

MARLON DUTRA DEGLI ESPOSTI

ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO NITROGENADA DE PORTA-ENXERTOS DE  
CITROS PRODUZIDOS EM CITROVASOS

ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO NITROGENADA DE PORTA-ENXERTOS DE  
CITROS PRODUZIDOS EM CITROVASOS

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Fitotecnia, para  
obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

ABRIL – 2000

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

E77a  
2000

Esposti, Marlon Dutra Degli, 1974-  
Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de  
citros produzidos em citrovasos / Marlon Dutra Degli  
Esposti. – Viçosa : UFV, 2000.  
96p. : il.

Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa, 1999

1. Citros - Porta-enxertos - Nutrição. 2. Citros - Porta-  
-enxertos - Adubação nitrogenada. 3. Citros - Mudas -  
Recipientes. 4. Citros - Porta-enxertos - Recipientes.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 634.3

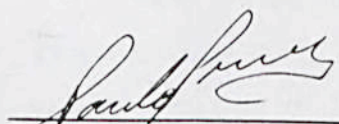
CDD 20.ed. 634.3

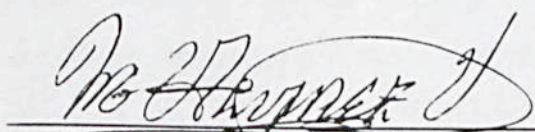
MARLON DUTRA DEGLI ESPOSTI

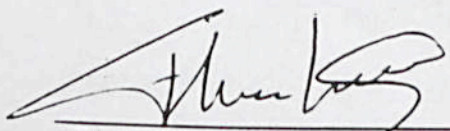
ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO NITROGENADA DE PORTA-ENXERTOS DE  
CITROS PRODUZIDOS EM CITROVASOS

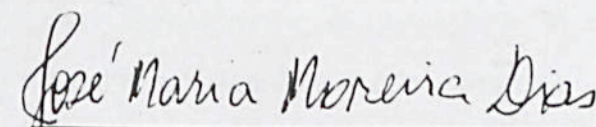
Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Fitotecnia, para  
obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

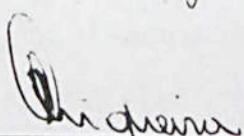
APROVADA: 16 de agosto de 1999.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Paulo Roberto Gomes Pereira  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Victor Hugo Alvarez V.  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Flávio Alencar D'Araújo Couto

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Maria Moreira Dias

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dalmo Lopes de Siqueira  
(Orientador)

## AGRADECIMENTO

A Deus.

Aos meus pais Francisco e Iracy.

Aos meus irmãos Marcia, Marli, Marilza, Marcio e Marcione.

À minha adorável esposa Viriane.

Ao meu sogro Valmir e à minha sogra Maria Thereza.

Ao meu querido avô Guilherme (*in memoriam*).

Ao professor Dalmiro Lopes de Siqueira, pelo apoio, pela amizade, pela dedicação e orientação e pelo grande estímulo à realização deste trabalho.

Aos professores conselheiros Paulo Roberto Gomes Pereira, Victor Hugo Alvarez V. e Luiz Carlos Chamhum Salomão, pelas críticas e sugestões e pela amizade.

Aos professores Fernando, Paulo Mosquim, Marco Aurélio, Flávio Alencar D'Araujo Couto, Alice, Cláudio Horst Bruckner, Paulo Roberto Gomes Pereira, Roberto Ferreira de Novaes, Luiz Carlos Chamhum Salomão e Victor Hugo Alvarez V., pelos ensinamentos transmitidos nas disciplinas cursadas.

Aos funcionários da Fruticultura Santa, José Roberto, Ernesto, Cinira, Timoteu e em especial ao senhor Antônio Lisboa, pela colaboração.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia Mara, Vicente, Domingos e Renar, pelo apoio e pela amizade.



Aos professores do Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) Ruimário Inácio Coelho, Dirceu Pratissoli, Rosemberg Bragança, Horlandezan Nippes Bragança, Paulo César, Francisco Brandão Torres, José Carlos Lopes, Afrânio Ferreira e, em especial, ao professor e amigo José Eduardo Macedo Pezzopane, pela colaboração.

Aos funcionários do Centro Agropecuário da UFES Fatinha, Maria Cândida, Ana Amélia, Delmir Vargas e, em especial, ao amigo Helbert Ramanholi, pela amizade.

Aos amigos Raunira, Mairon, André, Fabiano, José Roberto, Chico, Valdir, Lucas, Niltinho, Fábio Pires, Luiz Manoel, Aline, Tadeu, Alessandro Vieira, Beth, Leila, Rejane, Cláudia Abiko e João Carneiro, pelos momentos bons que passamos juntos.

Aos meus pais Francisco Degli Esposti e Iracy Dutra Degli Esposti, pela educação e, principalmente, pelo amor dedicado.

À minha esposa Viriane Aparecida Pigatti Degli Esposti, pelo amor, pela compreensão e pelo apoio.

Ao meu avô Guilherme Degli Esposti, que se foi, mas que, com certeza, está dentro do meu coração e no de todos os meus familiares.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

	Página
EXTRA MARLON DUTRA DEGLI ESPOSTI, filho de Francisco Degli Esposti e Iracy Dutra Degli Esposti, nasceu em Bom Jesus do Itabapoana, Estado do Rio de Janeiro, no dia 12 de junho de 1974. ....	1
CAPITULO Em agosto de 1997, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre, ES. ....	4
ENXERTO Nesse mesmo ano, ingressou no Curso de Mestrado em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em 16 de agosto de 1999. ....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
3.1. Características de crescimento dos porta-enxertos .....	16
3.2. Efeitos das doses de N sobre as características de crescimento dos porta-enxertos no momento da enxertia .....	24
3.3. Teores foliares de nutrientes dos diferentes porta-enxertos avaliados no momento da enxertia .....	27
3.4. Efeitos das doses de N sobre os teores de nutrientes na matéria seca total dos diferentes porta-enxertos no momento da enxertia .....	32
4. CONCLUSÕES .....	45

	Página
CAPÍTULO 2 .....	47
AVALIAÇÃO DA NUTRIÇÃO NITROGENADA DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS, UTILIZANDO-SE OS TEORES DE CLOROFILA NA FOLHA .....	47
1. INTRODUÇÃO .....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
3.1. Leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e teores foliares de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos avaliados no momento da enxertia .....	52
3.2. Efeitos das doses de N sobre as leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e os teores foliares de clorofila	Página
EXTRATO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO 1 .....	4
CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS, PRODUZIDOS EM CITROVASOS, INFLUENCIADOS POR DOSES DE N .....	4
1. INTRODUÇÃO .....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
3.1. Características de crescimento dos porta-enxertos .....	16
3.2. Efeitos das doses de N sobre as características de crescimento dos porta-enxertos no momento da enxertia .....	24
3.3. Teores foliares de nutrientes dos diferentes porta-enxertos avaliados no momento da enxertia .....	27
3.4. Efeitos das doses de N sobre os teores de nutrientes na matéria seca total dos diferentes porta-enxertos no momento da enxertia .....	32
4. CONCLUSÕES .....	45

## CONTEÚDO

	Página
CAPÍTULO 2 .....	47
AVALIAÇÃO DA NUTRIÇÃO NITROGENADA DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS, UTILIZANDO-SE OS TEORES DE CLOROFILA NA FOLHA .....	47
1. INTRODUÇÃO .....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
3.1. Leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e teores foliares de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos avaliados no momento da enxertia .....	52
3.2. Efeitos das doses de N sobre as leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e os teores foliares de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos no momento da enxertia .....	55
3.3. Correlações entre as leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e os teores foliares de clorofila total (a + b) com as características de crescimento e teores de N-total, N-orgânico e N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> no momento da enxertia .....	60
3.4. Estimativa dos teores de clorofila total, amônio, nitrato e nitrogênio total nas folhas dos diferentes porta-enxertos cítricos a partir das leituras SPAD .....	69
4. CONCLUSÕES .....	73
RESUMO E CONCLUSÕES .....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
APÊNDICE .....	89

maiores alturas e o maior diâmetro do caule, chegando primeiro ao ponto de enxertia, sendo, portanto, considerados mais vigorosos que as tangerineiras nesse sistema de cultivo. Os limoeiros apresentaram menores exigências de N que as tangerineiras, visto que as doses de N ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) que proporcionaram o máximo incremento da altura foram de 453  $\text{mg}/\text{dm}^3$  para o limoeiro 'Cravo', 431 para o 'Volkameriano', 624 para a tangerineira 'Cleópatra' e 610 para a 'Sunki'. O máximo diâmetro foi alcançado com as doses de 455, 433, 543 e 546  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , respectivamente para os limoeiros 'Cravo', 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. A adição de N na forma de uréia ao substrato de cultivo influenciou as folhas foliares de todos os nutrientes estudados nos ramos porta-enxertos de citros. Observaram-se nos limoeiros, acréscimos nos teores de N-orgânico, N- $\text{NO}_3$  e N-total, decréscimo de K e alguns teores de Mn e Fe. Os teores de P, Ca, Mg, S, Cu e Zn

