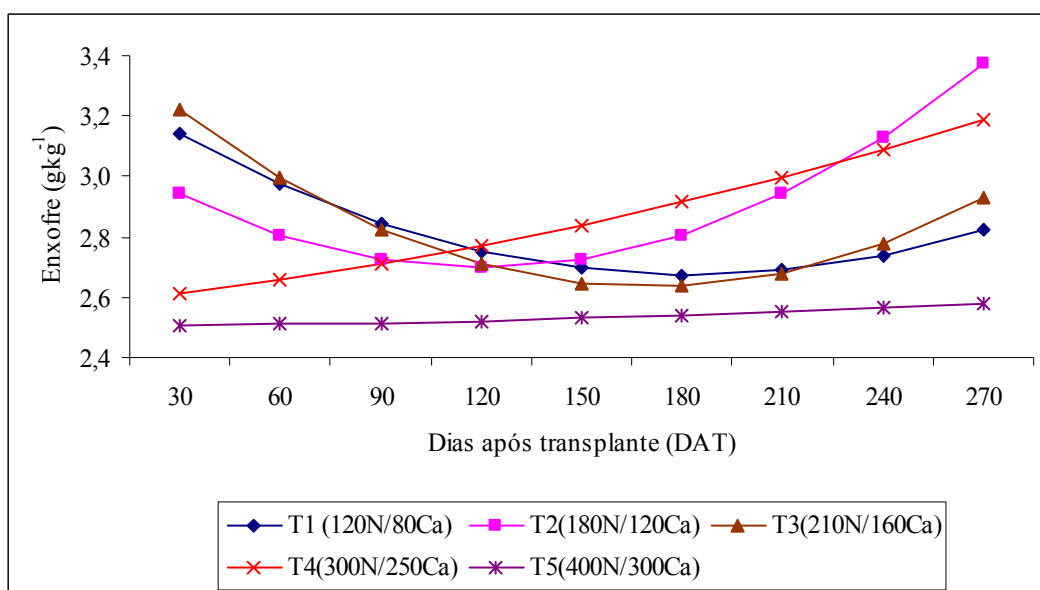


Figura 06A. Concentração foliar de enxofre, de mudas de laranja Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 2\text{E-}05x^2 - 0,007x + 3,34$ ($R^2 = 0,76$), T2 $y = 3\text{E-}05x^2 + 0,007x + 3,13$ ($R^2 = 0,67$), T3 $y = 3\text{E-}05x^2 - 0,01x + 3,5$ ($R^2 = 0,56$), T4 $y = 4\text{E-}06x^2 + 0,0012x + 2,57$ ($R^2 = 0,55$), T5 $y = -1\text{E-}06x^2 + 0,0026x + 2,5$ ($R^2 = 0,66$).

B. Acúmulo de macronutrientes

Houve interação entre colheita e tratamento no acúmulo dos nutrientes avaliados, onde a absorção dos macronutrientes apresentou correlação positiva com a idade das mudas e o a massa seca total e de lâminas foliares.

As mudas submetidas ao T1 (120N/80Ca) também apresentaram as maiores massas secas de lâminas foliares, iguais a 16,9g, enquanto as nutridas no T2(180N/120Ca), T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca), apresentaram respectivamente valores iguais a 15,90, 11,70, 13,00 e 10,60g. Portanto, níveis de nitrogênio e cálcio acima de 210 e 160 mg L^{-1} resultaram em mudas com menores massa seca de lâminas foliares (Fig. 01B). Esses resultados discordam daqueles encontrados por Esposti & Siqueira (2004), que verificaram que as melhores doses para o desenvolvimento de massa seca de lâminas foliares de limoeiro Cravo e limoeiro Wolkameriano, variaram entre 579 e 772 mg L^{-1} . No entanto, a metodologia de fertilização empregada pelos autores consistiu da aplicação de uréia ao substrato, na forma de adubação de cobertura, diferente da metodologia utilizada no presente estudo.

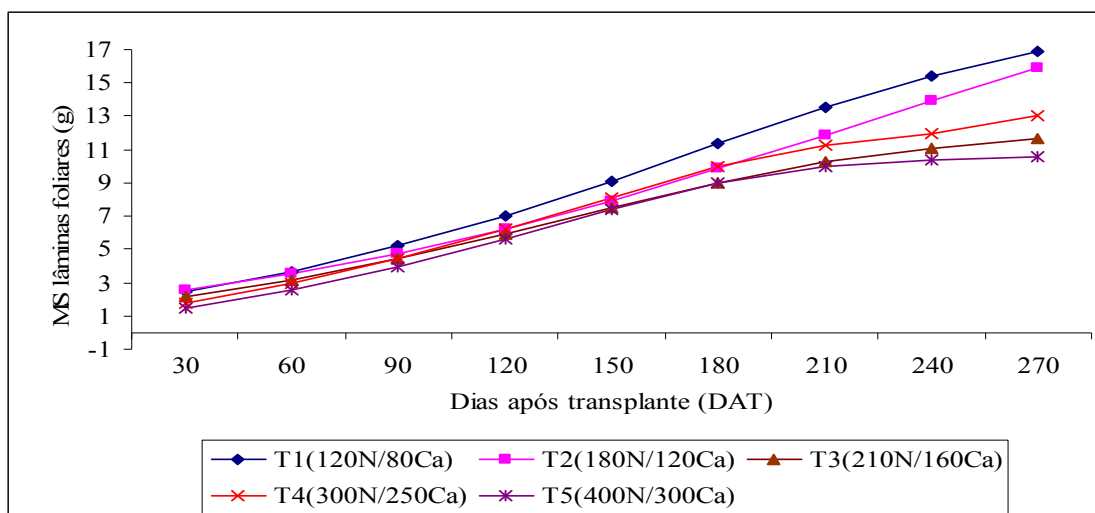


Figura 01B. Massa seca de lâminas foliares (g), de mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,0001x^2 + 0,02x + 2,4$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 0,0002x^2 + 0,003x + 3$ ($R^2 = 0,96$), T3 $y = 0,042x + 1,06$ ($R^2 = 0,96$), T4 $y = 0,046x + 0,80$ ($R^2 = 0,92$), T5 $y = 0,04x + 0,87$ ($R^2 = 0,93$).

A massa seca total máxima foi igual a 63,77g, foi verificada nas plantas submetidas ao T1 (120N/80Ca), resultados superiores àqueles verificados por Boaventura (2003), que cultivou as mudas de Valência em citrumelo Swingle em concentrações de N e Ca iguais a 190 e 120 mg L^{-1} e observou massa seca total igual a 40,7g, aos 250DAT (Fig.02B). Nessa mesma época as mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca), no presente estudo, apresentaram massa seca total igual a 56,45g. Como as concentrações usadas por Boaventura (2003) foram superiores, tem-se outra indicação de que as concentrações de nitrogênio e cálcio podem ser excessivas e interferir no desenvolvimento da muda, prejudicando-a.

A massa seca total aumentou com o tempo nas mudas submetidas a todos os tratamentos, que, no entanto, foi maior nas mudas cultivadas com o tratamento T1(120N/80Ca), onde as menores doses de N e Ca foram aplicadas.

Comportamento semelhante ao aumento de massa seca foi verificado para o N, cujo maior acúmulo foi observado no T1(120N/80Ca) que diferiu dos demais tratamentos a partir de 180DAT. Nos tratamentos com maiores níveis de nutrientes, o aumento na dose de nitrogênio e cálcio não resultou em acúmulo de nitrogênio (Fig. 03B).

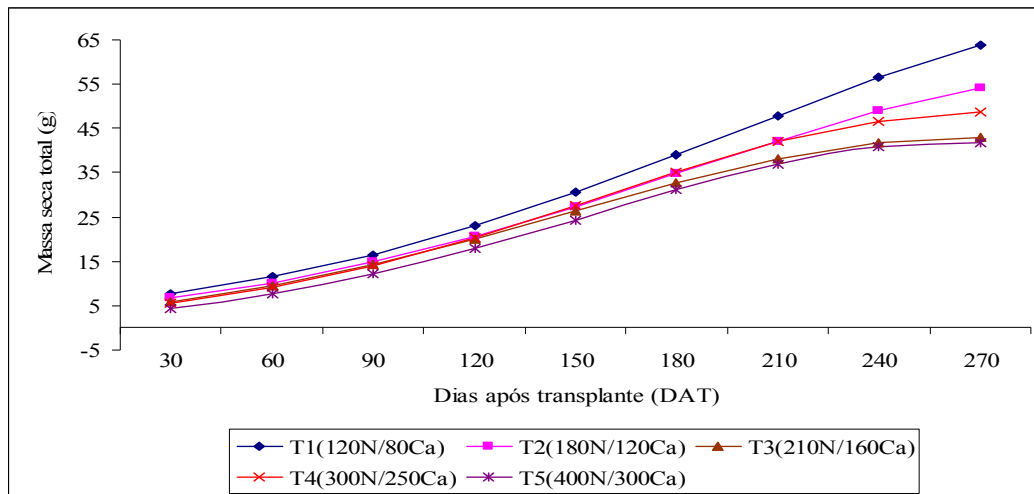


Figura 02B. Massa seca total em mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 0,0004x^2 + 0,087x + 4,34$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 0,0007x^2 + 0,048x + 7,4$ ($R^2 = 0,98$), T3 $y = 0,17x + 0,38$ ($R^2 = 0,97$), T4 $y = 0,20x - 1,66$ ($R^2 = 0,96$), T5 $y = 0,17x - 1,39$ ($R^2 = 0,95$).

A presença de cálcio não influenciou o comportamento do nitrogênio acumulado, resultado que discorda daquele verificado por Nagai et al (1975), que registraram que a adição de cálcio ao meio de cultivo proporciona aumento na concentração de N nas folhas.

O acúmulo de 0,535g de N presente nas folhas, das mudas cultivadas no T1(120N/80Ca) está próximo ao de 0,495g observado por Boaventura (2003) em mudas de Valência enxertadas em citrumelo Swingle cultivadas com 190 mg L^{-1} , nesse mesma fase.

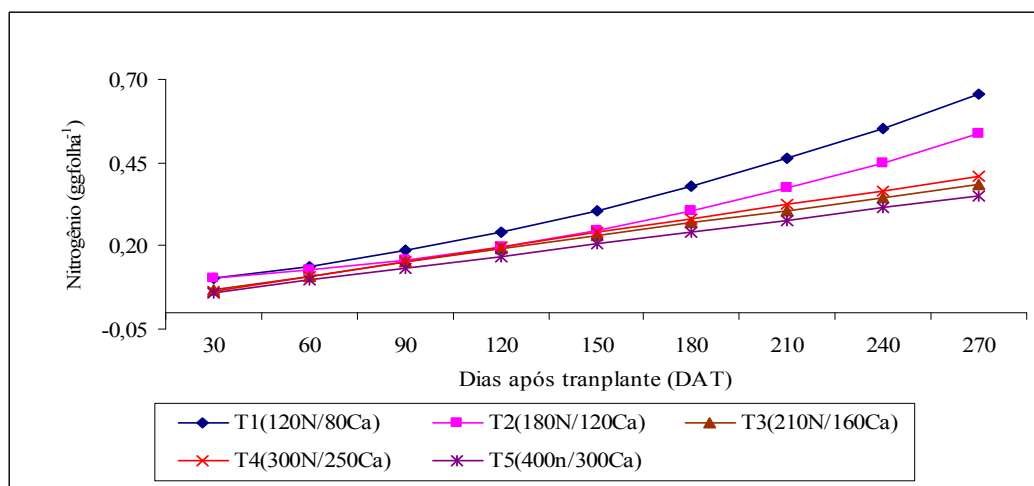


Figura 03B. Acúmulo foliar de nitrogênio em mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 5E-06x^2 + 0,0008x + 0,07$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 5E-06x^2 + 0,0003x + 0,009$ ($R^2 = 0,96$), T3 $y = -3E-07x^2 + 0,0014x + 0,03$ ($R^2 = 0,96$), T4 $y = -2E-07x^2 + 0,0015x + 0,02$ ($R^2 = 0,93$), T5 $y = 0,0012x + 0,025$ ($R^2 = 0,93$).

O cálcio apresentou maior acúmulo a partir dos 180 DAT (Fig. 04B), nessa fase, influenciado pela retirada da parte aérea do porta-enxerto, que apresentava folhas mais velhas e conseqüentemente com maior acúmulo de cálcio. No entanto, verifica-se que o maior acúmulo está na fase pós-enxertia, quando se tem maior expansão e emissão de novas folhas, e conseqüentemente o amadurecimento dessas folhas.

A maior média apresentada, pelo T1(120N/80Ca) igual a 0,386 ggfolha⁻¹, aos 250DAT, valor 14,2% superior ao encontrado por Boaventura (2003).

O aumento na concentração de cálcio não resultou em seu maior acúmulo e ao contrário, as mudas apresentaram níveis foliares mais baixos neste elemento. Tais resultados discordam da afirmativa de Simão (1998), de que a ausência de cálcio induz a planta a absorver maiores quantidades de nitrogênio, potássio e magnésio, que poderão ser responsáveis por sinais de toxidez no vegetal, em lugar de deficiência de cálcio. No entanto, as comparações entre os resultados são relativas, pois as doses, as espécies e as condições experimentais são diferentes. Cabe ser ressaltado ainda que no presente estudo as plantas não apresentaram os sinais acima descritos e portanto, o cálcio não deve ter sido deficiente.

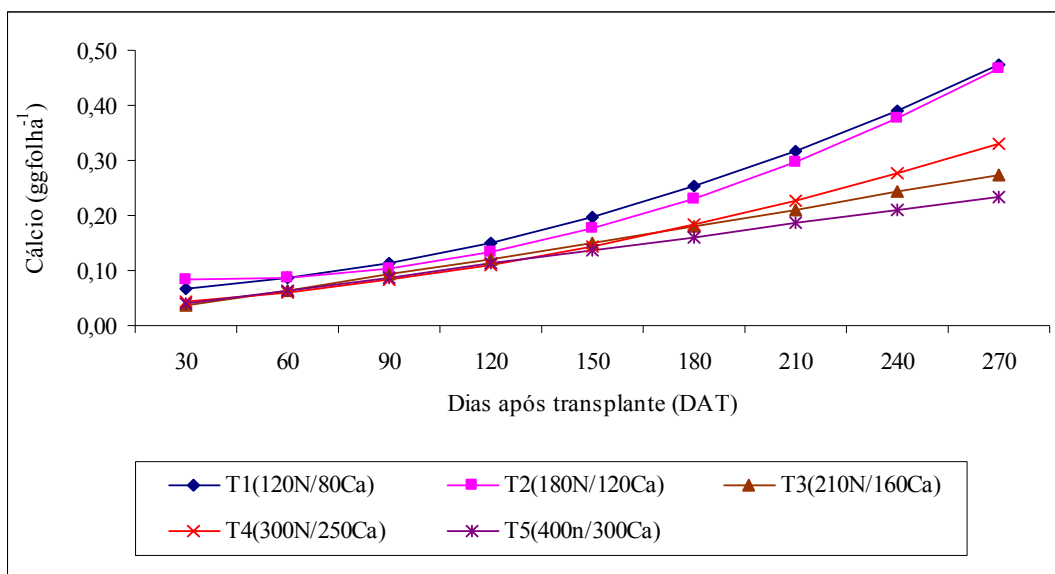


Figura 04B. Acúmulo foliar de cálcio, em mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 5E-06x^2 + 0,0002x + 0,056$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 7E-067x^2 - 0,0005x + 0,09$ ($R^2 = 0,95$), T3 $y = 3E-07x^2 + 0,0009x + 0,01$ ($R^2 = 0,92$), T4 $y = 3E-06x^2 + 0,0003x + 0,03$ ($R^2 = 0,92$), T5 $y = 4E-08x^2 + 0,0008x + 0,016$ ($R^2 = 0,94$).