## EXTRATO

ESPOSTI, Marlon Dutra Degli, M. S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2000. **Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovasos**. Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Conselheiros: Paulo Roberto Gomes Pereira, Luiz Carlos Chamhum Salomão e Victor Hugo Alvarez V.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. e Pasq.), tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) e tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), cultivados em citrovasos com capacidade para 3  $\text{dm}^3$  de substrato, em casa de vegetação. Foram adicionadas ao substrato as doses de N de 0, 158, 316, 474 e 632  $\text{mg}/\text{dm}^3$  para os limoeiros e de 0, 193, 386, 579 e 772  $\text{mg}/\text{dm}^3$  para as tangerineiras, sendo estas parceladas em 20 aplicações de uréia para os limoeiros e 24 para as tangerineiras, durante o período experimental. Utilizou-se o esquema fatorial (4 x 5), num delineamento em blocos casualizados, com três repetições. A unidade experimental foi composta por quatro citrovasos com uma planta em cada. O crescimento dos porta-enxertos diferiu com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo. A tangerineira 'Sunki' apresentou maior número de folhas, área foliar e peso da matéria seca de folhas e raiz. Os limoeiros exibiram, durante o período experimental, as

maiores alturas e o maior diâmetro do caule, chegando primeiro ao ponto de enxertia, sendo, portanto, considerados mais vigorosos que as tangerineiras nesse sistema de cultivo. Os limoeiros apresentaram menores exigências de N que as tangerineiras, visto que as doses de N ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) que proporcionaram o máximo incremento de altura foram de  $453 \text{ mg}/\text{dm}^3$  para o limoeiro 'Cravo',  $431$  para o 'Volkameriano',  $624$  para a tangerineira 'Cleópatra' e  $610$  para a 'Sunki'. O máximo diâmetro foi alcançado com as doses de  $455$ ,  $433$ ,  $543$  e  $546 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , respectivamente para os limoeiros 'Cravo', 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. A adição de N na forma de uréia ao substrato de cultivo influenciou os teores foliares de todos os nutrientes estudados nos diferentes porta-enxertos de citros. Observaram-se nos limoeiros, acréscimos nos teores de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total, decréscimo de K e maiores teores de Mn e Fe. Os teores de P, Ca, Mg, S, Cu e Zn apresentaram pouca variação nesses porta-enxertos. Nas tangerineiras verificaram-se acréscimos de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total e decréscimos de P, K, S, Fe e Zn. Os teores de Ca, Mg, Mn e Cu tiveram pouca variação. Os teores de clorofila, determinados pela metodologia-padrão e com o medidor portátil SPAD-502, foram influenciados pelas doses de N. De modo geral, os porta-enxertos apresentaram pouca variação quanto aos teores de clorofila determinados nas folhas. Esses valores se correlacionaram positivamente com as características de crescimento e teores de nitrogênio nas folhas, indicando que o monitoramento de N pode ser realizado com a utilização de tais determinações.

reaching the grafting stage first and being therefore considered more vigorous than the mandarins in that cultivation system. The lemon trees showed less demand for nitrogen than the mandarin trees, since the nitrogen doses (mg/dm<sup>3</sup>) that produced maximum height increases were 453 for lemon tree cv. 'Cravo', 431 for 'Volkameriano', 524 for mandarins cv. 'Cleopatra' and 510 for 'Sunki'. Maximum diameter was reached with the doses 455, 433, 543 and 546 for the lemon trees 'Cravo' and 'Volkameriano' and the mandarins 'Cleopatra' and 'Sunki', respectively. The addition of N in the urea form to the substrate affected the leaf concentration of all studied nutrients for the different citrus rootstocks. It was observed an increase in the concentration of organic nitrogen, NO<sub>3</sub>-N and total-N, a decrease of K and a larger absorption of Mn and Fe for lemon trees. For mandarins it was observed an increase of organic N, NO<sub>3</sub>-N and total-N and a decrease of P, K, S, Fe and Zn. The concentrations

### ABSTRACT

ESPOSTI, Marlon Dutra Degli, M. S., Universidade Federal de Viçosa, April, 2000. **Fertilization and nitrogen nutrition of citrus rootstocks grown in citrus vases.** Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Committee Members: Paulo Roberto Gomes Pereira, Luiz Carlos Chamhum Salomão and Victor Hugo Alvarez V.

The objective of this work was to evaluate the growth of lemon tree rootstocks cv. 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) and 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. e Pasq.), and mandarin tree cv. 'Cleopatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) and 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.), growing in citrus vases, 3 dm<sup>3</sup> capacity, in greenhouse. Nitrogen was added to the substrate of the lemon trees in doses equivalent to 0, 158, 316, 474 and 632 mg/dm<sup>3</sup>, and 0, 193, 386, 579 and 772 mg/dm<sup>3</sup> to the mandarin trees. These doses were parcelled into 20 applications of urea for the lemon trees and 24 applications for the mandarin trees, during the experiment. The experiment consisted of a factorial arrangement (4x5), carried out in a randomized block design, with three replications. The experimental unit was comprised of four citrus vases, with one plant per vase. Growth of rootstocks differed with the nitrogen application to the substrate. Mandarin 'Sunki' presented the largest number of leaves, leaf area and leaf and root dry matter weight. The lemon trees presented the largest stem height and diameter during the experiment,

reaching the grafting stage first and being therefore considered more vigorous than the mandarins in that cultivation system. The lemon trees showed less demand for nitrogen than the mandarin trees, since the nitrogen doses ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) that produced maximum height increase were 453 for lemon tree cv. 'Cravo', 431 for 'Volkameriano', 624 for mandarin cv. 'Cleopatra' and 610 for 'Sunki'. Maximum diameter was reached with the doses 455, 433, 543 and 546 for the lemon trees 'Cravo' and 'Volkameriano' and the mandarins 'Cleopatra' and 'Sunki', respectively. The addition of N in the urea form to the substrate affected the leaf concentration of all studied nutrients for the different citrus rootstocks. It was observed an increase in the concentration of organic nitrogen,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and total-N, a decrease of K and a larger absorption of Mn and Fe for lemon trees. For mandarins, it was observed an increase of organic-N,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and total-N and a decrease of P, K, S, Fe and Zn. The concentrations of Ca, Mg, Mn and Cu present little variation in those rootstocks. The chlorophyll concentration, measured by the standard methodology and with the SPAD-502 portable apparatus, were affected by the nitrogen doses. In general, the rootstocks present little variation with respect to the chlorophyll concentration measured in the leaves. These values were positively correlated with the growth characteristics and nitrogen concentration in the leaves, indicating that the monitoring of N can be accomplished using such determinations.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, atualmente, é o principal produtor mundial de laranjas, com uma produção total de aproximadamente 23 milhões de toneladas, o equivalente a 35% da produção mundial. Isso se deve, principalmente, à expansão que a citricultura brasileira teve nas últimas três décadas, razão do sucesso alcançado na exportação de suco de laranja concentrado congelado e seus derivados. Essa expansão tem exigido mudas de alto padrão de qualidade, tanto para implantação de novos pomares quanto para reforma dos pomares mais velhos.

A muda com alto padrão de qualidade é um dos insumos de maior importância na implantação de um pomar, pois garante a este maior longevidade. Para que a muda cítrica tenha alto padrão de qualidade e atenda às exigências estabelecidas pelos órgãos certificadores, é necessário que ela seja vigorosa e tenha sanidade e um sistema radicular com boa formação, sendo também necessário que se conheça a origem das borbulhas a serem utilizadas no momento da enxertia, bem como os porta-enxertos que serão utilizados.

As plantas cítricas frequentemente mais utilizadas como porta-enxertos são: limoeiro 'Cravo', tangerineira 'Cleópatra', limoeiro 'Volkameriano', tangerineira 'Sunki', 'Tângelo Orlando', citrumeleiro 'Swingle', limoeiro 'Trifoliata' e laranjeira 'Caipira'.

O processo tradicional de produção de mudas de citros consiste em realizar a semeadura das sementes dos referidos porta-enxertos em sementeiras ao ar livre e a repicagem para viveiro e enxertia (FORTES, 1991). Esse processo apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens, têm-se o baixo custo de produção e a melhor seleção no momento da repicagem. Já as desvantagens são o longo período de produção da muda, o seu baixo pegamento no transplantio, a má-formação do sistema radicular e sua maior exposição aos microrganismos patogênicos existentes no solo. Assim, uma alternativa para solucionar esse problema é a produção de mudas em recipientes definitivos, o que elimina a fase de viveiro e proporciona, principalmente, a obtenção de plantas com bom sistema radicular e em menor tempo possível.

Na produção de mudas em recipientes, deve-se levar em consideração a forma do recipiente, o volume e a fertilidade do substrato de cultivo, pois isso pode influenciar o crescimento das plantas.

Segundo SOUZA (1983), os substratos utilizados nos recipientes de cultivo são, na maioria das vezes, escolhidos, primeiramente, conforme sua disponibilidade e suas propriedades físicas; na maioria dos casos, substratos com baixas concentrações de nutrientes são utilizados, necessitando-se de suplementação com fertilizantes. Desse modo, faz-se necessário aumentar a disponibilidade de nutrientes dos substratos; fósforo, cálcio e magnésio são incorporados antes da semeadura, devendo o nitrogênio e o potássio ser adicionados em cobertura.

Dentre os nutrientes utilizados nas adubações de citros, o nitrogênio é um dos mais importantes, pois faz parte de proteínas, aminoácidos, amidas, clorofila, alcalóides e outras substâncias.

Na maioria das vezes, a determinação do estado nutricional de nitrogênio das plantas se dá por meio da análise foliar. Entretanto, a utilização dessa técnica apresenta algumas desvantagens que limitam seu uso, como o tempo gasto entre a tomada das amostras e a obtenção dos resultados, e requer o emprego de mão-de-obra e equipamentos especializados, além de ter custo razoavelmente elevado (WASKON et al., 1996). Assim, a utilização de métodos alternativos que empreguem medidores portáteis e possibilitem a

realização do diagnóstico e monitoramento do estado nutricional nitrogenado, de forma mais rápida e não-destrutiva no próprio campo, será de grande importância, visto que a determinação do estado nutricional de nitrogênio nas plantas cítricas pode ser feita indiretamente; por exemplo, pelo teor de clorofila presente nas folhas, pois esse teor apresenta estreita relação com o referido nutriente.

Assim, o presente estudo teve por objetivos:

- Estimar a dose de nitrogênio a ser recomendada para aplicação em cobertura de diferentes porta-enxertos crescidos em citrovasos.
- Medir o crescimento dos diferentes porta-enxertos no sistema de citrovasos.
- Estimar os teores de N-total, N-orgânico e  $N-NO_3^-$  nos tecidos das folhas dos porta-enxertos, bem como analisar as possíveis interações com os macro e micronutrientes.
- Determinar os teores de clorofila total (a+ b) pelo método de ARNON (1949) e com medidor portátil de clorofila SPAD-502 e correlacioná-los com as características de crescimento e teores foliares de N-total, N-orgânico e  $N-NO_3^-$  dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', para que estes possam servir de critério de avaliação do estado nutricional de nitrogênio dos referidos porta-enxertos.
- Determinar os níveis críticos de N-total, N-orgânico,  $N-NO_3^-$  e clorofila nas folhas dos porta-enxertos de citros.

## CAPÍTULO 1

# CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS PRODUZIDOS EM CITROVASOS, INFLUENCIADOS POR DOSES DE N

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, segundo dados da FAO (1998), é o principal produtor mundial de laranjas, com uma produção total de aproximadamente 23 milhões de toneladas, sendo o equivalente a 35% da produção mundial. Isso se deve, principalmente, à expansão que a citricultura brasileira teve nas últimas três décadas, razão do sucesso alcançado na exportação de suco de laranja concentrado congelado e seus derivados. Essa expansão tem exigido mudas de alto padrão de qualidade tanto para implantação de novos pomares quanto para reforma dos pomares mais velhos.

TEÓFILO SOBRINHO (1991) ressaltou que a muda é o insumo de maior importância na implantação de um pomar, pois garante a este maior longevidade. Para que uma muda cítrica tenha alto padrão de qualidade e atenda às exigências estabelecidas pelos órgãos certificadores, é necessário que ela seja vigorosa e tenha sanidade e um sistema radicular com boa formação, sendo também necessário que se conheça a origem das

borbulhas a serem utilizadas no momento da enxertia, bem como os porta-enxertos que serão utilizados.

Segundo POMPEU JUNIOR (1991), as plantas cítricas frequentemente mais utilizadas como porta-enxertos são: limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.), limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. e Pasq.), tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex. Tan.), 'Tângelo Orlando' (*Citrus paradisi* Macf. x *Citrus tangerina* Hort. ex. Tan.), citrumeleiro 'Swingle' (*Citrus paradisi* Macf x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), limoeiro 'Trifoliata' [ *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. ] e laranjeira 'Caipira' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck].

O processo tradicional de produção de mudas de citros consiste em realizar a sementeira das sementes desses porta-enxertos em sementeiras ao ar livre e a repicagem para viveiro e enxertia (FORTES, 1991). Esse processo apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens, têm-se o baixo custo de produção e melhor seleção no momento da repicagem. Já as desvantagens são o longo período de produção da muda, o seu baixo pegamento no transplantio, a má-formação do sistema radicular e sua maior exposição aos microrganismos patogênicos existentes no solo.

Uma alternativa para solucionar esse problema é a produção de mudas em recipientes definitivos, o que elimina a fase de viveiro e proporciona, principalmente, a obtenção de plantas com bom sistema radicular, em um menor tempo possível.

Esse processo apresenta ainda outras vantagens, se comparado com o sistema tradicional. Segundo LIMA (1986), a produção de porta-enxertos, quando feita em recipientes dentro de estufas ou mesmo sob telados e sobre mesas ou suportes, proporciona maior proteção contra gomose, nematóides ou outras doenças de solo, além de maior controle de ácaros e leprose.

De acordo com MOSS (1978), CASTLE et al. (1980) e LIMA (1986), a utilização desse sistema já vem sendo feita há algum tempo em outros países, com a ressalva de que, com ele, pode-se evitar, com maior facilidade, a contaminação por patógenos, pelo isolamento das mudas e pelo tratamento de solo e da água de irrigação.

No Estado da Flórida, o número de mudas produzidas em recipientes tem aumentado (MAUST e WILLIAMSON, 1994), devido aos menores ciclos de produção e ao melhor controle ambiental para sua formação (CASTLE, 1988; WILLIAMSON e CASTLE, 1990).

Na África do Sul, a produção de mudas é feita com a utilização de substratos fumigados, em recipientes, com a água de irrigação tratada e com um controle criterioso de pragas e moléstias (LIMA, 1993).

No Brasil, estima-se que apenas 8,3% da produção das mudas é feita dentro dos padrões exigidos pelos órgãos fiscalizadores, o que torna inevitável a utilização de mudas que não atendem às normas de qualidade estabelecidas (Fundecitrus, 1999).

Só no Estado de São Paulo, nos últimos anos, foram erradicados milhões de plantas de citros, devido ao fato de elas estarem contaminadas com as mais diferentes doenças. Boa parte dessas plantas nem chegou a produzir, pelo fato de já terem sido plantadas com algum tipo de doença (Fundecitrus, 1999). Outro problema que vem se agravando nos últimos 10 anos e que pode ser amenizado pela produção de mudas em ambientes protegidos e dentro de recipientes é a doença chamada de "clorose variegada dos citros" (CVC), causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* e que tem como principais vetores os insetos. Segundo DESCOBERTOS (1999), as espécies de cigarrinhas *Dilobopterus costalimai*, *Acrogonia* sp., *Oncometopia facialis*, *Macugonalia leucomelas*, *Sonesemia grossa*, *Ferrariana trivittata*, *Homalodisca ignorata*, *Acrogonia virescens*, *Parathona gratiosa*, *Bucephalogonia xanthophis* e *Plesiommata corniculata* são comumente os vetores da bactéria *X. fastidiosa*.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que as mudas produzidas em recipientes ocupam menor área no viveiro, além de este poder ser reutilizado em anos subseqüentes, sem o perigo de contaminação por microrganismos existentes no solo (CASTLE et al., 1980; MAXWEL e LYONS, 1979).

Com todas essas vantagens, o interesse em produzir mudas em recipientes tem aumentado por parte dos viveiristas, visto que elas apresentam algumas características agrônômicas em que se sobressaem as mudas produzidas pelo sistema tradicional.

É também importante frisar que, na produção de mudas cítricas em recipientes, o tempo de produção, na maioria das vezes, é reduzido. Por exemplo, na Flórida, o número de mudas formadas em recipientes tem aumentado significativamente, devido ao menor ciclo de produção (CASTLE, 1988; WILLIAMSON e CASTLE, 1990). Segundo WILLIAMSON e CASTLE (1990), essas mudas têm ciclo médio de produção de 16 meses, dois a menos, se comparado com o sistema tradicional, que é de 18 meses. Nos Estados Unidos, com a utilização de recipientes, podem-se obter mudas de boa qualidade com 12 a 15 meses, em contraste com 18 a 24 meses se estas fossem produzidas no sistema tradicional (CASTLE, 1984).

LIMA (1993) comentou que, na África do Sul, a sementeira é feita em bandejas com vermiculita. As plantas com duas e quatro folhas são transplantadas para sacos plásticos de 300 a 500 ml e depois, de três a seis meses, para recipientes de 2,5 a 6 litros. A enxertia ocorre quando o porta-enxerto tem diâmetro de 8 mm a 20 cm de altura a partir do colo da planta, estando prontas as mudas com 12 a 24 meses após a sementeira ou 6 a 10 meses depois da enxertia.

No Brasil, FORTES (1991), utilizando bandejas, conseguiu obter porta-enxertos aptos à repicagem com quatro meses, os quais foram enxertados com 262 dias após a sementeira, apresentando um diâmetro de 5 mm a 15 cm de altura a partir do colo.

REZENDE (1991), através de sementeira direta do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em sacolas de polietileno, obteve redução de 45% no tempo compreendido entre a sementeira e a enxertia, se comparado com o sistema tradicional, cujas plantas foram enxertadas com 197 dias após a sementeira, apresentando diâmetro de 5 mm a 15 cm de altura do colo.

Vários autores (Keever et al., 1985; Keever e Cobb, 1987; Hanson et al., 1987, citados por REZENDE, 1991) comentaram, ainda, que a forma do recipiente, o volume e a fertilidade do substrato de cultivo podem influenciar diretamente o crescimento das plantas. Experimentos realizados por SPOMER (1982) e RODRIGUES (1989) evidenciaram o efeito do volume do substrato no crescimento dos porta-enxertos e comprovaram a influência desse efeito no crescimento das plantas testadas.