O maior acúmulo de fósforo, em média, foi observado nas mudas cultivadas no T1(120N/80Ca), cujo valor médio foi 11% maior que para o observado para as mudas submetidas ao T2(120N/80Ca) e 66% para as cultivadas no T5(400N/300Ca). Verifica-se maior exigência desse nutriente a partir de 180 DAT (Fig. 05B).

O incremento nas doses de nitrogênio e cálcio não resultou em maior acúmulo de fósforo (figura 04), discordando dos resultados obtidos por Grassi Filho (1991), que observou que 200 mg L⁻¹ de cálcio em solução nutritiva conferiu maior acúmulo de fósforo em folhas de limoeiro Cravo na fase de porta-enxerto.

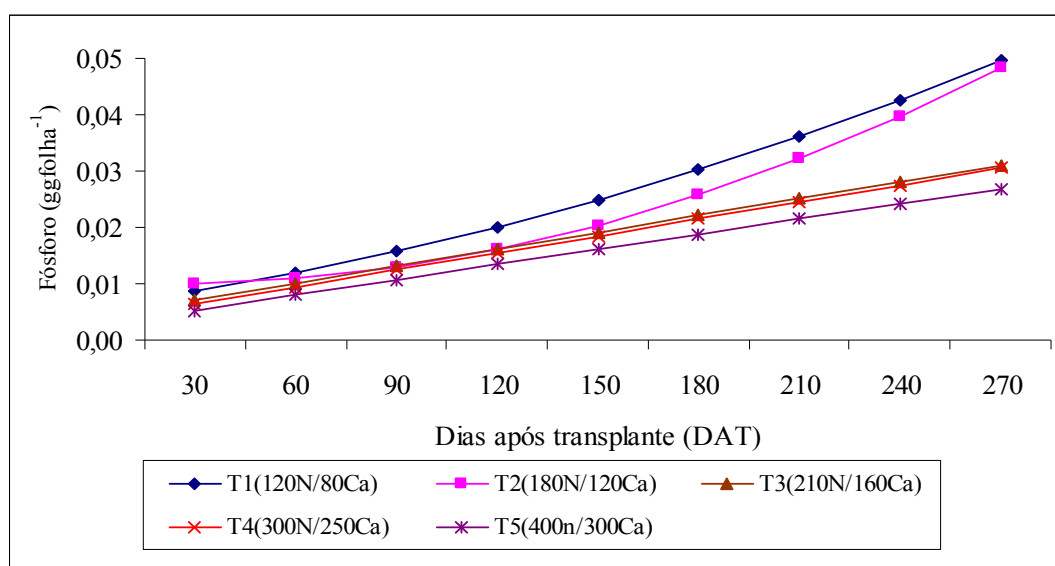


Figura 05B. Acúmulo foliar de fósforo em mudas de laranja Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 3E-07x^2 + 8E-05x + 0,0062$ ($R^2 = 0,95$), T2 $y = 6E-07x^2 - 2E-05x + 0,01$ ($R^2 = 0,94$), T3 $y = 0,0001x + 0,0041$ ($R^2 = 0,94$), T4 $y = 0,0001x + 0,0035$ ($R^2 = 0,90$), T5 $y = 9E-05x + 0,0026$ ($R^2 = 0,95$).

O maior acúmulo de potássio foi observado nas mudas cultivadas no T2(180N/120Ca), seguido do T1(120N/80Ca), com maior quantidade absorvida a partir dos 210DAT. As mudas submetidas aos demais tratamentos não apresentaram diferença no acúmulo de potássio, e o aumento dos níveis de nitrogênio e cálcio, não resultou em maior acúmulo desse cátion (Fig. 06B).

Não houve diferença entre as mudas dos tratamentos T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca) no acúmulo de magnésio, que diferiram das demais mudas a partir dos 210DAT, ou seja, na fase final de formação das mudas (fig. 07B). O valor de 0,056 g gfolha⁻¹ encontrado para as mudas submetidas ao T1(120N/80Ca), aos 240DAT, está acima do observado por Boaventura (2003), igual a 0,033 g gfolha⁻¹.

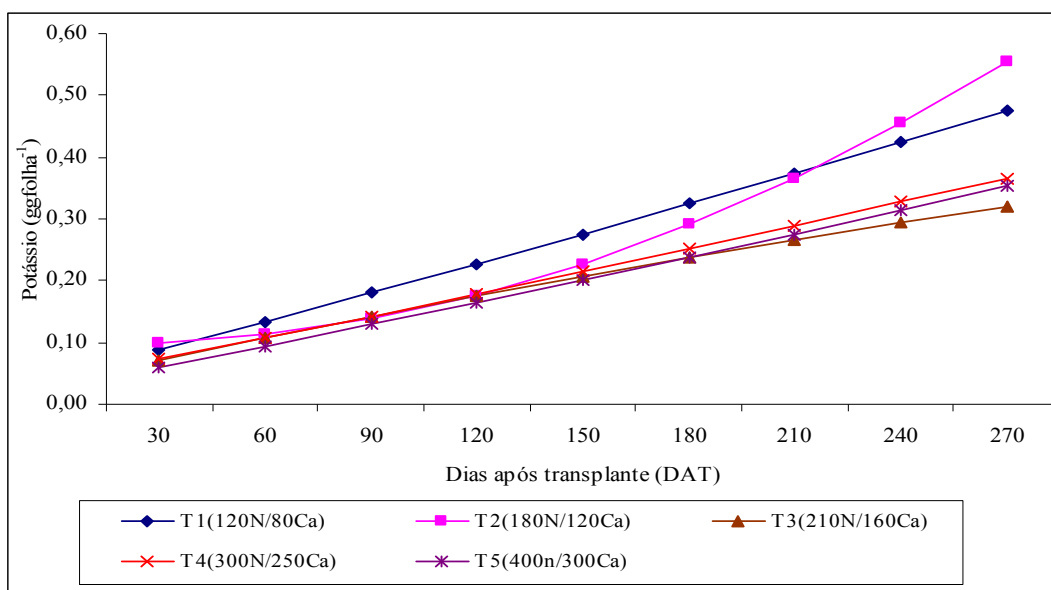


Figura 06B. Acúmulo de K (ggfolha⁻¹) em mudas de laranjeira Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 4E-07x^2 + 0,02x + 0,04$ ($R^2 = 0,97$), T2 $y = 7E-06x^2 - 0,0002x + 0,1$ ($R^2 = 0,96$), T3 $y = -9E-07x^2 + 0,002x + 0,03$ ($R^2 = 0,93$), T4 $y = 4E-07x^2 + 0,002x + 0,04$ ($R^2 = 0,93$), T5 $y = 4E-07x^2 + 0,001x + 0,03$ ($R^2 = 0,94$).

A presença do magnésio em maior quantidade, nas mudas submetidas ao T1(120N/80Ca), talvez tenha resultado em maior atividade fotossintética nessas mudas, que apresentaram maior massa seca de lâminas foliares e total.

As mudas submetidas às maiores doses de nitrogênio e cálcio apresentaram menor acúmulo de enxofre (fig. 08B). O comportamento das mudas para o acúmulo de S, em todas as doses de N e Ca avaliadas, foi semelhante e aumentou com a idade, destacando-se nas mudas submetidas aos T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca), que apresentaram maiores acúmulos médios, iguais a 0,029 e 0,027 ggfolha⁻¹ respectivamente, diferindo dos demais. O aumento do acúmulo de enxofre, observado a partir de 210DAT, fase final de formação das mudas, pode indicar maior exigência nessa fase, revelando correlação positiva entre o acúmulo de enxofre e o crescimento das plantas.

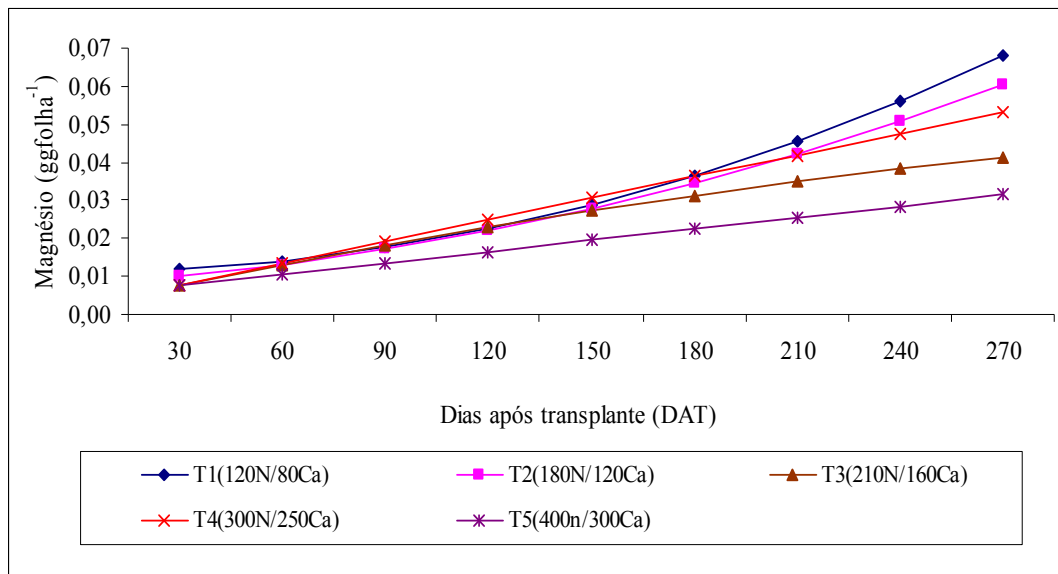


Figura 07B. Acúmulo de Mg (ggfolha⁻¹) em mudas de laranja Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 8E-07x^2 - 6E-06x + 0,012$ ($R^2 = 0,96$), T2 $y = 5E-07x^2 + 6E-05x + 0,008$ ($R^2 = 0,97$), T3 $y = -2E-07x^2 + 0,0002x + 0,002$ ($R^2 = 0,96$), T4 $y = 0,0002x + 0,002$ ($R^2 = 0,95$), T5 $y = 0,0001x + 0,005$ ($R^2 = 0,89$).

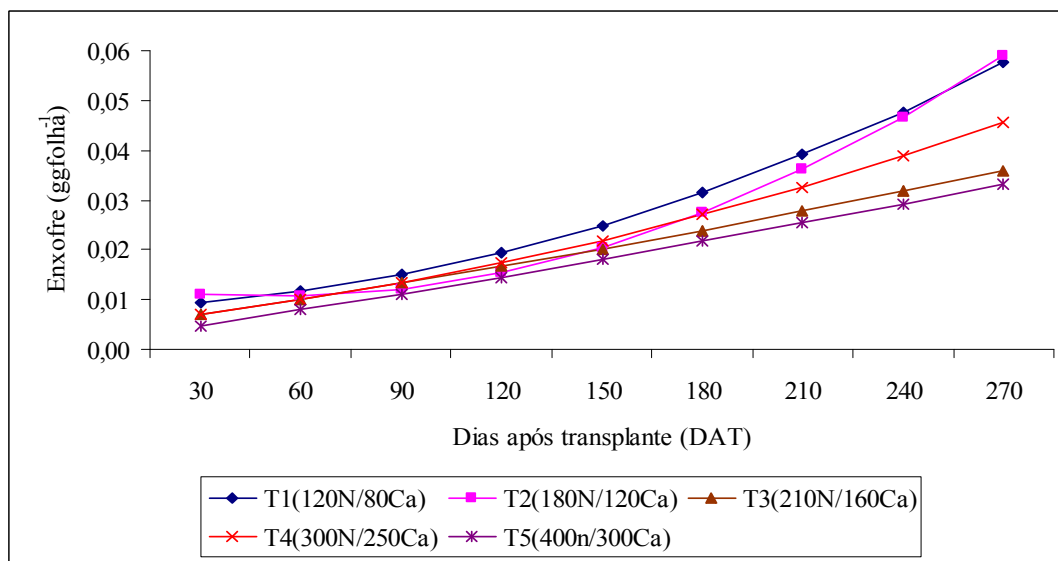


Figura 08B. Acúmulo de S em mudas de laranja Valência, enxertadas sobre citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L⁻¹, avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pelas equações: T1 $y = 6E-07x^2 + 2E-05x + 0,008$ ($R^2 = 0,98$), T2 $y = 1E-06x^2 - 1E-04x + 0,013$ ($R^2 = 0,94$), T3 $y = 1E-07x^2 + 9E-05x + 0,004$ ($R^2 = 0,94$), T4 $y = 3E-07x^2 + 7E-05x + 0,005$ ($R^2 = 0,92$), T5 $y = 6E-08x^2 + 0,0001x + 0,002$ ($R^2 = 0,94$).

Conclusões

As mudas submetidas ao tratamento com menor nível de N e Ca, igual a 120 e 80 mg L⁻¹ respectivamente, apresentaram maior acúmulo foliar de macronutrientes.

O acúmulo de macronutrientes aumentou com o desenvolvimento das mudas.

As concentrações foliares, em g Kg⁻¹, sugeridas como ideal para mudas de laranjeira Valência enxertadas em citrumelo Swingle, seriam para nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre: 33, 2,5, 23, 28, 3,3 e 3,0 respectivamente.

Referências Bibliográficas

- ABREU, M.F, ABREU, C.A., BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. III encontro Nacional de Substratos para Plantas. p. 17-28. Campinas, São Paulo. 2002.
- BERNARDI, A.C.C. et al. Crescimento e lixiviação de nutrientes de porta-enxertos de citros cultivados em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. In: **6th World Congress of the International society of Citrus Nurserymen**, Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 249-253.
- BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. Dissertação de mestrado. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, 2003.
- CASTLE, W. S., FERGUNSON, J.J. Current Status of Greenhouse and Container Production of Citrus Nursery Trees in Florida. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.95, p. 42-46, 1982.
- CHAMPMAN, H.D. The mineral nutrition of citrus. In.: REUTER, V.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H. (Ed). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1968. p.127-289.
- EMBLETON, T.W.; JONES, W.W.; PASSRES, C.; PLATT, R.G. Effects of fertilization of citrus on fruit quality and groud water nitrate poluition potential. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1978. Sidney **Proceedings...** Sidney: International Society of Citriculture, 1978. p. 280-285.
- EPSTEIN, E., BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2ª ed. Brasil: Londrina, 2006. 403p.