Os substratos utilizados nos recipientes de cultivo são, na maioria das vezes, escolhidos, primeiramente, conforme sua disponibilidade e suas propriedades físicas; na maioria dos casos, substratos com baixas concentrações de nutrientes são utilizados, necessitando-se de uma suplementação com fertilizantes (SOUZA, 1983).

Devido ao baixo volume dos recipientes, faz-se necessário aumentar a disponibilidade de nutrientes dos substratos; fósforo, cálcio e magnésio são incorporados antes da semeadura (SOUZA, 1979; CAMARGO, 1989). O nitrogênio e o potássio devem ser adicionados em cobertura (CARVALHO, 1994).

Em trabalhos realizados com diferentes porta-enxertos de citros sobre a influência da adubação nitrogenada, nas formas orgânica e mineral, encontraram-se respostas positivas no crescimento vegetativo dessas plantas (KHALAF e KOO, 1983; KOLLER e BOEIRA, 1986; MATTOS et al., 1987; JOAQUIM, 1991; SOPRANO e KOLLER, 1991; CARVALHO, 1994; DOU e ALVA, 1998; ESPOSTI et al., 1998; DECARLOS NETO, 2000).

A distribuição de N em plantas adultas de citros, segundo MALAVOLTA e VIOLANTE NETO (1989), é de 41% nas folhas, 20% nos frutos, 29% no tronco e ramos e 10% nas raízes. DOU e ALVA (1998), trabalhando com os porta-enxertos tangerineira 'Cleópatra' e citrumeleiro 'Swingle' adubados com diferentes fontes de nitrogênio, nas formas orgânica e mineral, verificaram que as distribuições médias para a tangerineira 'Cleópatra' foram de 36% nas folhas, 22% nos ramos e 42% nas raízes, ao passo que para o citrumeleiro 'Swingle' essas distribuições foram de 31%, 25% e 44%, respectivamente nas folhas, nos ramos e nas raízes.

Pesquisas realizadas na fase de viveiro indicaram haver exigência nutricional de N diferenciada entre os porta-enxertos de citros. MAUST e WILLIAMSON (1994) conduziram três experimentos com a laranjeira 'Hamlin' enxertada sobre os porta-enxertos tangerineira 'Cleópatra' e citrange 'Carrizo', plantados em recipientes contendo areia. Esses autores observaram que as doses ótimas de N variaram, dependendo do porta-enxerto e do estágio de crescimento. A laranjeira 'Hamlin', quando enxertada sobre o porta-enxerto

citrange 'Carrizo', apresentou concentrações críticas menores do que quando enxertada sobre a tangerineira 'Cleópatra'.

MURTHY e IYENGAR (1992) estudaram a eficiência de absorção e translocação de N dos porta-enxertos 'Rugoso', 'Cravo', citrange 'Troyer', 'Cleópatra', citrumeleiro 'Swingle' e *Poncirus trifoliata*, cultivados em potes durante um ano. Esses autores observaram que os porta-enxertos 'Rugoso', 'Cravo' e 'Cleópatra' apresentaram melhor eficiência na absorção e translocação de N.

Segundo MATTOS et al. (1987) e JOAQUIM (1991), que trabalharam com diferentes fontes orgânicas de N na composição dos substratos, em sementeiras e recipientes, houve efeito positivo dos materiais (esterco de curral e casca de *Pinus*) no crescimento dos porta-enxertos 'Cravo', 'Cleópatra', laranjeira 'Caipira' e 'Trifoliata'. Ainda segundo esses autores, o esterco de curral foi o material que proporcionou os melhores resultados.

KOLLER e BOEIRA (1986) observaram respostas positivas dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo', laranjeira 'Caipira' e 'Trifoliata' em sementeira quando submetidos à aplicação de sulfato de amônio em cobertura, juntamente com adubação orgânica.

DOU e ALVA (1998) conduziram um experimento com os porta-enxertos citrumeleiro 'Swingle' e a tangerineira 'Cleópatra' cultivados em recipientes com diferentes fontes de nitrogênio. Os resultados evidenciaram que houve efeito positivo da adubação sobre as características de crescimento dos porta-enxertos e que estes não diferiram quanto a concentração e absorção desse nutriente.

TAYLOR e DIMSEY (1993), coletando amostras de folhas de diferentes porta-enxertos e variedades de copa, por três anos consecutivos, de fevereiro a abril, puderam observar o efeito dos porta-enxertos na composição mineral das folhas das variedades de copa de citros.

MARTEL et al. (1997) conduziram um experimento com o objetivo de avaliar a influência dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' sobre os teores foliares de cálcio, magnésio e potássio nas folhas de 13 variedades de laranjeiras (*Citrus sinensis* L., Osbeck). Os resultados evidenciaram que houve efeito dos porta-enxertos nos teores dos nutrientes e que as variações

podem ser conforme a absorção e translocação diferenciadas entre os porta-enxertos.

CARVALHO (1994) indicou que os diversos porta-enxertos utilizados na produção de mudas de citros apresentam diferenças relacionadas com o vigor ou a velocidade de crescimento, podendo refletir também em variações em relação às necessidades nutricionais.

CABRERA et al. (1995) trabalharam com cinco diferentes porta-enxertos de citros (limoeiros 'Cravo', 'Volkameriano', 'Rugoso Nacional', 'Rugoso da Flórida' e tangerineira 'Sunki') cultivados em recipientes com capacidade para 7 dm<sup>3</sup> de substrato. O objetivo do trabalho foi determinar as quantidades de nutrientes contidos no caule, na folha e na raiz quando estavam aptos a serem enxertados. Os resultados indicaram haver variabilidade entre os porta-enxertos, sendo os limoeiros 'Volkameriano' e 'Rugoso Nacional' os que extraíram maior quantidade de nutrientes, em comparação com os demais porta-enxertos.

CARVALHO (1994) cultivou três diferentes porta-enxertos 'Cravo', 'Cleópatra' e 'Sunki' em células de bandejas de isopor, tendo como tratamentos doses de nitrato de potássio e frequência de adubações de cobertura. Esse autor chegou à conclusão de que o porta-enxerto 'Cravo' apresentou maior vigor no crescimento, em relação aos outros dois. Em contrapartida, as altas frequências de aplicação de nitrato de potássio causaram efeito depressivo no crescimento das plantas. Ele comentou que, provavelmente, esse efeito se deveu ao índice salino elevado do fertilizante. Assim, são necessárias pesquisas para determinar doses de nitrogênio que se traduzam num melhor desenvolvimento e em nutrição de diferentes porta-enxertos de citros, produzidos em recipientes.

Os objetivos do experimento foram:

- Estimar a dose de nitrogênio a ser recomendada para aplicação em cobertura de diferentes porta-enxertos crescidos em citrovasos.
- Medir o crescimento dos diferentes porta-enxertos no sistema de citrovasos.
- Estimar os teores de N-total, N-orgânico e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nos tecidos das folhas dos porta-enxertos, bem como analisar as possíveis interações com os macro e micronutrientes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de março de 1998 a fevereiro de 1999. Viçosa está situada a 20° 45' de latitude sul e 42° 51' de longitude oeste, apresentando altitude de 650 m. O clima da região foi classificado pelo sistema de Köppen como Cwa - mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos, sendo a média anual das temperaturas máximas de 26,1°C e das mínimas de 14,0°C, com pluviosidade anual de 1.340 mm e umidade relativa média anual de 80%.

Foram utilizadas plantas dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. e Pasq.), tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) e tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex. Tan.). Essas plantas foram obtidas a partir de sementes de frutos maduros oriundos de plantas-matriz, cultivadas no Pomar do Fundão, que se localiza na UFV. Após a retirada das sementes, elas foram lavadas, selecionadas, desmuciladas, desinfestadas com hipoclorito de sódio 2% por cinco minutos e enxaguadas em água corrente, sendo depois levadas a secar à sombra por duas semanas, em local bem ventilado. Após a secagem, receberam tratamento a seco com o fungicida Captan 500 na dose de 1 g do produto comercial por 100 g de sementes. Após concluído o tratamento, as sementes foram divididas em lotes, para evitar, dessa forma, contaminação

generalizada, o que poderia ocorrer se as sementes fossem embaladas em um mesmo recipiente, sendo então armazenadas em câmara fria a 5°C, para posterior semeadura.

Em janeiro, as sementes foram semeadas em bandejas plásticas contendo vermiculita expandida, a uma profundidade de dois centímetros.

As plantas com 65 dias de idade e que apresentavam melhor desenvolvimento, tanto de parte aérea quanto de sistema radicular, foram transplantadas para os citrovasos com capacidade para 3,0 dm<sup>3</sup> de substrato. Os citrovasos foram colocados em bancadas de madeira a um metro de altura do solo, dentro da casa de vegetação. O substrato utilizado foi o Rendimax Citros (Quadro1).

Quadro1 – Características químicas do substrato utilizado no experimento

Características	pH	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	CTC pH 7	V	m
		-mg/dm <sup>3</sup> -		-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----						-----%----	
Substrato	5,9	702	250	0,1	4,3	1,0	5,1	6,0	17,2	54	1,6

pH em água: 1:2,5.

Al, ca, Mg: extrator KCl 1 mol/L.

P e K: extrator Mehlich 1.