GRAFF, C.C.D., MARINHO, C.S., SOUTO, R.F., PAIVA, L.V., SOBRINHO, F.S. Efeito da fertilização foliar após enxertia no crescimento e nutrição da muda da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Valência). **Ciência e Prática**, v.18, n.3, p. 264-267, 1994.

GRASSI FILHO, H. Níveis de cálcio e boro e suas interações afetando o desenvolvimento do sistema radicular, a composição mineral e o vigor do limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), em condições controladas. Piracicaba, 1991, 92p. Dissertação de Mestrado. ESALQ – USP.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water method for growing plants without soil**. Berkeley: University of Califórnia, College of agriculture, 1950. p. 32 (circular, 343).

KOO, R.C.J.; REESE, R.L. Influence of nitrogen, potassium and irrigation on citrus fruit quality. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, Riverside, 1977. **Proceedings**. Riverside: International Society of Citriculture, 1977. p.34-38.

REESE, R.L.; KOO, R.C.J. Effects of N and K fertilization on leaf analysis, tree size and yield of the major Florida orange cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.100, p.195-198, 1975.

REITZ, H.J.; KOO, P.C.J. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield, fruit quality, and leaf analysis of Valência orange. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.59, p.1-12, 1960.

KRETSINGER, R.H. Why cells must export calcium. In: F. BRONER (ed.) **Intracellular regulation**. New York: Wiley-Liss, 1990. p.439-57.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. Elementos da nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ed. Ceres, 1980. p. 251.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic press, 1995. 889 p.

MATTOS JUNIOR, D., CARVALHO, S.A., PEDROSO, F.G. Fontes e doses de nitrogênio na produção do porta-enxerto limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck) em viveiro telado. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 263-265.

MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition effect on growth of containerized citrus nursery plants. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 104, p.191-195, 1991.

- MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 119, n.2, p.195-201, 1994.
- NAGAI, V.; IGUE, T.; HIROCE, R. Estudo comparativo das relações entre os nutrientes dosados em folhas de café, citros e milho. **Bragantia**, v.34, p.23-27, 1975.
- QUAGGIO, J.A.; van RAIJ, B. Frutíferas. In: van RAIJ, B. Recomendações de Adubação e Calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico: Campinas, 1997. p.121-153.
- RUIZ, H.A. Relações molares de macronutrientes em tecidos vegetais com base para a formulação de soluções nutritivas. **Rev. Ceres**, v.44, p.533-546, 1997.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.
- SOPRANO, E. & KOLLER, O.L. Substratos para a produção de mudas cítricas em recipientes plásticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v 13, p. 81-86, 1991.
- SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.P. (Ed.). **Nutrition of fruit crops: tropical, subtropical, temperate tree and small fruits**. 3.ed. Domerville: Somerset Press, v.1, cap. 7, p. 174-208, 1966.
- SMITH, P.F. Calcium requirements of citrus. **Communications in soil science and plant analysis**. New York, v.6, n.3, p. 245-260, 1975.
- WEIR, C.C. Nutrient element balance in citrus nutrition. **Plant and Soil**, v. 30, p.405-414, 1969.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 2 ed. Englewood Cliffs: Prentice - Hall International Editions, 718 p., 1984.

Doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle. Avaliação da produtividade por índices fisiológicos da análise de crescimento.

André Luís Teixeira Creste¹

Carmen Sílvia Fernandes Boaro²

⁽¹⁾Departamento de Botânica, Instituto de Biociências de Botucatu-UNESP. Cx. Postal 510, CEP 18618-000, Botucatu-SP, Brasil. E-mail: acreste@gmail.com, csfboaro@ibb.unesp.br

RESUMO:

O estudo objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de laranja Valência, enxertadas em citrumelo Swingle e cultivadas com variações de nitrogênio e cálcio. Foram testadas cinco doses de nitrogênio e cálcio, tendo como base a solução nutritiva completa nº2 de Hoagland & Arnon. As mudas foram submetidas aos tratamentos T1 (120N/80Ca), contendo 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio, T2 (180N/120Ca), contendo 180 mg L⁻¹ de nitrogênio e 120 mg L⁻¹ de cálcio, T3 (210N/160Ca), contendo 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio, T4 (300N/250Ca), contendo 300 mg L⁻¹ de nitrogênio e 250 mg L⁻¹ de cálcio e T5 (400N/300Ca), contendo 400 mg L⁻¹ de nitrogênio e 300 mg L⁻¹ de cálcio. O desenvolvimento das mudas foi avaliado em nove colheitas, a partir do transplante, determinando-se a área foliar, a massa seca de lâminas foliares e total das mudas, ajustadas em relação ao tempo, pela equação exponencial quadrática. Os resultados foram submetidos à análise de crescimento, determinando-se a razão de área foliar, a área foliar específica, a taxa assimilatória líquida, a taxa de crescimento relativo, o peso específico de folha, a razão de massa foliar, a taxa de crescimento absoluto e a distribuição de massa seca pelos diversos órgãos do vegetal. Os resultados revelaram que 120 mg L⁻¹ de N e 80 mg L⁻¹ de Ca, favoreceram o desenvolvimento das mudas, que apresentaram maior velocidade de crescimento, maior área foliar e maior acúmulo de massa seca, no menor espaço de tempo.

Palavras-chave: citrus, análise de crescimento, nitrogênio, cálcio, porta-enxerto.

ABSTRACT:

This study evaluated the development of Valência orange seedlings, budded in citrumelo Swingle and cultivated with different levels of nitrogen and calcium. It submitted to a test five nitrogen and calcium levels, based in Hoagland & Arnon's complete nutrient solution nº 2. The seedlings were submitted to the following treatments T1(120N/80Ca), with 120 mg L⁻¹

nitrogen and 80 mg L⁻¹ calcium, T2(180N/120Ca), with 180 mg L⁻¹ nitrogen and 120 mg L⁻¹ calcium, T3(210N/160Ca), with 210 mg L⁻¹ nitrogen and 160 mg L⁻¹ calcium, T4(300N/250Ca), with 300 mg L⁻¹ nitrogen and 250 mg L⁻¹ calcium and T5(400N/300Ca), with 400 mg L⁻¹ nitrogen and 300 mg L⁻¹ calcium. The seedlings development was evaluated in nine crops, as from the transplant, determinate the leaf area, leaves blade dry matter and total of seedlings, adjusted in relation to time by the quadratic exponential equation. The results were submitted to the growth analysis, estimate the leaf area rate, the specific leaf area, the liquid assimilate rate, the relative growth rate, the specific leaf weight, the foliaceous mass rate, the absolute growth rate and the dry mass distribution by the different vegetable organs. The results showed that 120 mg L⁻¹ nitrogen and 80 mg L⁻¹ calcium favored the seedlings development, which showed the fast velocity of growth, biggest leaf area and biggest accumulation of dry mass in the less time.

Key-words: citrus, growth analysis, nitrogen, calcium, rootstocks

I – Introdução

No Brasil, a citricultura, uma das atividades agrícolas mais importantes, gera riqueza aos setores industriais e produtivos e garante o crescimento de todos os segmentos que dela se cercam (Gelmini et al., 1998).

A produção de mudas cítricas apresenta demanda crescente, pois a renovação dos pomares brasileiros é constante. Apesar da citricultura paulista destacar-se na agroindústria, possuindo tecnologia avançada nos vários segmentos de produção, a forma de propagação das plantas cítricas pouco evoluiu nas últimas décadas.

O crescimento de mudas de citros em ambiente protegido requer adequado e balanceado fornecimento de nutrientes e, o desenvolvimento das plantas nesse sistema é caracterizado por intenso crescimento em pouco tempo e em espaço reduzido para o crescimento radicular (Bernardi et al., 2001). Contudo esse setor ainda carece de informações (Mourão Filho et al., 1998).

O tempo necessário para a formação de mudas, após o transplante do porta-enxerto, segundo dados do produtor, varia entre 240 e 250 dias. O encerramento desse período, portanto, é indicado por características qualitativas macroscópicas. A diminuição desse período, de grande interesse econômico, pode ocorrer mediante utilização de adequado balanço nutricional, que muitas vezes é realizado de forma empírica pelos produtores.

Vários trabalhos que mostram a importância do nitrogênio no desenvolvimento de mudas cítricas, registram que a quantidade requerida além de variar com a espécie de porta-enxerto utilizada é dependente da frequência de aplicação (Mattos Júnior et al. 2001, Vitória et al. 2001, Bernardi et al. 2001, Maust & Williamson, 1991). Os resultados encontrados na literatura são ainda contraditórios e não expressam a necessidade do citrumelo Swingle em relação ao nitrogênio e poucos estudos existem sobre a interferência do cálcio no desenvolvimento dessas mudas.

O nitrogênio apresenta importante papel nas funções fisiológicas, estruturais e de osmorregulação na planta, sendo constituinte de proteínas e ácidos nucleicos. Participa da molécula de clorofila e de outros compostos essenciais aos processos de crescimento vegetal (Marschner; 1995, Epstein & Bloom, 2006).

O cálcio está diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento vegetal, como regulador de vários processos celulares, que variam desde o controle do transporte iônico até a expressão gênica (Kretsinger, 1990).

As funções acima registradas para nitrogênio e cálcio já demonstram sua importância na produtividade das espécies, dependente da nutrição mineral.

A análise de crescimento tem sido utilizada para estimar a produtividade das espécies vegetais, descrevendo as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, com a proposta de acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, pela avaliação do acúmulo de massa. (Pereira & Machado, 1987, Magalhães, 1979, Milthorpe & Moorby, 1974, Radford, 1967, Watson, 1952). Deve ser registrada que a necessidade de produção de mudas cítricas com qualidade e a ausência de trabalhos que refiram a exigência nutricional do citrumelo Swingle, justificam plenamente o estudo proposto. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle e submetidas a diferentes doses de nitrogênio e cálcio.

II – Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em estufa comercial, pertencente a Fazenda São José, localizada no município de Rio Claro-SP, no período compreendido entre setembro de 2003 e maio de 2004.

Foram utilizados porta-enxertos de Citrumelo Swingle com 90 dias de idade, oriundos de sementeira, que depois de transplantados, foram cultivados em sacolas plásticas com

capacidade para 5 litros, preenchidas com substrato comercial Lupa, com água disponível (%) = 40, porosidade total (%) = 28, CE = 0,47(dSm⁻¹), densidade aparente (g cm⁻³) = 0,27, pH(CaCl₂) = 4,7, M.O. = 49,03, N = 5,1, P = 2,1, K = 2,1, Ca = 4,0, Mg = 2,5, S = 1,6 g Kg⁻¹, C/N = 42/1. A enxertia em “T” invertido, foi realizada aos 90 dias após o transplante, com borbulhas de laranjeira Valência (*Citrus Sinensis* L. Osbeck) e o amarrão com fitilho plástico, retirado após 10 dias. A parte aérea do porta-enxerto foi podada aos 150 dias após o transplante.

O fornecimento dos nutrientes as mudas teve como base a solução nutritiva completa nº 2 de Hoagland & Arnon (1950) que contém 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio. A partir dessa solução foram preparadas outras soluções com variação dos níveis de nitrogênio e cálcio, que caracterizaram os cinco tratamentos avaliados. As plantas foram fertirrigadas por aspersão, com 150 mililitros de solução por planta, em dias alternados.

A solução nutritiva, preparada semanalmente, apresentou pH 5,8±1 e CE de 1,7±1 mS/cm.

O pH e a condutividade elétrica (CE) do substrato foram avaliados pelo método de extração 1:5(Abreu et al., 2002), uma vez por semana.

Assim, as mudas foram submetidas aos tratamentos T1(120N/80Ca), contendo 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80 mg L⁻¹ de cálcio, T2(180N/120Ca), contendo 180 mg L⁻¹ de nitrogênio e 120 mg L⁻¹ de cálcio, T3(210N/160Ca), contendo 210 mg L⁻¹ de nitrogênio e 160 mg L⁻¹ de cálcio, T4(300N/250Ca), contendo 300 mg L⁻¹ de nitrogênio e 250 mg L⁻¹ de cálcio e T5(400N/300Ca), contendo 400 mg L⁻¹ de nitrogênio e 300 mg L⁻¹ de cálcio.

Em cada colheita o material vegetal foi separado e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura igual a 60 °C. A pesagem desse material foi realizada em balança analítica com sensibilidade de 0,1 mg. A área foliar das lâminas foliares, em dm², foi determinada em “area meter” Li-cor, modelo LI300.

O desenvolvimento das mudas foi avaliado em colheitas mensais, iniciadas a partir de seu transplante, determinando-se a área foliar (AF), a massa seca de lâminas foliares (MSF) e a massa seca total das mudas (MST), variáveis ajustadas em relação ao tempo, ou seja, idade das plantas, pela equação exponencial quadrática, para se proceder a estimativa dos índices fisiológicos, fornecidos pelo programa computacional de análise de crescimento (ANACRES), Portes & Castro Jr. (1991), determinado-se a razão de área foliar (RAF), em dm²g⁻¹, a área foliar específica (AFE), em dm²g⁻¹, a taxa assimilatória líquida (TAL), em (gdm⁻²dia⁻¹), a taxa de crescimento relativo (TCR), em gg⁻¹dia⁻¹ e a taxa de crescimento absoluto (TCA) em gdm⁻². O peso específico de folha (PEF), a razão de

massa foliar (RMF), a $g\text{dm}^{-1}$ e a distribuição de massa seca pelos diversos órgãos do vegetal, em porcentagem, foram calculados de acordo com Benincasa, (2003).

O tempo necessário para a formação de mudas, após o transplante do porta-enxerto, segundo dados do produtor, varia entre 240 e 250 dias. O encerramento desse período, portanto, também foi indicado por características qualitativas macroscópicas, pela comparação das mudas entre si.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, cada uma constituída por duas plantas, em esquema fatorial 5×9 , ou seja, cinco tratamentos determinados pela variação da concentração de nitrogênio e cálcio e nove colheitas.

Não foram realizadas análises de variância dos índices estimados por análise de crescimento, pois segundo Banzatto & Kronka, (1989), não se pode afirmar que essas variáveis, por serem calculadas, obedecem às pressuposições básicas para tal análise.

III – Resultados e Discussão

A variação na concentração de nitrogênio e cálcio influenciou o comportamento da área foliar e as mudas cultivadas com o tratamento T1(120N/80Ca), contendo as menores doses de N e Ca, apresentaram maior área foliar (Fig. 01).