H+Al: extrator Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L pH 7,0.

O esquema experimental constou de um fatorial (4 x 5), num delineamento em blocos casualizados, com três repetições. O primeiro fator foi constituído de quatro variedades de porta-enxertos: limoeiro 'Cravo', limoeiro 'Volkameriano', tangerineira 'Cleópatra' e tangerineira 'Sunki' e o segundo, por cinco doses de nitrogênio: 0, 158, 316, 474 e 632 mg/dm<sup>3</sup> de N no substrato para os limoeiros e 0, 193, 386, 579 e 772 mg/dm<sup>3</sup> de N no substrato para as tangerineiras. A unidade experimental foi composta de quatro citrovasos com uma planta cada.

O fertilizante utilizado foi a uréia, que apresenta 44% de N na sua constituição (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989).

A dose total de N, correspondente a cada tratamento, foi dividida em 20 aplicações em cobertura para os limoeiros e 24 aplicações em cobertura para as tangerineiras a cada 15 dias, sendo a primeira realizada sete dias após o transplântio. A princípio, as doses deveriam ser iguais para todos os porta-enxertos, sendo as doses dos limoeiros as escolhidas. Em razão do longo tempo de obtenção dos porta-enxertos, principalmente das tangerineiras, estas receberam maior número de adubações em cobertura, o que resultou em doses maiores, em comparação com os limoeiros. O adubo foi diluído em água e aplicado diretamente no substrato, com a utilização de uma pipeta graduada, em que cada vaso recebeu 10 ml de solução contendo o N na forma de uréia.

As irrigações foram feitas diariamente, evitando-se excesso para que não houvesse a lixiviação do nitrogênio aplicado.

Após o início das adubações com uréia foram avaliados, a cada 14 dias, a altura (cm) e o diâmetro (mm) dos porta-enxertos. O diâmetro do caule foi medido com paquímetro a cinco centímetros a partir do colo e a altura, com régua métrica, partindo-se do colo até a gema apical. Com as medições a cada duas semanas dos diâmetros, pôde-se determinar o número de dias em que os porta-enxertos atingiram o diâmetro ideal de enxertia (DAS), sendo 7,5 mm o valor estipulado.

Atingindo o ponto de enxertia, os porta-enxertos foram decapitados a uma altura de 10 cm, sendo em seguida realizadas a contagem do número de folhas, as medições da área foliar, o peso das matérias fresca e seca de folha, de caule e de raízes e a concentração de clorofila nas folhas pelo método de ARNON (1949) e de clorofilômetro de campo.

Foram ainda amostradas as folhas dos porta-enxertos, sendo estas acondicionadas em sacos de papel, secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até peso constante. Posteriormente, as amostras de cada tratamento foram pesadas, moídas em moinho tipo Wiley (de aço inoxidável), passadas em peneira de 20 malhas por polegada e acondicionadas em frascos apropriados, para posterior análise química.

Para determinação dos teores dos nutrientes do material moído, foram pesadas duas amostras, de cada repetição, para se proceder, respectivamente, às digestões sulfúrica e nítrico-perclórica. As amostras oriundas das digestões sulfúricas foram utilizadas nas análises dos teores de nitrogênio, enquanto as amostras processadas pela digestão nítrico-perclórica foram usadas nas análises dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn.

O K foi dosado em fotômetro de chama; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, em espectrofotômetro de absorção atômica; o P, em espectrofotômetro, pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974); e o enxofre, por turbidimetria do sulfato (JACKSON, 1958). O N-orgânico foi dosado pelo método de Nessler (JOHNSON e ULRICH, 1959). O  $\text{NO}_3^-$  foi dosado pelo método do ácido salicílico (CATALDO et al., 1975), sendo o N-total obtido a partir da soma do N-orgânico e do  $\text{NO}_3^-$ .

Os dados coletados foram submetidos à análise estatística baseada em modelos recomendados para o delineamento experimental utilizado (GOMES, 1990). Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se os níveis de significância de 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F. Foram ainda realizadas análises de regressão dos resultados das características avaliadas (ALVAREZ V., 1985). As médias das características avaliadas que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram representadas por equações de regressão que melhor representaram os efeitos dos tratamentos aplicados.

Para comparar o comportamento dos diferentes porta-enxertos, foram estabelecidos contrastes ortogonais (Quadro 2).

Quadro 2 – Coeficientes dos contrastes ortogonais utilizados para comparar o crescimento médio<sup>(1)</sup> dos diferentes porta-enxertos de citros

Contrastes	Diferentes Porta-Enxertos <sup>(a)</sup>			
	CRA	VOL	CLE	SUN
C <sub>1</sub> : ('Cravo'+ 'Volkameriano') vs. ('Cleópatra' + 'Sunki')	1	1	-1	-1
C <sub>2</sub> : ('Cravo') vs. ('Volkameriano')	1	-1	0	0
C <sub>3</sub> : ('Cleópatra') vs. ('Sunki')	0	0	1	-1

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

<sup>(a)</sup> CRA = porta-enxerto 'Cravo', VOL = porta-enxerto 'Volkameriano', CLE = porta-enxerto 'Cleópatra' e SUN = porta-enxerto 'Sunki'.

### 3.1. Características de crescimento dos porta-enxertos

Os resultados obtidos no experimento revelaram diferenças marcantes entre as espécies de porta-enxertos estudadas, em relação às características de crescimento avaliadas. No Quadro 3 são mostrados os valores médios das características número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PMSF), peso da matéria seca de caule (PMSC) e peso da matéria seca de raiz (PMSR) quando os porta-enxertos apresentavam o diâmetro estipulado para a enxertia.

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram o número de folhas inferior quando comparados conjuntamente com o das tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. O número de folhas do limoeiro 'Cravo' não difere do valor encontrado no limoeiro 'Volkameriano', sendo observado o mesmo comportamento nas duas tangerineiras (Quadro 4).

Com relação à área foliar, foi encontrada diferença estatística entre os limoeiros e as tangerineiras. Observou-se ainda diferença entre o limoeiro 'Cravo' e o limoeiro 'Volkameriano' e entre a tangerineira 'Cleópatra' e a tangerineira 'Sunki' (Quadro 4).

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', não diferiram quanto à produção de matéria

Quadro 3 – Características médias<sup>1</sup> de crescimento dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki', determinados quando estes apresentavam o diâmetro estipulado para a enxertia (7,5 cm a 10 cm de altura).

Porta-enxertos	Características de crescimento <sup>2</sup>				
	NF	AF	PMSF	PMSC	PMSR
	g/grama				
Cravo	22,62	520,59	6,40	6,44	10,74
Volkameriano	29,34	771,95	8,80	7,97	11,03
Cleópatra	35,92	523,52	8,28	9,50	14,59
Sunki	43,32	347,77	7,30	7,84	15,14

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

<sup>1</sup> Média das doses de enxerto.

<sup>2</sup> Número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PMSF), peso da matéria seca de caule (PMSC) e peso da matéria seca de raiz (PMSR).

#### 3.1. Características de crescimento dos porta-enxertos

Os resultados obtidos no experimento revelaram diferenças marcantes entre as espécies de porta-enxertos estudadas, em relação às características de crescimento avaliadas. No Quadro 3 são mostrados os valores médios das características número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PMSF), peso da matéria seca de caule (PMSC) e peso da matéria seca de raiz (PMSR) quando os porta-enxertos apresentavam o diâmetro estipulado para a enxertia.

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram o número de folhas inferior quando comparados conjuntamente com o das tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. O número de folhas do limoeiro 'Cravo' não diferiu do valor encontrado no limoeiro 'Volkameriano', sendo observado o mesmo comportamento nas duas tangerineiras (Quadro 4).

Com relação à área foliar, foi encontrada diferença estatística entre os limoeiros e as tangerineiras. Observou-se ainda diferença entre o limoeiro 'Cravo' e o limoeiro 'Volkameriano' e entre a tangerineira 'Cleópatra' e a tangerineira 'Sunki' (Quadro 4).

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', não diferiram quanto à produção de matéria

Quadro 3 – Características médias<sup>(1)</sup> de crescimento dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki', determinados quando estes apresentavam o diâmetro estipulado para a enxertia (7,5 mm) a 10 cm de altura

Porta-enxertos	Características de crescimento <sup>1/</sup>				
	NF —folhas—	AF —cm <sup>2</sup> —	PMSF	PMSC —g/planta—	PMSR
Cravo	29,62	620,59	6,40	6,44	10,74
Volkameriano	29,34	771,96	6,80	7,97	11,08
Cleópatra	38,92	523,52	6,28	9,50	14,69
Sunki	40,50	734,71	7,80	7,84	15,14

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

<sup>1/</sup> Número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PMSF), peso da matéria seca de caule (PMSC) e peso da matéria seca de raiz (PMSR).

seca de folhas. O mesmo comportamento foi verificado quando se compararam as produções dos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano'. As tangerineiras, por sua vez, apresentaram diferença quanto a essa característica (Quadro 4).

Para produção de matéria seca de caule, houve diferença entre os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' e entre os limoeiros e as tangerineiras quando se compararam esses porta-enxertos entre si. O maior valor foi encontrado na tangerineira 'Cleópatra' (Quadro 4).

Com relação à produção de matéria seca de raiz, observou-se que os limoeiros apresentaram valores inferiores quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Já o limoeiro 'Cravo' não diferiu estatisticamente do limoeiro 'Volkameriano' com relação a essa característica, sendo o mesmo observado nas duas tangerineiras (Quadro 4).

Pode-se observar, no Quadro 5, que os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', bem como as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', apresentaram ganhos de altura, em todas as épocas de determinação dessa característica. Os limoeiros 'Volkameriano' e 'Cravo' exibiram as maiores alturas até os 240

Quadro 4 – Contrastes entre as médias das características de crescimento dos porta-enxertos 'Cravo' (CRA), 'Volkameriano' (VOL), 'Cleópatra' (CLE) e 'Sunki' (SUN), determinados quando apresentavam o diâmetro estipulado para a enxertia (7,5 mm)

Contrastes	Características de crescimento <sup>1/</sup>				
	NF	AF	PMSF	PMSC	PMSR
	--folhas--	--cm <sup>2</sup> --	-----g/planta-----		
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	-20,46 <sup>**</sup>	134,32 <sup>**</sup>	-0,88 <sup>NS</sup>	-2,93 <sup>**</sup>	-8,01 <sup>**</sup>
CRA vs. VOL	0,28 <sup>NS</sup>	-151,37 <sup>**</sup>	-0,40 <sup>NS</sup>	-1,53 <sup>**</sup>	-0,34 <sup>NS</sup>
CLE vs. SUN	-1,58 <sup>NS</sup>	-211,19 <sup>**</sup>	-1,52 <sup>**</sup>	1,66 <sup>**</sup>	-0,45 <sup>NS</sup>

<sup>NS</sup> e <sup>\*\*</sup> não-significativo e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

<sup>1/</sup> Número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PMSF), peso da matéria seca de caule (PMSC) e peso da matéria seca de raiz (PMSR).

Quadro 5 – Altura média<sup>(1)</sup> (cm) dos diferentes porta-enxertos de citros, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após o transplântio, cultivados em casa de vegetação

Porta-enxertos	Dias após o transplântio					
	30	60	90	120	150	
Cravo	5,7	8,9	14,4	20,7	29,0	
Volkameriano	6,3	10,8	16,9	23,8	32,9	
Cleópatra	5,0	8,2	12,4	18,2	25,7	
Sunki	3,1	5,5	8,7	13,0	18,2	
Porta-enxertos	Dias após o transplântio					
	180	210	240	270	300	330
Cravo	41,5	48,9	52,5	55,2	63,2	63,27
Volkameriano	46,6	54,7	58,0	61,8	61,8	61,80
Cleópatra	38,9	49,3	62,4	67,9	71,8	92,83
Sunki	27,9	38,4	49,5	54,0	59,6	76,60

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

dias após o transplântio, quando foram superados pela tangerineira 'Cleópatra'. Os porta-enxertos, quando estavam aptos a serem enxertados, apresentavam alturas de 63,27; 61,80; 92,83; e 76,60 cm, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Com relação aos valores de diâmetro, foram observados acréscimos em todos os porta-enxertos, nas diferentes épocas de avaliação (Quadro 6). Os limoeiros 'Volkameriano' e 'Cravo' apresentaram os maiores valores em todas as épocas de avaliação. Os valores de diâmetro do caule, a 5 cm de altura do colo, quando os porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' estavam aptos a serem enxertados, foram, respectivamente, de 7,59; 7,51; 7,11; e 6,98 mm.

Quadro 6 – Diâmetro médio<sup>(1)</sup> (mm) dos diferentes porta-enxertos de citros, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após o transplântio, cultivados em casa de vegetação

Porta-enxertos	Dias após o transplântio					
	30	60	90	120	150	
Cravo	1,67	2,86	3,69	4,38	5,04	
Volkameriano	2,03	3,28	4,25	5,05	5,73	
Cleópatra	1,72	2,78	3,22	3,57	3,83	
Sunki	1,57	2,57	2,95	3,29	3,53	
Porta-enxertos	Dias após o transplântio					
	180	210	240	270	300	330
Cravo	5,68	6,66	6,92	7,17	7,58	7,59
Volkameriano	6,53	7,35	7,62	7,80	7,80	7,81
Cleópatra	4,22	5,09	5,75	6,10	6,49	7,11
Sunki	3,85	4,63	5,23	5,81	6,31	6,98

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

Esses resultados indicaram que os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram maior vigor em relação às tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Em diversos trabalhos, conduzidos em sementeiras, viveiros e recipientes,

RODRIGUEZ et al. (1978), BUENO (1984), KOLLER e BOEIRA (1986), MATTOS et al. (1987), CARVALHO (1994) e DECARLOS NETO (2000) constataram o maior crescimento de altura e diâmetro do limoeiro 'Cravo' em relação à laranja 'Caipira', *Poncirus trifoliata*, tangerineira 'Cleópatra', tangerineira 'Sunki' e 'Tangelo Orlando'.

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram maiores valores de altura, em comparação com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' (Quadro 7). Os limoeiros mantiveram esse comportamento até a avaliação feita aos 210 dias após o transplântio, não sendo observado diferença na avaliação feita aos 240 dias após o transplântio. Nas posteriores avaliações, observou-se diferença entre os porta-enxertos, em que as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' apresentaram os maiores valores quando comparadas com os limoeiros. Quando foram comparados os limoeiros isoladamente, observou-se que o limoeiro 'Volkameriano' exibiu valores de altura superiores aos do limoeiro 'Cravo' até a avaliação feita aos 270 dias após o transplântio, quando não foram mais observadas diferenças entre ambos. Com relação às tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', os valores de altura foram sempre maiores na tangerineira 'Cleópatra' em todas as épocas de avaliação.

No Quadro 8, observa-se que os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram maior diâmetro em relação às tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Os limoeiros exibiram os maiores diâmetros em todas as avaliações realizadas. Quando foram comparados os limoeiros, observou-se que o 'Volkameriano' apresentou valores de diâmetro superiores aos do limoeiro 'Cravo' até a avaliação feita aos 180 dias após o transplântio, quando não foram mais observadas diferenças entre ambos. Com relação às tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', foi observada diferença estatística até a avaliação feita aos 90 dias após o transplântio, quando então não se observou mais diferença entre esses dois porta-enxertos.

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram-se, na maioria das avaliações, com maiores valores de altura e diâmetro. Essa superioridade dos limoeiros em relação às tangerineiras pode ser explicada pela grande rusticidade e pelo vigor que eles apresentam (POMPEU JR., 1991; TEÓFILO SOBRINHO e FIGUEIREDO, 1984).

Quadro 7 – Contrastes entre as médias de altura<sup>(1)</sup> (cm) dos diferentes porta-enxertos de citros, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após o transplante, cultivados em casa de vegetação

Contrastes	Dias após o transplante				
	30	60	90	120	150
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	3,9**	6,0**	10,0**	13,3**	18,0**
CRA vs. VOL	-0,6*	-1,9**	-2,5**	-3,1**	-3,9*
CLE vs. SUN	1,9**	2,7**	3,7**	5,2**	7,5**

Contrastes	Dias após o transplante					
	180	210	240	270	300	330
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	21,3**	15,9**	-1,4 <sup>NS</sup>	-4,9*	-6,4**	-44,3**
CRA vs. VOL	-5,1**	-5,8**	-5,5**	-6,6**	1,4 <sup>NS</sup>	1,5 <sup>NS</sup>
CLE vs. SUN	11,0**	10,9**	12,9**	13,9**	12,2**	16,2**

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

<sup>NS</sup> e \* e \*\* não-significativo e significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 8 – Contrastes entre as médias de diâmetro<sup>(1)</sup> (mm) dos diferentes porta-enxertos de citros, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após o transplante, cultivados em casa de vegetação

Contrastes	Dias após o transplante				
	30	60	90	120	150
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	0,41**	0,79**	1,77**	2,57**	3,41**
CRA vs. VOL	-0,36**	-0,42**	-0,56**	-0,67**	-0,69**
CLE vs. SUN	0,15**	0,21**	0,27**	0,28 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>

Contrastes	Dias após o transplante					
	180	210	240	270	300	330
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	4,14**	4,29**	3,56**	3,06**	2,58**	1,31**
CRA vs. VOL	-0,85**	-0,69 <sup>NS</sup>	-0,70 <sup>NS</sup>	-0,63 <sup>NS</sup>	-0,22 <sup>NS</sup>	-0,22 <sup>NS</sup>
CLE vs. SUN	0,37 <sup>NS</sup>	0,46 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,29 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	0,13 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

<sup>NS</sup> e \*\* não-significativo e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Na Figura 1 podem ser observados aumentos nos valores de altura e diâmetro dos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e das tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' em função das épocas de avaliação. Os limoeiros apresentaram os maiores valores de altura até os 210 dias após o transplântio, quando então foram superados pela tangerineira 'Cleópatra'. Esse resultado pode ser explicado pela característica de alongamento do caule dessa espécie, sem muito ganho de diâmetro (FONTANEZZI, 1989).

Nos diâmetros dos porta-enxertos, pôde-se observar que os limoeiros apresentavam os maiores valores quando comparados com os das duas tangerineiras. O diâmetro para atingir o ponto de enxertia (7,5 mm), a uma altura de 10 cm do colo, foi alcançado pelo limoeiro 'Volkameriano' aos 239 dias após o transplântio. O limoeiro 'Cravo' chegou ao ponto de enxertia aos 273 dias após o transplântio.