O aumento das doses de nitrogênio e cálcio inibiu o desenvolvimento da área foliar das mudas, resultados concordantes com os observados por Decarlos Neto et al. (2002), que verificaram que doses de nitrogênio excessivas, compreendidas entre 3200 e 4800mg L^{-1} empregadas no desenvolvimento inicial de limoeiro Cravo, cultivados em tubetes, inibiram o desenvolvimento. Deve ser registrado, no entanto, que na fase de desenvolvimento avaliada pelos referidos autores, as mudas requerem menor quantidade de nutrientes, o que apesar da concordância, dificulta a comparação dos resultados.

Os resultados concordam ainda com WATSON (1952), que registra que a área foliar das plantas é muito dependente da nutrição, embora não analise a forma pela qual os diferentes aspectos do crescimento foliar são influenciados pelo suprimento de nutrientes minerais.

A massa seca total (Fig. 02) foi maior e igual a 63,77g aos 270 DAT nas plantas submetidas ao T1(120N/80Ca). Esse resultado foi superior àquele verificado por Boaventura (2003), igual a 40,7g em média, para massa seca de mudas de citrumelo Swingle, aos 250 DAT. Nessa mesma época, as mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca) apresentavam massa seca total igual, em média a 56,45g. Cabe ressaltar que, as concentrações de nitrogênio

e cálcio utilizadas por Boaventura (2003) foram iguais a 190 e 120 mg L⁻¹ e, portanto, superiores às do tratamento T1(120N/80Ca), indicando que elevadas doses de nitrogênio e cálcio podem interferir, prejudicando o desenvolvimento da muda.

O comportamento da massa seca de folhas e total foi muito semelhante, mostrando uma vez mais, que no período avaliado as mudas estavam retendo nas folhas, o material orgânico produzido.

As plantas submetidas ao T1(120N/80Ca) apresentaram maior massa seca de lâminas foliares, igual a 16,9, enquanto as nutridas com os tratamentos T2(180N/120Ca), T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca), apresentaram respectivamente 15,90, 11,70, 13,00 e 10,60 g (Fig. 03). Níveis de nitrogênio e de cálcio acima de 210 e 160 mg L⁻¹ resultaram em mudas com menor massa seca de lâminas foliares. Esses resultados são discordantes daqueles encontrados por Esposti & Siqueira (2004), que verificaram que doses entre 548 e 772 mg L⁻¹ conferiram maior para massa seca de lâminas foliares para os porta-enxertos limoeiro Cravo e limoeiro Wolkameriano. No entanto, essas diferenças encontram apoio nas observações de Malavolta et al. (1997) que refere que a demanda da planta por nutrientes está relacionada com o seu potencial genético, o que leva à diferenças na capacidade ou na velocidade de absorção entre espécies e variedades.

A área foliar e a massa seca de lâminas foliares mostram até os 210 DAT, comportamentos semelhantes, de aumento, em todos os tratamentos. A seguir, enquanto a área foliar, de maneira geral, diminui, a massa seca de lâminas foliares continua aumentando, ou seja, no momento que a área foliar atingiu o máximo, a massa seca de lâminas foliares estava aumentando e as folhas ainda estavam retendo a massa seca produzida. Tal comportamento é esperado para a fase em que o vegetal foi avaliado.

Com base nos resultados de área foliar, massa seca de caule, de raízes, de lâminas foliares e total da planta e no aspecto visual, as mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca) foram consideradas formadas aos 210 DAT, enquanto as submetidas ao T3(210N/160Ca) aos 230 DAT e as cultivadas no T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca) aos 270 dias.

A área foliar específica (AFE), que reflete o inverso da espessura da folha, é o componente morfológico e anatômico da razão de área foliar e relacionando a superfície com o peso da matéria seca da folha, demonstra o acúmulo da massa seca das folhas durante o desenvolvimento do vegetal (Benincasa, 2003).

As mudas submetidas a todos os tratamentos apresentaram AFE com comportamentos semelhantes, com valores pouco mais elevados ao longo do ciclo, naquelas submetidas aos

tratamentos T3(210N/160Ca) e T1(120N/80Ca) (Fig. 04). A elevação da AFE até 210 DAT indica o investimento da muda em folhas. O decréscimo, a seguir, na AFE, demonstra, que enquanto ocorre diminuição da área foliar, de maneira geral, a massa seca de folha continua aumentando (Fig. 01 e 03), o que indica que nessa fase as mudas ainda estão retendo a massa seca produzida.

A TAL, medida da eficiência fotossintética (Radford, 1967), das mudas submetidas aos diferentes níveis de nitrogênio e cálcio decresceu ao longo do tempo. Nos tratamentos com maiores níveis de nutrientes T4(300N/250Ca) e T5 (400N/300Ca), as mudas apresentaram maiores valores iniciais para a TAL (Fig. 05), o que explica maiores taxas de crescimento relativo dessas mudas. De modo geral, as mudas submetidas aos diferentes tratamentos apresentaram comportamentos semelhantes, resultados concordantes com os registrados por Boaro (1996), ao cultivar feijoeiros com variação dos níveis de magnésio. Também concordam com a afirmativa de que a taxa assimilatória líquida, que reflete a influência do sistema assimilador envolvido na produção de matéria seca, pode variar com fatores ambientais, embora seja mais influenciada pela idade das plantas (Watson, 1952). Kumura & Naniwa (1965) e Buttery (1964) registram que a TAL diminui ao longo do ciclo do vegetal. Estudando soja, Rodrigues (1982) também verificou essa diminuição

Os resultados obtidos nesse estudo, concordam com Watson (1952), que registra a ausência da influência de elevados níveis de nutrientes na TAL, ao mesmo tempo em que sugere sua diminuição quando baixas concentrações desses nutrientes são utilizadas, mais um indicativo de que os menores níveis utilizados nesse estudo não foram deficientes.

O decréscimo da TAL pode ser explicado em função da redução da capacidade fotossintética das folhas em expansão, em razão do auto-sombreamento e também pela redução da eficiência fotossintética das folhas velhas das mudas (Wilson & Ludlow, 1970; Woledge & Leafé, 1976 e Woledge, 1978). Observa-se que a área foliar das mudas submetidas aos tratamentos T1(120N/80Ca), T2(180N/120Ca) e T3(210N/160Ca), foi maior, caracterizando folhas maiores, levando ao possível sombreamento das folhas inferiores e diminuição de sua atividade fotossintética, diminuindo, portanto, a TAL nessas mudas.

Vários produtores têm observado a interferência negativa do sombreamento, situação em que a competição por luminosidade ocasiona um menor desenvolvimento das mudas.

A RAF, que reflete a área foliar útil para fotossíntese (Benincasa, 2003), das mudas submetidas aos diferentes tratamentos foi semelhante e aumentou até os 180 DAT, diminuindo a seguir, indicando o decréscimo da potencialidade de assimilação fotossintética (Fig. 06). Esses resultados concordam com as observações de Wallace & Munger(1966) e

Brandes et al. (1973), que ao estudarem feijoeiros observaram que a RAF das plantas aumenta até 30 dias do ciclo, diminuindo a seguir. Na maioria das culturas a RAF aumenta na fase inicial do ciclo vegetativo, diminuindo com o desenvolvimento. Esse comportamento indica que no início do desenvolvimento o material fotossintetizado é convertido em folhas para maior captação da radiação solar disponível. Os resultados do presente estudo também concordam com outros que registraram a diminuição da RAF com a idade da planta, embora nenhum deles tenha avaliado mudas cítricas (Boaro, 1986; Rodrigues, 1982; Santos Filho, 1979).

O incremento nas doses de nitrogênio e cálcio não proporcionou resposta positiva para a RAF, o que inibiu o desenvolvimento das mudas, concordando mais uma vez com os resultados de Decarlos Neto et al. (2002), que afirmam que doses excessivas de nitrogênio e cálcio aplicadas ao substrato inibiram o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos.

Níveis elevados de nitrogênio e cálcio nos tratamentos T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca) não resultaram em aumento da área foliar útil para fotossíntese, que foi maior com os menores níveis desses nutrientes, fornecidos pelos tratamentos T1(120N/80Ca), T2(180N/120Ca) e T3(210N/160Ca) e suficientes para garantir pleno desenvolvimento da área foliar, que mantendo adequada atividade fotossintética, contribuiu para a formação de massa seca.

A taxa de crescimento relativo (TCR), reflete o aumento de matéria seca, em gramas, de uma planta, num intervalo de tempo, em função do material vegetal pré-existente e tende a diminuir com o tempo (Benincasa, 2003). No presente estudo, a TCR decresceu com o tempo, e os maiores valores foram apresentados pelas mudas cultivadas nos tratamentos T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca), o que pode, inclusive, indicar adiantamento de desenvolvimento dessas mudas em relação as demais (Fig. 07). Os valores negativos de TCR mostrados pelas mudas submetidas ao T5(400N/300Ca) confirmam tal afirmativa. Contudo, as mudas cultivadas nos tratamentos T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca), com menores taxas de crescimento em relação ao material pré-existente, necessitaram de menor tempo para serem consideradas formadas, com maiores áreas foliares e massas secas. Dessa forma, o desenvolvimento mais rápido das mudas submetidas aos maiores níveis de N e Ca não garantiram melhores condições para a sua formação.

Briggs et al. (1920) afirmam que a TCR é uma medida apropriada para avaliar o crescimento vegetal, dependente da quantidade de material que está sendo acumulado. Os autores referem que a TCR não é constante ao longo do ciclo vegetal, apresentando uma fase de rápido desenvolvimento, seguido de declínio contínuo, sendo esse índice de grande

importância para comparação entre tratamentos. Tal comportamento também foi verificado por Rodrigues (1982) e Boaro (1996).

No presente estudo, a diminuição da TCR, com o desenvolvimento da muda, ocorreu devido entre outros fatores, ao aumento da competição intra-específica por luz, nutrientes e CO₂ dentro da casa de vegetação e também pelo auto-sombreamento. Por outro lado, como a TCR é o produto da TAL pela RAF e a TCR e a TAL das mudas cítricas apresentaram comportamentos semelhantes, pode-se sugerir maior influência da TAL sobre esse índice. Esse comportamento observado para as mudas cítricas, concorda com os encontrados por Gomide e Gomide (1999) que observaram que tanto a TAL como a RAF influenciaram a TCR de plantas de *Panicum maximum*, e também com aquele verificado por Costa et al. (1997), em que a TAL apresentou maior influência na TCR de feijoeiros. Os resultados, no entanto, discordam dos de Poorter (1989), que afirma ser a RAF o principal componente da TCR.

Os valores médios de TCR, em $gg^{-1}dia^{-1}10^{-1}$, para os tratamentos T1(120N/80Ca), T2(180N/120Ca), T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca) foram iguais a 0,88, 0,87, 0,82, 0,93 e 0,93 respectivamente, durante o período de avaliação, indicando pequena variação entre eles.

O peso específico de folhas (PEF), que reflete a espessura da folha (Benincasa, 2003), apresentou variação semelhante nas mudas submetidas a diferentes doses de N e Ca (Fig. 08), o que mostra, uma vez mais, que mesmo os mais baixos níveis de nitrogênio e cálcio fornecidos às plantas foram adequados. Folhas mais espessas, com grande quantidade de carboidratos, poderiam indicar diminuição da translocação e relação com baixo fornecimento de cálcio (Johan, 1957, Gallaher et al. 1976, Millaway & Wiersholm, 1979). No entanto, deve ser ressaltado valores mais elevados até 120DAT em mudas submetidas aos tratamentos T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca), o que pode indicar folhas mais espessas, com maior proporção de massa seca em relação à área foliar das lâminas, comportamento que pode influenciar a produtividade. É possível que, nessas mudas, as folhas mais espessas, até os 120DAT, tenham garantido melhor atividade fotossintética, ou seja, melhores valores de TAL e TCR, o que, no entanto, não garantiu a elas melhor e mais rápida formação.

A razão de massa foliar (RMF) expressa a matéria seca não exportada da folha para o resto da planta e reflete a primeira fase do processo de translocação orgânica (Benincasa, 2003). A RMF das mudas submetidas aos diferentes tratamentos foi semelhante, com discreta diminuição até os 150DAT, apresentando comportamento constante, a seguir, exceto para o tratamento T2(180N/120Ca), com pequena elevação (Fig. 09). Esse comportamento, que pode ser considerado praticamente constante, demonstra que no início as mudas apresentavam

folhas que estavam utilizando a massa seca produzida para seu próprio crescimento, não exportando ou pouco exportando, o material fotossintetizado. Esses resultados concordam com os verificados por Ascêncio e Fargas (1973), que ao estudarem o desenvolvimento de plantas de feijão em solução nutritiva verificaram que a RMF diminuiu na medida que o vegetal desenvolveu-se. Concordam também com as observações de Koller et al. (1970) e Lugg e Sinclair (1980) que afirmam que à medida em que se aproxima a maturação das folhas, há um decréscimo na RMF, decorrente do direcionamento dos compostos fotossintetizados para outras regiões da planta.

As mudas submetidas ao T1(120N/80Ca) apresentaram menores RMF, que se mantiveram constante durante os 270 DAT. Esses resultados indicam que nessas mudas houve maior investimento em folhas, tanto em área foliar como em massa seca (Fig. 01 e 03). Esse comportamento justifica as menores TAL e TCR, devido a provável sombreamento das folhas, anteriormente discutido.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) (Benincasa, 2003), que indica velocidade de crescimento (Benincasa, 2003) das mudas cultivadas com os maiores níveis de N e Ca, atingiu valor máximo antes daquelas cultivadas com os menores (Fig. 10). Uma vez mais, sugere-se desenvolvimento mais rápido das mudas cultivadas com maiores níveis de nutrientes, que, no entanto, não foram as melhores formadas.

A velocidade média de crescimento das mudas durante os 270 dias variou de 0,047 a 0,075 g dia⁻¹, sendo a maior velocidade observada para as mudas submetidas ao tratamento T1 (120N/80Ca) e as menores pelas cultivadas no T3(210N/160Ca) e T5(400N/300Ca). Esses resultados, que indicam que concentrações mais elevadas de nitrogênio e cálcio interferiram no desenvolvimento das mudas, concordam com os registrados por Decarlos Neto et al., (2002) e Grassi Filho (1991).

A distribuição de massa seca para os diferentes órgãos do vegetal está representada nas figuras 11, 12, 13 e completa a avaliação da razão de massa foliar (RMF) e, portanto, do processo de translocação orgânica. Essa variável pode auxiliar a análise do comportamento vegetal em termos de produtividade (Benincasa, 2003), pois indica o direcionamento da massa seca produzida, para os diferentes órgãos.

As mudas cultivadas com variação nas doses de nitrogênio e cálcio, apresentaram em média, para todos os tratamentos avaliados, distribuição de massa seca para caule e para raiz iguais a 35% e para folha, igual a 30%, indicando investimento no crescimento de todos os órgãos. Esses resultados concordam, em parte, com os verificados por Boaventura (2003), com maiores distribuições em ordem decrescente para de raiz, caule e folha.

Deve ser registrado que as mudas cultivadas com o menor nível de N e Ca, T1(120N/80Ca) foram as que mostraram diminuição da distribuição de massa seca para as lâminas foliares mais lenta. Essas mudas portanto, investiram maior massa seca no desenvolvimento de folhas, tanto em área quanto em massa seca de lâminas.

IV - Conclusão

As variações das concentrações de nitrogênio e cálcio interferiram no comportamento dos índices fisiológicos e na produtividade das mudas cítricas.

O nível mais baixo de N e Ca garantiu às mudas maior área foliar, maior massa seca total e de folha e maior velocidade de crescimento.

As doses mais elevadas de N e Ca resultaram em mudas que demandaram maior tempo de formação.

O fornecimento de 120 mg L⁻¹ de nitrogênio e 80mg L⁻¹ de cálcio foram suficientes para o desenvolvimento das mudas, no menor espaço de tempo, ou seja em 210 dias após o transplante.

V – Referências Bibliográficas

ABREU, M.F, ABREU, C.A., BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. III encontro Nacional de Substratos para Plantas. p. 17-28. Campinas, São Paulo. 2002.

ASCÊNCIO, J.; FARGAS, J.E. Analisis del crecimiento del frijoles (*Phaseolus vulgaris* L. var. "Turriaiba-4) cultivado em la solución nutritiva. **Turrialba**, San Jose, v.23, p.420-428, 1973.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal, FUNEP: 1989. 247p.

BERNARDI, A.C.C. et al. Crescimento e lixiviação de nutrientes de porta-enxertos de citros cultivados em vasos em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. In: **6th World Congress of the International society of Citrus Nurserymen**, Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 249-253.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**; noções básicas. 2ªed. Jaboticabal, FUNEP: 2003, 41p.

BOARO, C.S.F., RODRIGUES, J.D., PEDRAS, J.F., RODRIGUES, S.D., DELACHIAVE, M.E.A., ONO, E.O. Avaliação do crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv Carioca) sob diferentes níveis de magnésio. **Biotemas**, v.9, p.15-28, 1996.

BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. Dissertação de mestrado. Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, 2003.

BRIGGS, G.E., KIDD, F., WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Ann. Appl. Biol.**, v.7, p. 202-23, 1920.

BUTTERY, B.R.; BUZZELL, R.I.; Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.52, p.13-20, 1972.

DECARLOS NETO, A., SIQUEIRA, D.L., PEREIRA, P.R.G. Crescimento de porta-enxerto de citros em tubetes, influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p. 199-203, abr. 2002.

ESPOSTI, M.D.D.; SIQUEIRA, D.L. Doses de uréia no crescimento de porta-enxertos de citros produzidos em recipientes. **Ver. Bras. Frutic.**, v.26, n.1, p.136-139, 2004.

GALLAHER, R.N.; BROWN, R.H.; ASHELY, D.A.; JONES JR., J.B. Photosynthesis and CO₂ photosynthate translocations from calcium deficient leaves of crops. **Crop. Science**, Madison, v.16, p.116-119, 1976.

GELMINI, G.A., NOVO, M.C.S.S., NEGRI, J.D. de. **Manejo de plantas daninhas em citrus**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 67p

GRASSI FILHO, H. Níveis de cálcio e boro e suas interações afetando o desenvolvimento do sistema radicular, a composição mineral e o vigor do limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck), em condições controladas. Piracicaba, 1991, 92p. Dissertação de Mestrado. ESALQ – USP.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water method for growing plants without soil**. Berkeley: University of Califórnia, College of agriculture, 1950. p. 32 (circular, 343).

JOHAM, H.E. Carbohydrate distribution as affected by calcium deficiency in cotton. **Plant Physiology**, Bethesda, v.32, p.113-117, 1957.

KOLLER, H.R.; NYQUIST, W.E.; CHORUSH, I.S. Growth analysis of a soybean community. **Crop science**, Madison, v.10, p.407-412, 1970.

KRETSINGER, R.H. Why cells must export calcium. In: F. BRONER (ed.) **Intracellular regulation**. New York: Wiley-Liss, 1990. p.439-57.

KUMURA, A.; NANIWA, I. Studies on dry matter production of soybean plants. I. Ontogenic changes in photosynthesis and respiratory capacity of soybean plant and its parts. **Proceedings of Crop Science Society of Japan**, Tokio, v.33, p.467-472, 1995.

LUGG, D.G.; SINCLAIR, T.R. Seasonal changes in morphology and anatomy of field grown soybean leaves. **Crop Science**, Madison, v.20, p.191-196, 1980.

- MAGALHÃES, A. C. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, Pedagógica e Universitária; EDUSP, v.1, p. 331-50, 1979.
- MATTOS JUNIOR, D., CARVALHO, S.A., PEDROSO, F.G. Fontes e doses de nitrogênio na produção do porta-enxerto limoeiro Cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck) em viveiro telado. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 263-265.
- MAUST, B., E., WILLIAMSON, J.G. Nitrogen nutrition effect on growth of containerized citrus nursery plants. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 104, p.191-195, 1991.
- MILLAWAY, R.M.; WIERSHOLM, L. Calcium and methabolic disorders. **Communications of Soil Science Plant and Análisis**, New Cork, v.10, p. 1-28, 1979.
- MILTHORPE, F.L.; MOOREY, J. **An introduction to crop physiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1974. 201p.
- MOURÃO FILHO, F.A.A., DIAS, C.T.S., SALIBE, A. A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de laranjeira Pêra. **Scientia Agrícola**, v. 55, n.1, p. 35-42, 1998.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33p.
- PORTES, T.A.; CASTRO JR., L.G. Análise de crescimento de plantas: Um programa computacional auxiliar. **Rev. Bras. Fisiol. Vegetal**, Brasília, v.3, p.53-56, 1991.
- POORTER, H. Interspecific variation in relative growth rate: on ecological causes and physiological consequences. In: Lambers, H. et al. Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants. H. ague: Netherlands, p.45-67, 1989.
- RADFORD, P.S. Growth analysis formulas; their use and abuse. **Crop sci.**, v.7, p. 171-175, 1967.
- RODRIGUES, J.D. Análise de crescimento de plantas de soja (*Glycine maxi* L. Merri) submetidas a carências nutricionais. Dissertação de Mestado. Rio Claro, 1982, 165p.Unesp.
- SANTOS FILHO, B.G. et al. Análise de crescimento de duas linhagens de soja (*Glycine max* L. Merrill), em Pelotas. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DA SOJA, 1., 1979, Londrina, **Anais...**Londrina, v.3, p.348-361, 1979.
- WALLACE, D.H.; MUNGER, H.M. Studies of the physiological basis for yeld differences. Growth analysis of six dry bean varieties. **Crop Science**, Madison, v.5, p.343-348, 1965.
- WATSON, D. J., The physiological basis of variation in yields. **Adv. Agron.**, v.4, p.101-45, 1952.

WILSON, G.L.; LUDLOW, M.M. Net photosynthesis rates of tropical grass and legume leaves. In: NORMAN, M.J.T. (Ed.) Int. Grassland Congreso, 11, 1970. Surfers Paradise Queensland. **Proceedings...**Australia: CSIRO. P.534-538, 1970.

WOLEDGE, J. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on photosynthetic capacity of leaves in a grass sward. **Annals of Botany**, 42 (181). p.1085-1089. 1978.

WOLEDGE, J.; LEAFE, E.L. Single leaf and Canopo photosynthesis in a ryegrass sward. **Annals of Botany**. 40 (68). P. 773-783, 1976.

VITÓRIA, D.P., DONADIO, L.C., STUCHI, E.S Influência da adubação nitrogenada no desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro Cravo. In: 6TH WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRUS NURSERYMEN. Ribeirão Preto, Brazil, 2001. p. 271-274.

6 – Figuras

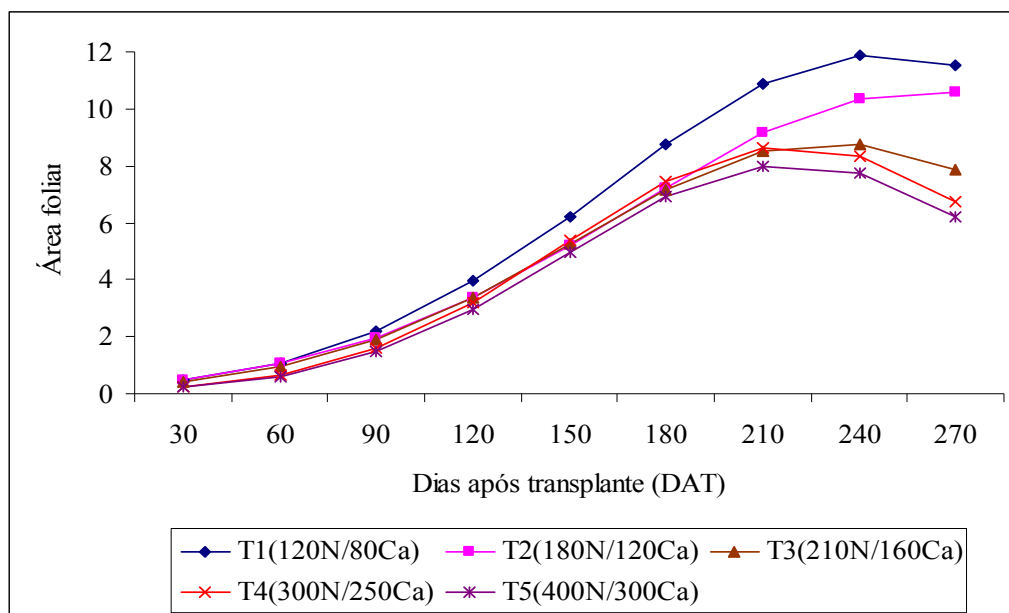


Figura 01. Área foliar (dm^2) de mudas de laranjeira Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

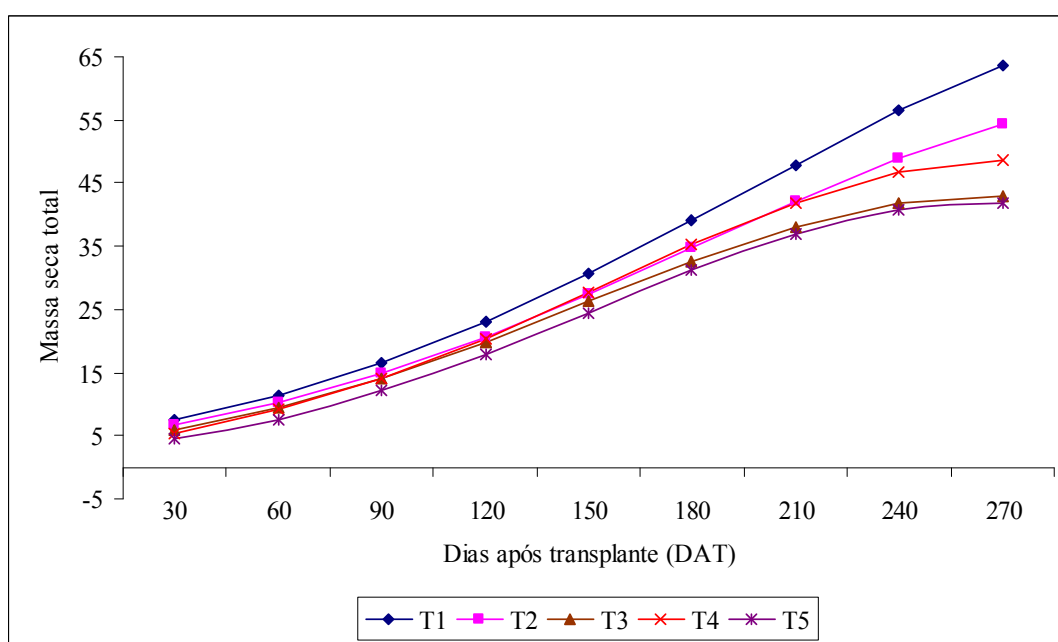


Figura 02 – Massa seca total, em gramas, de mudas de laranjeira Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

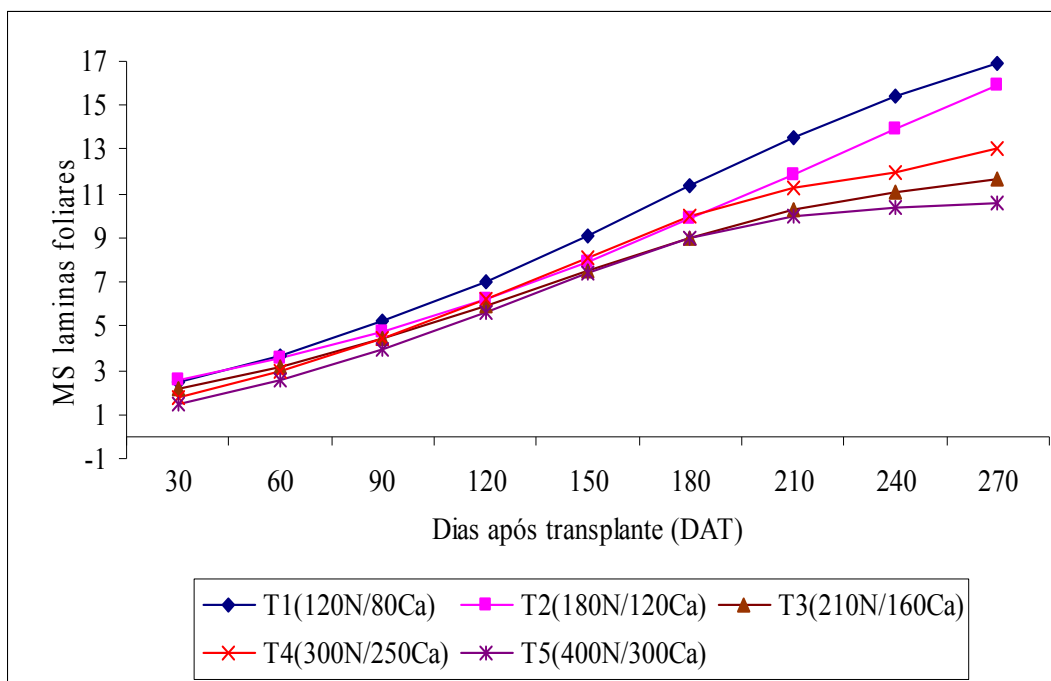


Figura 03. Massa seca de lâminas foliares, em gramas, de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