A tangerineira 'Cleópatra' chegou ao ponto de enxertia aos 321 dias após o transplântio. Com relação à tangerineira 'Sunki', verificou-se que ela apresentou o diâmetro estipulado para a enxertia aos 341 dias após o transplântio.

O intervalo de tempo para a enxertia dos porta-enxertos de citros ficou entre 8 e 11 meses, a partir do início da aplicação das diferentes doses de nitrogênio no substrato. Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' chegaram mais precocemente ao ponto de enxertia do que as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Os resultados obtidos foram coerentes com os encontrados por diversos autores. FORTES (1991), trabalhando com sacolas de polietileno, conseguiu obter porta-enxertos aptos à enxertia aos 265 dias após a sementeira, apresentando um diâmetro de 5 mm a 15 cm de altura do colo. Aos 195 dias após a sementeira, REZENDE (1991) obteve porta-enxertos aptos à enxertia, com diâmetro do caule de 5 mm a uma altura de 15 cm a partir do colo. Ambos os pesquisadores trabalharam com o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'.

A princípio, esperava-se que o tempo para a produção dos porta-enxertos fosse menor, visto que estes foram cultivados em condições favoráveis de umidade e sanidade e com adubação adequada para seus ótimos crescimento e desenvolvimento. Um fator que pode ter limitado a

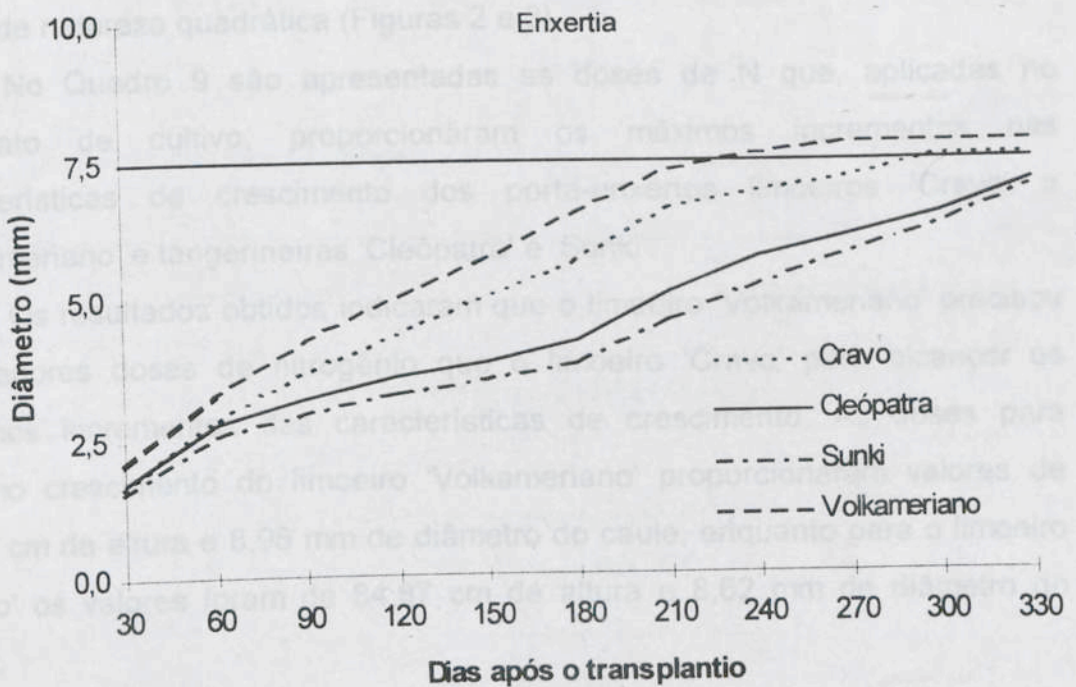
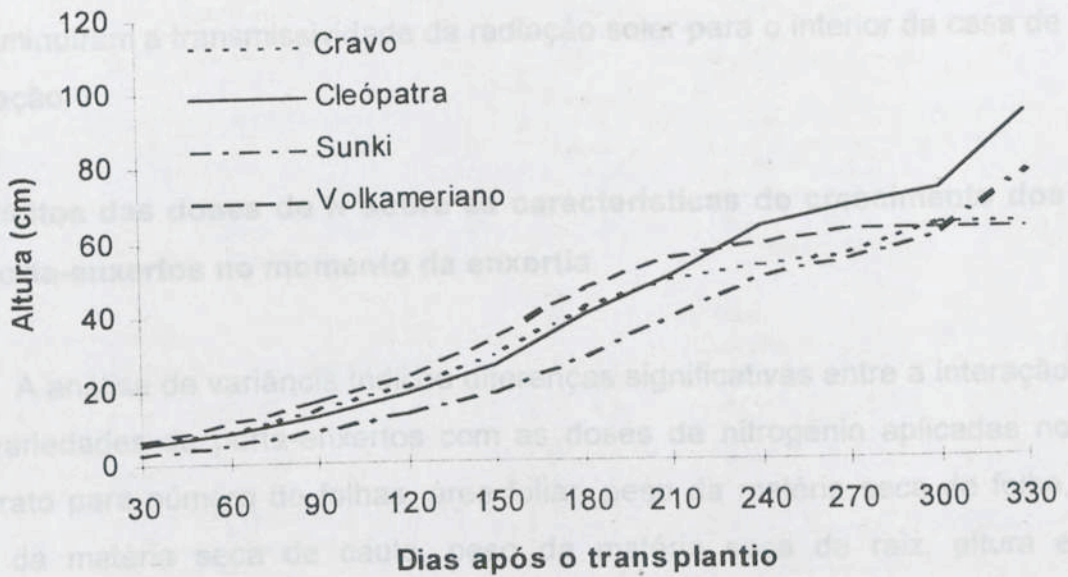


Figura 1 – Crescimento médio dos diferentes porta-enxertos, correspondentes à média das doses de nitrogênio aplicadas no substrato de cultivo, nas diferentes épocas de avaliação.

obtenção dos porta-enxertos em menor tempo foi a luminosidade da casa de vegetação, visto que esta se apresentava instalada em local onde chegavam poucos raios solares durante o dia e, ainda, era coberta com placas de vidro que diminuíram a transmissividade da radiação solar para o interior da casa de vegetação.

### **3.2. Efeitos das doses de N sobre as características de crescimento dos porta-enxertos no momento da enxertia**

A análise de variância indicou diferenças significativas entre a interação das variedades de porta-enxertos com as doses de nitrogênio aplicadas no substrato para número de folhas, área foliar, peso da matéria seca de folha, peso da matéria seca de caule, peso da matéria seca de raiz, altura e diâmetro.

As equações de regressão das características de crescimento dos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e das tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' foram de natureza quadrática (Figuras 2 e 3).

No Quadro 9 são apresentadas as doses de N que, aplicadas no substrato de cultivo, proporcionaram os máximos incrementos nas características de crescimento dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Os resultados obtidos indicaram que o limoeiro 'Volkameriano' precisou de menores doses de nitrogênio que o limoeiro 'Cravo' para alcançar os máximos incrementos das características de crescimento. As doses para máximo crescimento do limoeiro 'Volkameriano' proporcionaram valores de 80,94 cm de altura e 8,96 mm de diâmetro do caule, enquanto para o limoeiro 'Cravo' os valores foram de 84,87 cm de altura e 8,62 mm de diâmetro do caule.

Com relação às duas tangerineiras, os resultados obtidos indicaram que a 'Sunki' precisou de menores doses de nitrogênio que a 'Cleópatra' para alcançar os máximos incrementos na maioria das características de crescimento avaliadas, com exceção da matéria seca de raiz e diâmetro do caule. As doses para máximo crescimento da tangerineira 'Sunki'