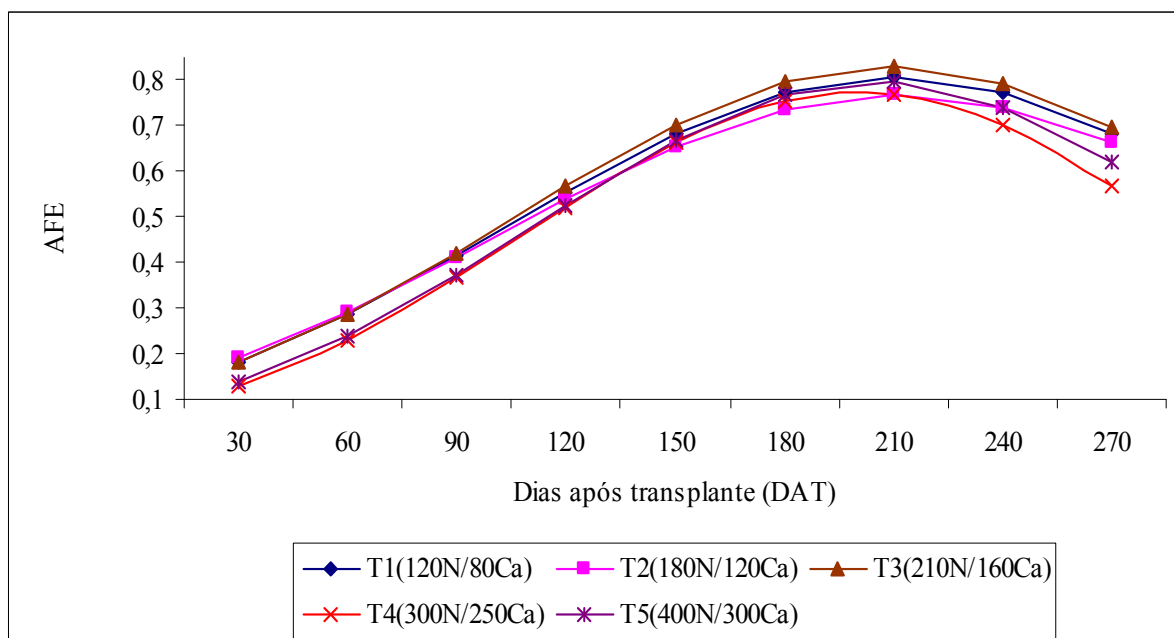


Figura 04. Área foliar específica ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

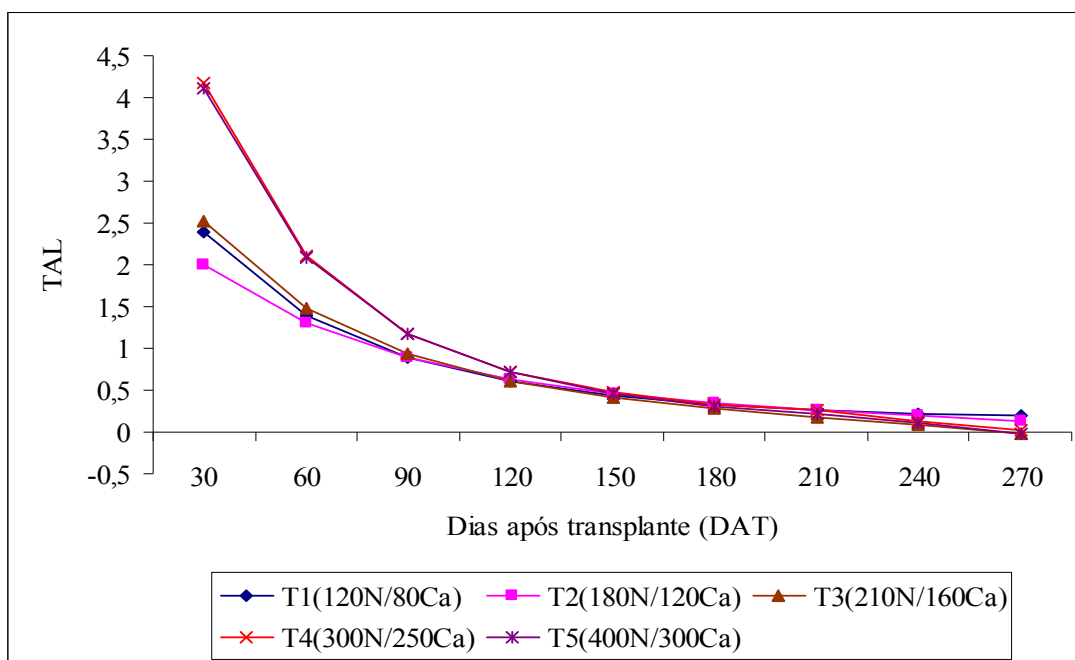


Figura 05 - Taxa assimilatória líquida ($\text{g dm}^{-2}\text{dia}^{-1}10^{-1}$) de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

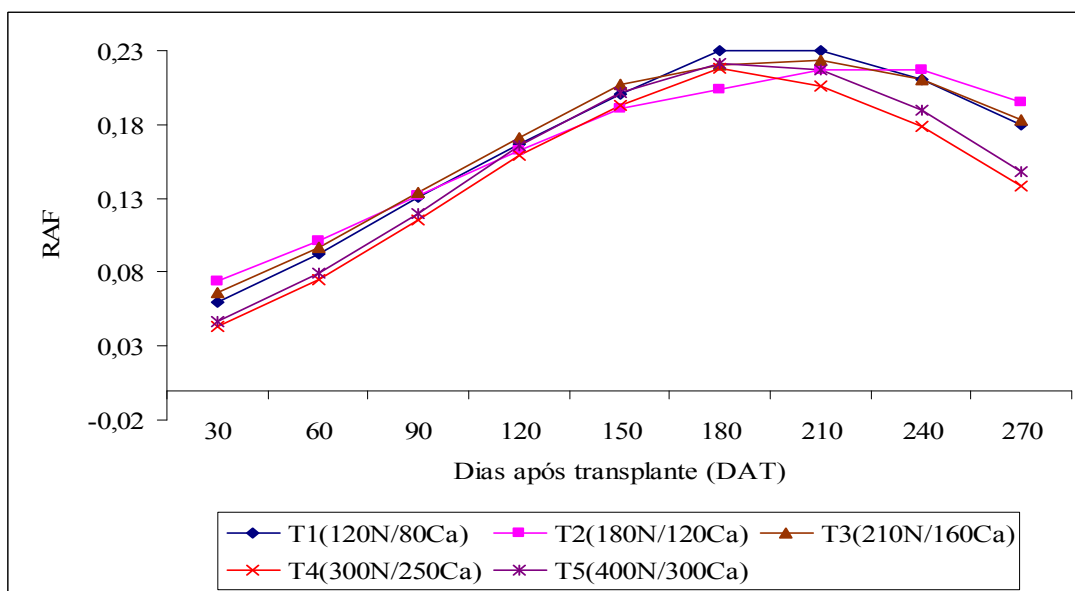


Figura 06 - Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

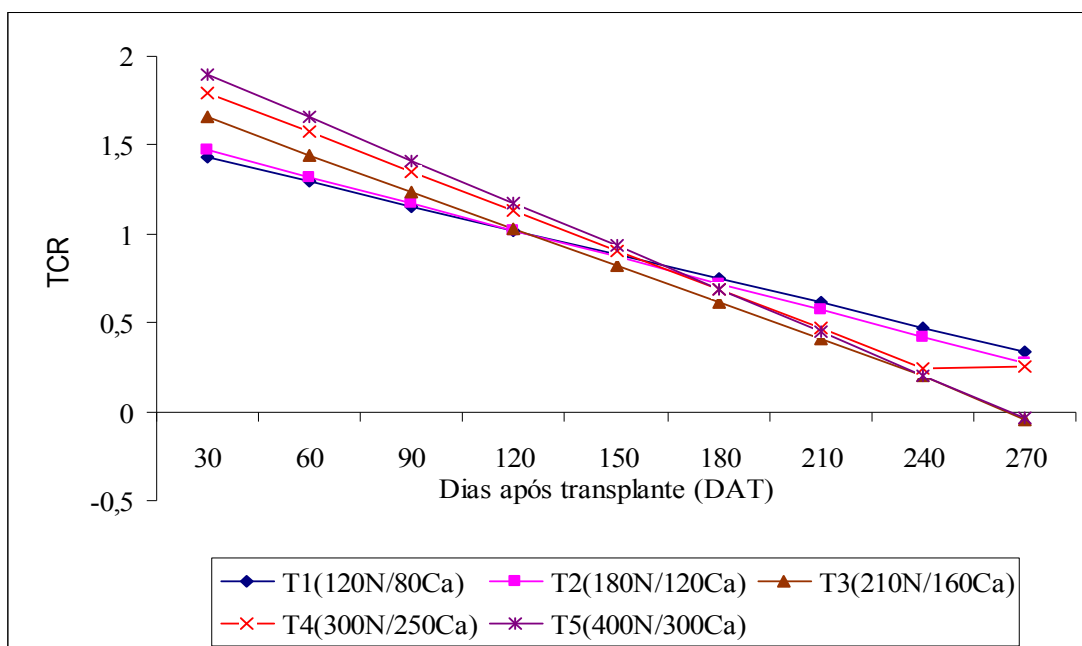


Figura 07 – Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}10^{-1}$) de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

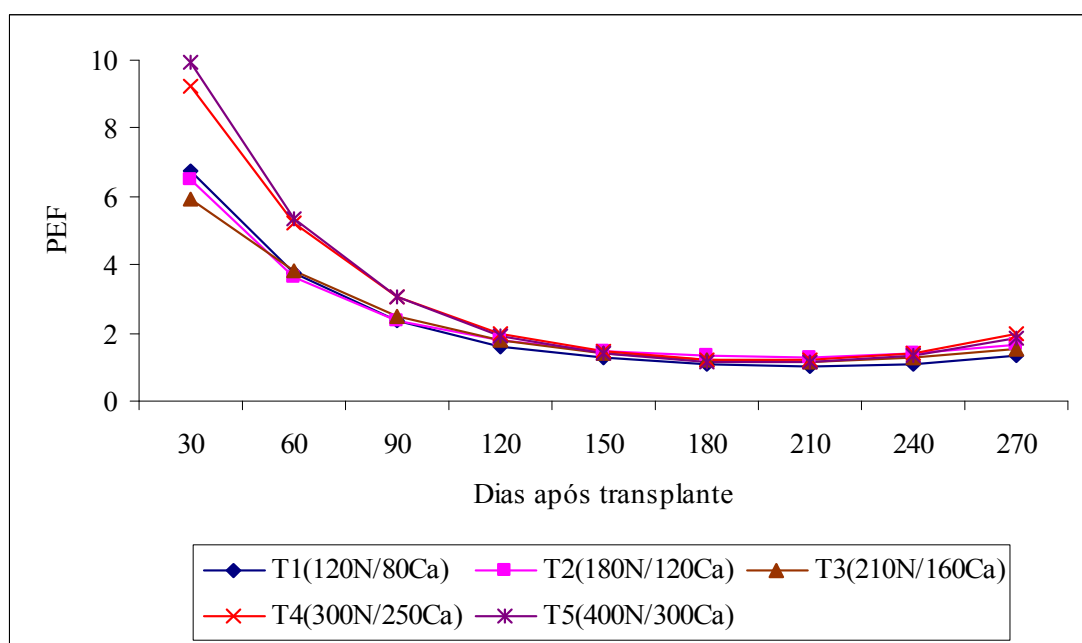


Figura 08 – Peso específico de lâminas foliares (g dm^{-2}) de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

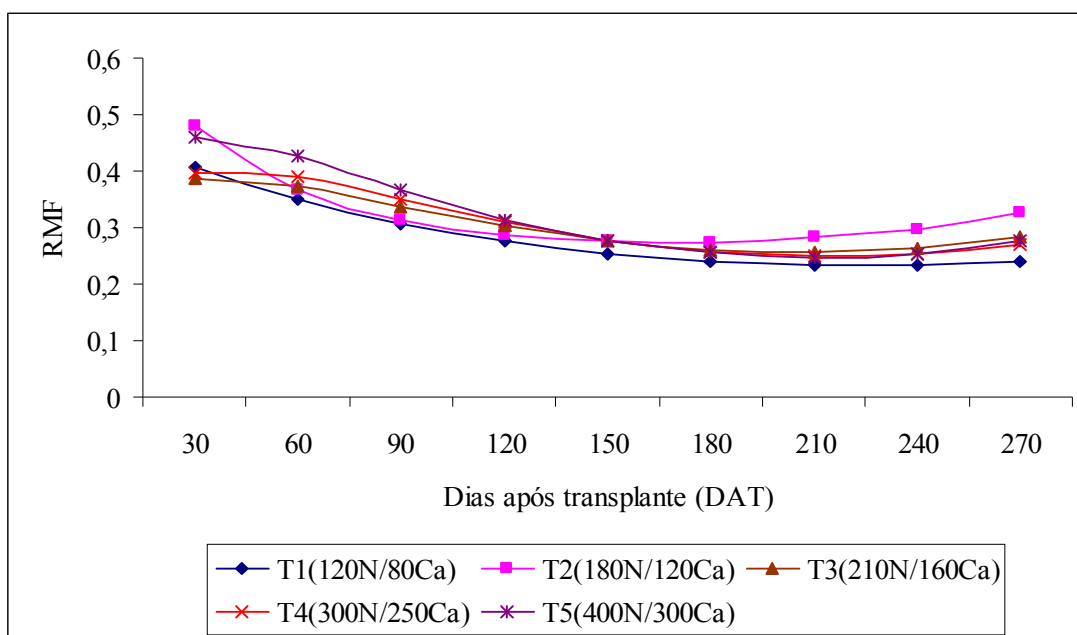


Figura 09 – Razão de massa foliar de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

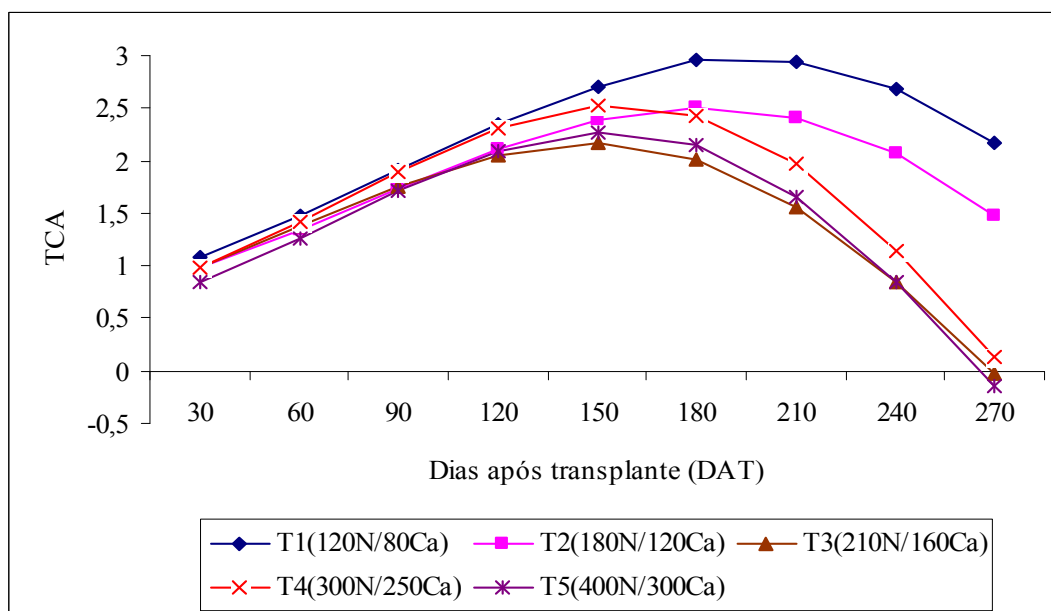


Figura 10 – Taxa de crescimento absoluto (g dia^{-1}) de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

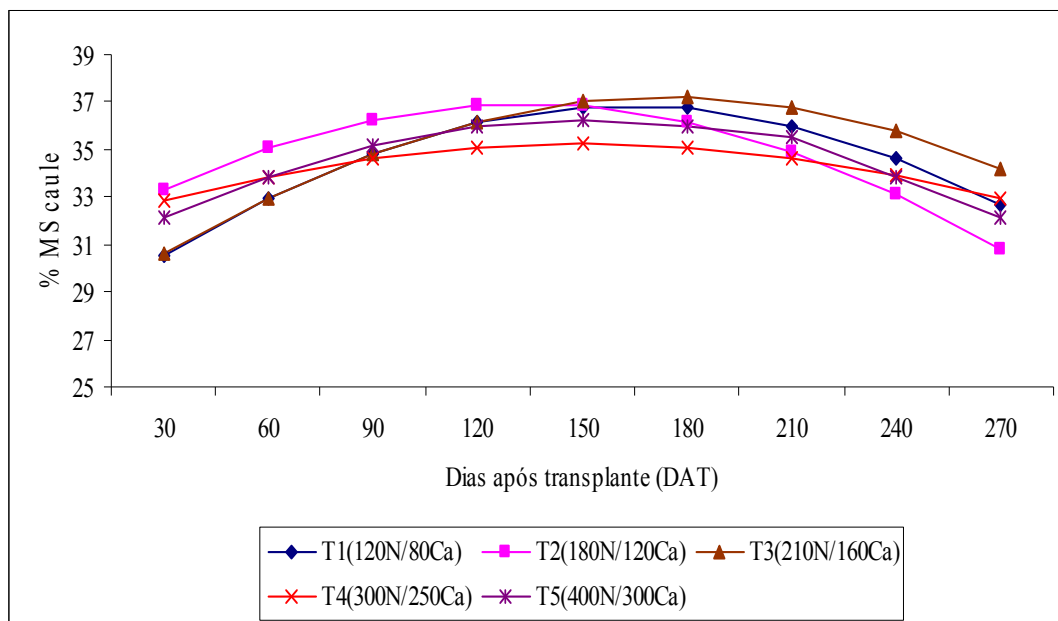


Figura 11 – Massa seca (%) em caule mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

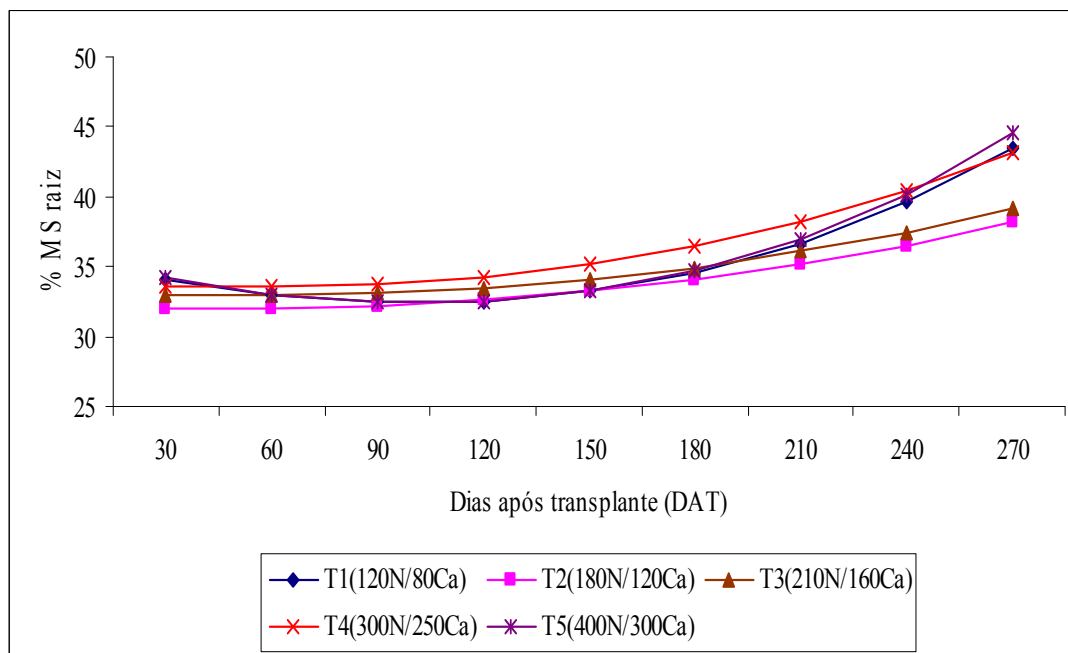
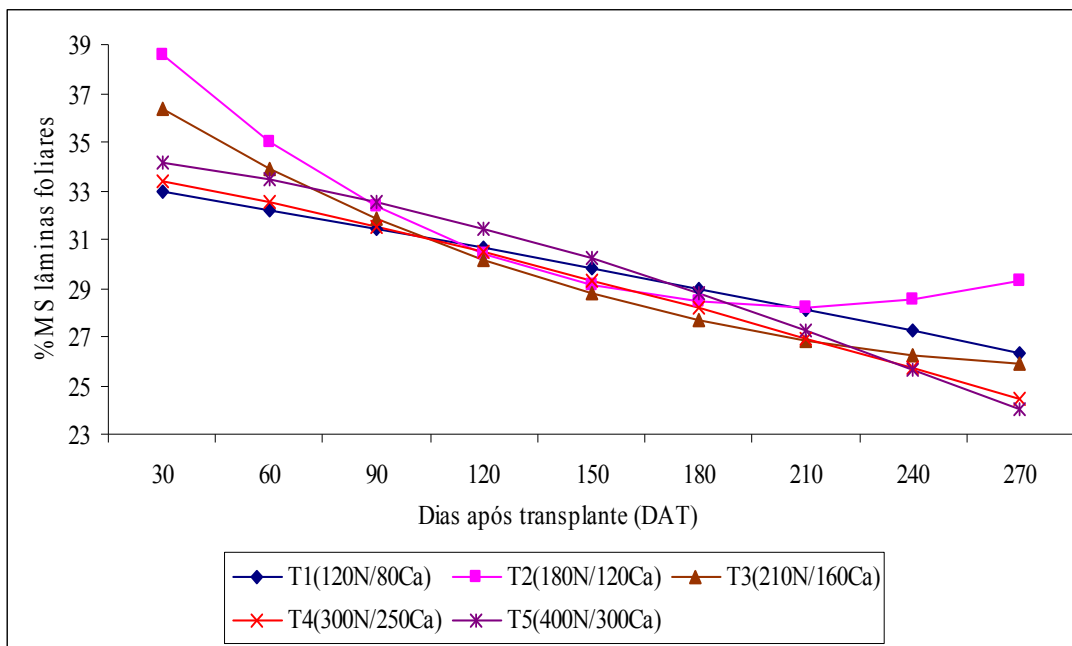


Figura 12 – Massa seca (%) em raízes de mudas de laranja Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados por equação exponencial quadrática.



Figuras 13 – Massa seca (%) de lâminas foliares mudas de laranjeira Valência enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em mg L^{-1} , avaliadas em colheitas sucessivas e mensais, realizadas até 270 dias após o transplante (DAT). Valores ajustados pela equação exponencial quadrática.

III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tempo necessário para a formação de mudas, após o transplante do porta-enxerto, segundo dados do produtor, varia entre 240 e 250 dias. O encerramento desse período, de um modo geral, é indicado por características qualitativas macroscópicas. A diminuição desse período, de grande interesse econômico, pode ocorrer mediante utilização de adequado balanço nutricional, que muitas vezes é realizado de forma empírica pelos produtores.

Os maiores valores de área foliar, número de folhas, altura, massa seca dos diferentes órgãos e total da muda, foram apresentadas pelas mudas submetidas ao tratamento T1(120N/80Ca). Essas mudas apresentaram a partir de 210 DAT maior desenvolvimento, com maiores valores observados dessas variáveis, confirmado também pela observação macroscópica das características qualitativas dessas mudas, sugerindo finalização do seu tempo de formação. No entanto, as mudas submetidas aos tratamentos T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca) nessa mesma época apresentavam menor desenvolvimento.

Aos 270 DAT, quando se encerrou o tempo de formação das mudas, as cultivadas com maiores doses de N e Ca apresentaram, de modo geral, menor desenvolvimento. Comparando-se o desenvolvimento das mudas submetidas ao T3(210N/160Ca), T4(300N/250Ca) e T5(400N/300Ca), aos 270 DAT, com o das mudas cultivadas no tratamento T1(120N/80Ca), aos 210 DAT, observa-se que os valores estão muito próximos, sugerindo, portanto que as maiores doses de N e Ca inibiram o desenvolvimento das mudas, que necessitaram de maior tempo de formação. Esses resultados são concordantes com os vários estudos, apresentados e discutidos nos artigos, revelando que doses elevadas de N e Ca interferem no desenvolvimento de mudas cítricas.

O comportamento observado pela análise dos índices fisiológicos da análise de crescimento revela que as variações das concentrações de nitrogênio e cálcio interferiram no comportamento dos índices fisiológicos e na produtividade das mudas cítricas. As mudas cultivadas no T1(120N/80Ca) maior velocidade de crescimento.

As concentrações foliares médias de N, Ca e K obtidas nas mudas submetidas aos diferentes tratamentos, diferem das sugeridas como adequadas para plantas cítricas. No entanto, as sugeridas como adequadas referem-se para plantas adultas e não para mudas em formação.

A concentração foliar média de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, observadas para mudas de laranjeira Valência e enxertadas em citrumelo Swingle, foi

respectivamente de 32, 2,7, 29, 22, 3,3 e 2,8 g Kg⁻¹. O aumento nas doses de nitrogênio e cálcio, não proporcionou maior concentração foliar de N e Ca.

O acúmulo foliar dos macronutrientes apresentou correlação positiva com o desenvolvimento das mudas e o maior acúmulo foi observado nas mudas submetidas ao T1(120N/80Ca).

Assim, pode-se sugerir, com base nos resultados observados no presente estudo, que as mudas cultivadas no tratamento T1(120N/80Ca), apresentaram tempo de formação igual a 210 dias, ou seja, 30 dias antes do tempo apresentado pelos produtores. Cabe ressaltar, que as concentrações médias de N e Ca empregadas pelos produtores oscilam entre 180 a 220 mg L⁻¹ e de 120 a 200 mg L⁻¹, respectivamente. Essas concentrações estão próximas as utilizadas nos tratamentos T2(180N/120Ca) e T3(210N/160Ca), que proporcionaram desenvolvimento inferior as mudas, quando comparadas as submetidas ao T1(120N/80Ca).

Muitas vezes ocorreram semelhanças de respostas das mudas nutridas com T1(120N/80Ca) e T2(180N/120Ca). Nesses casos, o T1(120N/80Ca) é o tratamento eleito, pois com menor quantidade de nutrientes garantiu o desenvolvimento das mudas e é mais econômico para o produtor. As respostas das mudas submetidas aos outros tratamentos com os maiores níveis de nitrogênio e cálcio, também apresentaram semelhanças.

Com as respostas das mudas submetidas aos menores níveis de N e Ca, iguais a 120 e 80 mg L⁻¹ foram adequadas em área foliar, massa seca dos deferentes órgãos e total, número de folhas, altura das mudas, concentração e acúmulo foliar de macronutrientes e nos índices indicativos do crescimento vegetal, este tratamento deve ser destacado dos demais.

IV - APÊNDICE

Tabela 01. Massa seca de lâminas foliares (g) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	1,72	5,87	6,26	6,62	7,58	10,32	13,46	15,08	18,51
T2 (180N/120Ca)	Média	1,83	5,14	5,72	6,52	6,76	8,48	11,32	14,13	17,54
T3 (210N/160Ca)	Média	1,67	4,32	4,92	6,31	6,44	9,17	9,34	10,12	12,97
T4 (300N/250Ca)	Média	1,16	4,97	5,69	5,93	6,34	8,59	11,92	10,70	13,68
T5 (400N/300Ca)	Média	0,91	4,30	5,69	5,48	5,64	7,38	9,91	9,86	11,88

Tabela 02. Massa seca de caule (g) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	1,80	6,55	6,53	7,25	11,21	12,56	17,04	17,32	22,03
T2 (180N/120Ca)	Média	1,75	3,93	6,41	6,39	9,01	13,40	15,50	15,88	18,65
T3 (210N/160Ca)	Média	1,39	4,28	5,97	6,39	9,30	12,43	12,40	14,12	16,81
T4 (300N/250Ca)	Média	1,20	4,90	6,36	6,17	8,65	11,36	13,38	15,70	18,20
T5 (400N/300Ca)	Média	0,81	4,95	5,69	5,97	7,43	8,72	12,25	12,99	16,43

Tabela 03. Massa seca de raiz (g) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	1,81	6,09	6,45	6,41	7,82	13,34	18,36	23,05	27,73
T2 (180N/120Ca)	Média	1,65	4,63	5,22	6,49	6,54	13,87	16,17	15,19	22,65
T3 (210N/160Ca)	Média	1,36	4,89	5,62	6,42	6,38	12,52	13,45	14,08	19,21
T4 (300N/250Ca)	Média	1,37	4,52	5,74	6,38	6,33	14,83	17,24	18,02	21,47
T5 (400N/300Ca)	Média	0,95	4,69	4,64	5,34	5,66	10,96	14,38	16,35	19,76

Tabela 04. Massa seca total (g) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	5,34	18,51	19,24	20,29	26,61	36,22	48,86	55,45	68,27
T2 (180N/120Ca)	Média	5,23	13,69	17,35	19,40	22,31	35,75	42,98	45,20	58,85
T3 (210N/160Ca)	Média	4,41	13,48	16,51	19,12	22,12	34,13	35,18	38,32	48,98
T4 (300N/250Ca)	Média	3,74	14,39	17,79	18,48	21,33	34,78	42,54	44,42	53,36
T5 (400N/300Ca)	Média	2,67	13,94	16,01	16,79	18,73	27,06	36,55	39,19	48,07

Tabela 05. Altura (cm) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	17	29	41	104	53	73	78	89	104
T2 (180N/120Ca)	Média	17	26	43	99	43	72	86	93	105
T3 (210N/160Ca)	Média	15	27	36	97	38	67	74	81	85
T4 (300N/250Ca)	Média	15	20	33	96	47	65	71	77	93
T5 (400N/300Ca)	Média	15	17	30	88	44	64	70	70	89

Tabela 06. Número de folhas de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	13	17	24	49	18	26	32	45	55
T2 (180N/120Ca)	Média	11	15	24	42	13	19	24	46	54
T3 (210N/160Ca)	Média	12	15	22	47	15	16	31	38	43
T4 (300N/250Ca)	Média	8	11	21	41	17	19	26	33	37
T5 (400N/300Ca)	Média	10	21	40	15	16	24	31	35	37

Tabela 07. Área foliar (dm^2) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Repetição	Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	Média	0,46	0,93	1,89	6,27	7,24	7,08	7,55	11,73	13,92
T2 (180N/120Ca)	Média	0,44	0,97	2,07	6,18	4,07	6,36	6,55	11,44	12,13
T3 (210N/160Ca)	Média	0,34	0,93	1,78	6,49	4,67	5,23	7,37	7,99	9,83
T4 (300N/250Ca)	Média	0,24	0,55	1,33	5,81	6,75	5,48	6,61	7,43	8,54
T5 (400N/300Ca)	Média	0,22	0,49	1,18	5,53	6,21	5,04	5,88	7,01	7,91

Tabela 08. Área foliar específica ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,18	0,29	0,41	0,55	0,68	0,77	0,81	0,77	0,68
T2 (180N/120Ca)	0,19	0,29	0,41	0,54	0,65	0,74	0,77	0,74	0,66
T3 (210N/160Ca)	0,18	0,29	0,42	0,57	0,70	0,80	0,83	0,79	0,70
T4 (300N/250Ca)	0,13	0,23	0,37	0,52	0,66	0,76	0,77	0,70	0,57
T5 (400N/300Ca)	0,14	0,24	0,37	0,53	0,67	0,77	0,80	0,74	0,62

Tabela 09. Taxa assimilatória líquida ($\text{g dm}^2 \text{dia}^{-1} 10^{-1}$) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	2,383	1,402	0,886	0,601	0,435	0,334	0,270	0,225	0,187
T2 (180N/120Ca)	2,007	1,300	0,881	0,623	0,456	0,345	0,264	0,199	0,139
T3 (210N/160Ca)	2,519	1,488	0,928	0,607	0,411	0,281	0,184	0,096	-0,027
T4 (300N/250Ca)	4,169	2,112	1,176	0,716	0,470	0,325	0,269	0,138	0,018
T5 (400N/300Ca)	4,100	2,093	1,170	0,709	0,461	0,312	0,207	0,109	-0,023

Tabela 10. Razão de massa foliar (g g^{-1}) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,226	0,512	0,378	0,288	0,248	0,264	0,281	0,267	0,290
T2 (180N/120Ca)	0,274	0,504	0,387	0,317	0,247	0,244	0,269	0,289	0,323
T3 (210N/160Ca)	0,281	0,457	0,348	0,317	0,245	0,281	0,245	0,242	0,301
T4 (300N/250Ca)	0,213	0,548	0,405	0,290	0,229	0,244	0,284	0,229	0,281
T5 (400N/300Ca)	0,203	0,565	0,471	0,308	0,231	0,237	0,268	0,242	0,284

Tabela 11. Taxa de crescimento absoluto (g dia^{-1}) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	1,09	1,484	1,918	2,347	2,707	2,955	2,934	2,685	2,164
T2 (180N/120Ca)	0,985	1,345	1,734	2,101	2,381	2,503	2,407	2,061	1,473
T3 (210N/160Ca)	0,983	1,37	1,756	2,056	2,171	2,018	1,563	0,847	-0,02
T4 (300N/250Ca)	0,981	1,426	1,902	2,31	2,524	2,43	1,962	1,151	0,123
T5 (400N/300Ca)	0,8477	1,264	1,709	2,09	2,276	2,151	1,659	0,846	-0,14

Tabela 12. Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,06	0,09	0,13	0,17	0,20	0,22	0,23	0,21	0,18
T2 (180N/120Ca)	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,22	0,21	0,20
T3 (210N/160Ca)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,22	0,22	0,21	0,18
T4 (300N/250Ca)	0,04	0,07	0,12	0,16	0,19	0,21	0,21	0,18	0,14
T5 (400N/300Ca)	0,05	0,08	0,12	0,17	0,20	0,22	0,22	0,19	0,15

Tabela 13. Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}10^{-12}$) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	1,43	1,29	1,16	1,02	0,89	0,75	0,61	0,48	0,34
T2 (180N/120Ca)	1,47	1,32	1,17	1,02	0,87	0,72	0,57	0,42	0,27
T3 (210N/200Ca)	1,66	1,45	1,24	1,03	0,83	0,62	0,41	0,20	-0,049
T4 (300N/250Ca)	1,80	1,57	1,35	1,13	0,91	0,69	0,47	0,25	0,25
T5 (400N/300Ca)	1,90	1,66	1,42	1,17	0,93	0,69	0,45	0,21	-0,034

Tabela 14. Peso específico de folha (g dm^{-2}) de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	6,78	3,78	2,34	1,60	1,25	1,07	1,03	1,10	1,33
T2 (180N/120Ca)	6,52	3,62	2,36	1,75	1,45	1,32	1,30	1,41	1,67
T3 (210N/200Ca)	5,89	3,85	2,51	1,78	1,37	1,18	1,15	1,25	1,55
T4 (300N/250Ca)	9,24	5,25	3,04	1,95	1,43	1,21	1,21	1,41	1,96
T5 (400N/300Ca)	9,92	5,38	3,03	1,90	1,37	1,16	1,14	1,34	1,85

Tabela 15. Acúmulo foliar de nitrogênio (g g folha^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,061	0,192	0,200	0,227	0,258	0,356	0,451	0,535	0,615
T2 (180N/120Ca)	0,063	0,169	0,185	0,230	0,226	0,279	0,404	0,475	0,574
T3 (210N/160Ca)	0,048	0,139	0,156	0,204	0,191	0,289	0,319	0,334	0,395
T4 (300N/250Ca)	0,033	0,148	0,177	0,182	0,193	0,268	0,376	0,355	0,404
T5 (400N/300Ca)	0,026	0,122	0,169	0,170	0,157	0,218	0,283	0,296	0,350

Tabela 16. Acúmulo foliar de fósforo (g g olha⁻¹), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,053	0,169	0,199	0,217	0,241	0,312	0,369	0,421	0,467
T2 (180N/120Ca)	0,050	0,152	0,164	0,185	0,190	0,258	0,326	0,416	0,553
T3 (210N/160Ca)	0,050	0,129	0,152	0,189	0,184	0,264	0,251	0,264	0,347
T4 (300N/250Ca)	0,035	0,152	0,168	0,178	0,183	0,244	0,311	0,305	0,387
T5 (400N/300Ca)	0,026	0,122	0,164	0,152	0,168	0,227	0,283	0,281	0,362

Tabela 17. Acúmulo foliar de potássio (g g folha⁻¹), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,053	0,169	0,199	0,217	0,241	0,312	0,369	0,421	0,467
T2 (180N/120Ca)	0,050	0,152	0,164	0,185	0,190	0,258	0,326	0,416	0,553
T3 (210N/160Ca)	0,050	0,129	0,152	0,189	0,184	0,264	0,251	0,264	0,347
T4 (300N/250Ca)	0,035	0,152	0,168	0,178	0,183	0,244	0,311	0,305	0,387
T5 (400N/300Ca)	0,026	0,122	0,164	0,152	0,168	0,227	0,283	0,281	0,362

Tabela 18. Acúmulo foliar de cálcio (g g folha⁻¹), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,039	0,123	0,119	0,161	0,167	0,253	0,352	0,386	0,495
T2 (180N/120Ca)	0,044	0,124	0,126	0,153	0,122	0,218	0,294	0,335	0,478
T3 (210N/160Ca)	0,040	0,066	0,090	0,143	0,098	0,205	0,239	0,249	0,266
T4 (300N/250Ca)	0,026	0,069	0,116	0,111	0,095	0,171	0,245	0,227	0,318
T5 (400N/300Ca)	0,019	0,083	0,115	0,097	0,121	0,168	0,181	0,202	0,243

Tabela 19. Acúmulo foliar de magnésio (g g folha^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,006	0,021	0,021	0,020	0,024	0,037	0,043	0,054	0,068
T2 (180N/120Ca)	0,006	0,018	0,019	0,021	0,025	0,037	0,039	0,048	0,061
T3 (210N/160Ca)	0,006	0,015	0,017	0,027	0,025	0,034	0,034	0,037	0,044
T4 (300N/250Ca)	0,004	0,016	0,018	0,018	0,023	0,030	0,040	0,038	0,044
T5 (400N/300Ca)	0,003	0,015	0,020	0,019	0,018	0,023	0,028	0,030	0,038

Tabela 20. Acúmulo foliar de enxofre (g g folha^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	0,006	0,016	0,017	0,019	0,022	0,031	0,037	0,048	0,057
T2 (180N/120Ca)	0,005	0,015	0,017	0,017	0,018	0,024	0,030	0,048	0,059
T3 (210N/160Ca)	0,006	0,013	0,013	0,015	0,016	0,028	0,029	0,030	0,037
T4 (300N/250Ca)	0,003	0,014	0,017	0,016	0,018	0,024	0,035	0,033	0,045
T5 (400N/300Ca)	0,002	0,012	0,015	0,015	0,015	0,024	0,030	0,030	0,036

Tabela 21. Concentração foliar de nitrogênio (g Kg^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	36	33	32	34	34	35	34	36	33
T2 (180N/120Ca)	34	33	32	35	33	33	36	34	33
T3 (210N/200Ca)	29	32	32	32	30	32	34	33	31
T4 (300N/250Ca)	29	30	31	31	30	31	32	33	30
T5 (400N/300Ca)	29	29	30	31	28	30	29	30	30

Tabela 22. Concentração foliar de fósforo (g Kg^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	2,5	2,7	3,2	2,7	2,9	2,6	2,5	2,5	2,6
T2 (180N/120Ca)	2,6	2,9	3,0	2,7	3,2	2,6	2,6	2,8	3,0
T3 (210N/200Ca)	2,6	3,1	2,8	2,7	3,2	2,5	2,6	2,6	2,7
T4 (300N/250Ca)	2,7	3,1	2,8	2,5	2,9	2,7	2,5	2,6	2,6
T5 (400N/300Ca)	2,7	2,7	2,5	2,5	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4

Tabela 23. Concentração foliar de potássio (g Kg^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	31	29	32	33	32	30	27	28	25
T2 (180N/120Ca)	27	30	29	28	28	30	29	29	32
T3 (210N/200Ca)	30	30	31	30	29	29	27	26	27
T4 (300N/250Ca)	30	31	29	30	29	28	26	29	28
T5 (400N/300Ca)	28	29	29	28	30	31	29	29	31

Tabela 24. Concentração foliar de cálcio (g Kg^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	23	21	19	24	22	25	26	25	26
T2 (180N/120Ca)	24	24	22	23	18	26	25	24	27
T3 (210N/200Ca)	24	15	18	22	15	22	25	25	20
T4 (300N/250Ca)	22	14	20	19	15	20	21	21	23
T5 (400N/300Ca)	21	19	20	17	21	23	18	21	20

Tabela 25. Concentração foliar de magnésio (g Kg^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	3,7	3,5	3,4	3,1	3,2	3,6	3,2	3,6	3,7
T2 (180N/120Ca)	3,1	3,6	3,4	3,2	3,7	4,4	3,5	3,4	3,5
T3 (210N/200Ca)	3,5	3,6	3,4	4,3	3,9	3,7	3,6	3,7	3,0
T4 (300N/250Ca)	3,3	3,3	3,2	3,1	3,6	3,5	3,3	3,5	3,2
T5 (400N/300Ca)	3,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9	3,0	3,2

Tabela 26. Concentração foliar de magnésio (g Kg^{-1}), de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de cinco repetições.

Tratamento	Dias após transplante (DAT)								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	3,4	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	2,7	3,2	3,1
T2 (180N/120Ca)	2,7	3,0	3,0	2,6	2,7	2,8	2,6	3,4	3,4
T3 (210N/200Ca)	3,4	3,0	2,7	2,4	2,5	3,1	3,1	3,0	2,9
T4 (300N/250Ca)	2,3	2,9	3,0	2,7	2,8	2,8	2,9	3,1	3,3
T4 (400N/300Ca)	2,6	2,8	2,6	2,7	2,7	3,2	3,1	3,0	3,1

Tabela 27. Distribuição de massa seca (%), de caule, raiz e lâminas foliares de mudas de laranjeira valência, enxertadas em citrumelo Swingle, cultivadas com diferentes doses de nitrogênio e cálcio, em colheitas mensais até 270 dias após transplante (DAT). Média de duas plantas por parcela.

Tratamento		Dias após transplante (DAT)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
T1 (120N/80Ca)	% MS Caule	34	35	34	36	42	35	35	31	32
	% MS Raiz	34	33	34	32	29	37	38	42	41
	% MS LF*	32	32	33	33	28	28	28	27	27
	MS Total (g)	5,34	18,51	19,24	20,29	26,61	36,22	48,85	55,45	68,27
T2 (180N/120Ca)	% MS Caule	33	29	37	33	40	37	36	35	32
	% MS Raiz	32	34	30	33	29	39	38	34	38
	% MS LF*	35	38	33	34	30	24	26	31	30
	MS Total (g)	5,23	13,70	17,35	19,40	22,31	35,75	42,98	45,20	58,84
T3 (210N/160Ca)	% MS Caule	31	32	36	33	42	36	35	37	34
	% MS Raiz	31	36	34	34	29	37	38	37	39
	% MS LF*	38	32	30	33	29	27	27	26	26
	MS Total (g)	4,41	13,48	16,51	19,11	22,12	34,13	35,18	38,32	48,98
T4 (300N/250Ca)	% MS Caule	32	34	36	33	41	33	31	35	34
	% MS Raiz	37	31	32	35	30	43	41	41	40
	% MS LF*	31	35	32	32	30	25	28	24	26
	MS Total (g)	3,73	14,39	17,80	18,48	21,32	34,78	42,54	44,42	53,36
T5 (400N/300Ca)	% MS Caule	30	36	36	36	40	32	34	33	34
	% MS Raiz	36	34	29	32	30	40	39	42	41
	% MS LF*	34	31	36	33	30	27	27	25	25
	MS Total (g)	2,67	13,94	16,01	16,79	18,73	27,06	36,55	39,19	48,07

*LF = lâminas foliares, MS = massa seca