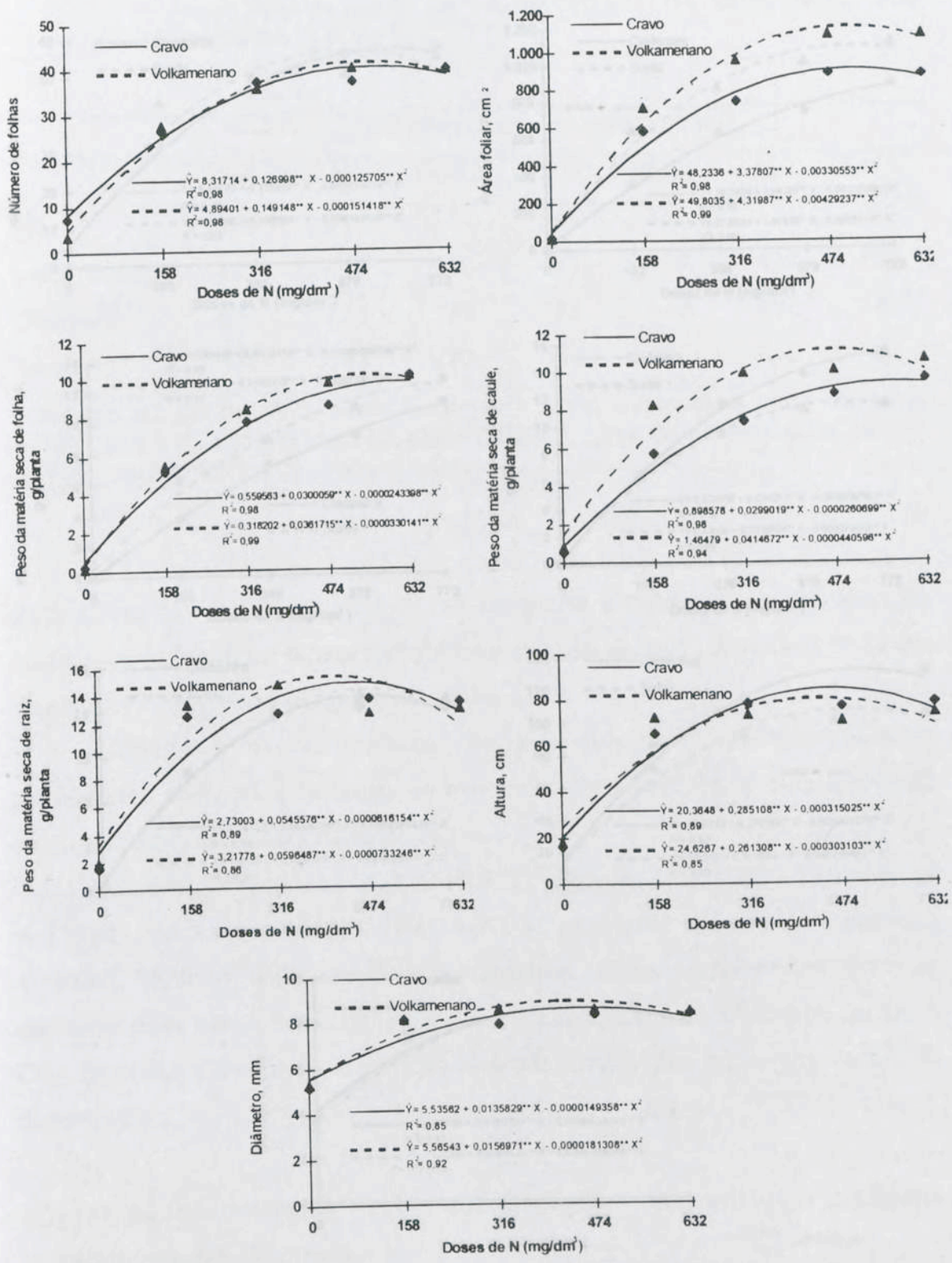


Figura 2 – Efeito das doses de nitrogênio adicionadas no substrato sobre as Características de crescimento dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Volkameriano' no momento da enxertia.

Quatro 9 – Doses de N (mg/dm<sup>3</sup>) aplicadas no substrato que proporcionaram o valor máximo para as características de crescimento dos

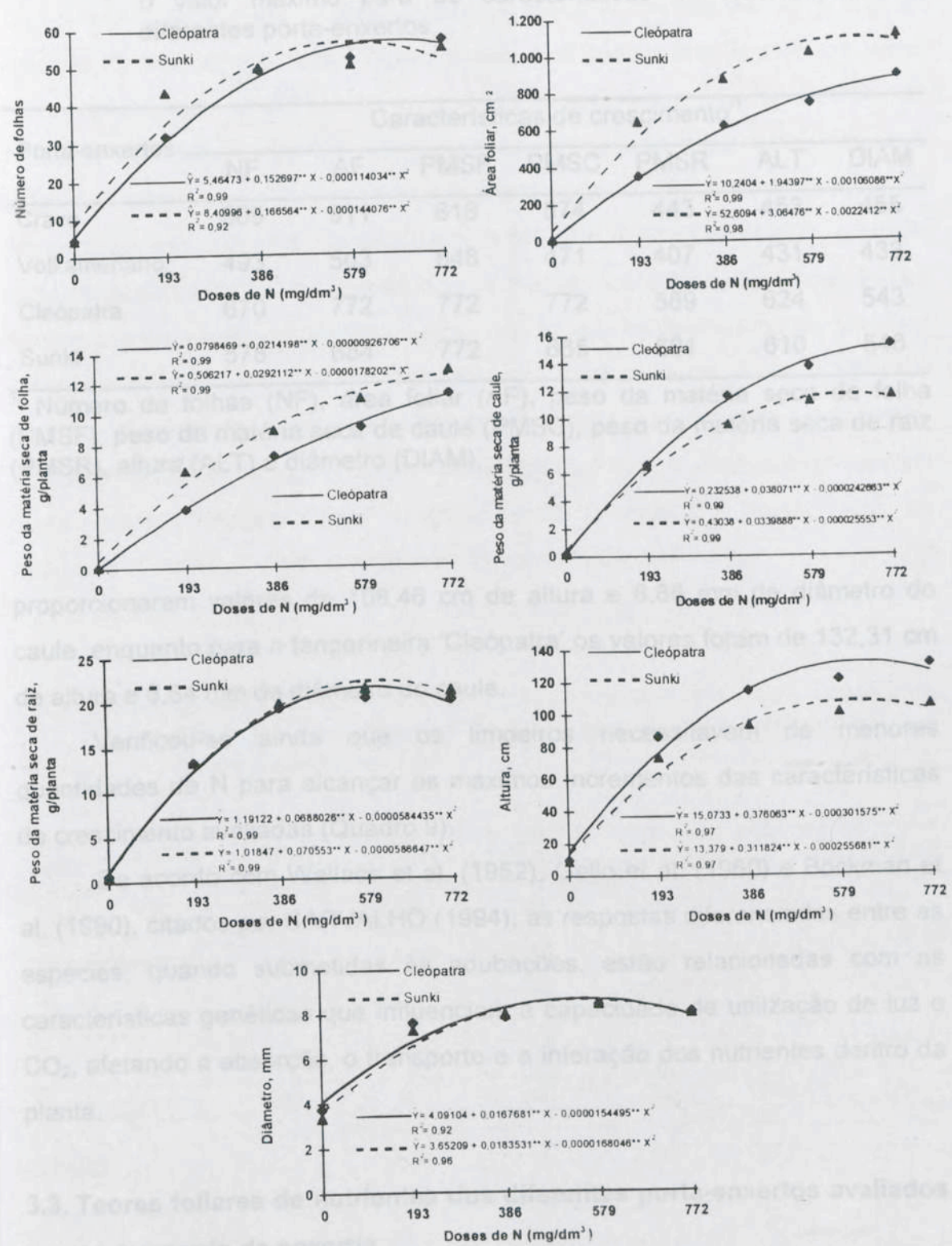


Figura 3 – Efeito das doses de nitrogênio adicionadas no substrato sobre as Características de crescimento dos porta-enxertos 'Cleópatra' e 'Sunki' no momento da enxertia.

Quadro 9 – Doses de N ( mg/dm<sup>3</sup> ) aplicadas no substrato que proporcionaram o valor máximo para as características de crescimento dos diferentes porta-enxertos

Porta-enxertos	Características de crescimento <sup>1/</sup>						
	NF	AF	PMSF	PMSC	PMSR	ALT	DIAM
Cravo	505	511	616	574	443	453	455
Volkameriano	493	503	548	471	407	431	433
Cleópatra	670	772	772	772	589	624	543
Sunki	578	684	772	665	601	610	546

<sup>1/</sup> Número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PMSF), peso da matéria seca de caule (PMSC), peso da matéria seca de raiz (PMSR), altura (ALT) e diâmetro (DIAM).

proporcionaram valores de 108,46 cm de altura e 8,66 mm de diâmetro do caule, enquanto para a tangerineira 'Cleópatra' os valores foram de 132,31 cm de altura e 8,64 mm de diâmetro do caule.

Verificou-se ainda que os limoeiros necessitavam de menores quantidades de N para alcançar os máximos incrementos das características de crescimento avaliadas (Quadro 9).

De acordo com Wallace et al. (1952), Gallo et al. (1960) e Bockman et al. (1990), citados por CARVALHO (1994), as respostas diferenciadas entre as espécies, quando submetidas às adubações, estão relacionadas com as características genéticas que influenciam a capacidade de utilização de luz e CO<sub>2</sub>, afetando a absorção, o transporte e a interação dos nutrientes dentro da planta.

### 3.3. Teores foliares de nutrientes dos diferentes porta-enxertos avaliados no momento da enxertia

Os maiores teores de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-total, Cu e Mn foram obtidos na matéria seca das folhas do limoeiro 'Cravo', enquanto os teores de Mg e Fe foram maiores nos tecidos foliares do limoeiro 'Volkameriano'

(Quadro 10). A tangerineira 'Cleópatra' apresentou os maiores teores de P, K, Ca, S e Zn. O limoeiro 'Cravo' exibiu os menores teores de Ca e Mg. O limoeiro 'Volkameriano' teve, com relação aos teores de P e K, os seus menores valores. MARTEL et al. (1997) encontraram valores baixos de potássio nas folhas de 13 variedades de laranjeiras enxertadas sobre o limoeiro 'Volkameriano', evidenciando o efeito negativo desse porta-enxerto na absorção desse nutriente. De acordo com MALAVOLTA et al. (1997), o porta-enxerto pode modificar os teores dos nutrientes na variedade Copa. Esses baixos teores de K na matéria seca das folhas do porta-enxerto limoeiro 'Volkameriano' podem estar relacionados com a própria característica genética desse porta-enxerto, visto que GENÚ (1985) também observou baixos teores de potássio nas folhas do limoeiro 'Volkameriano' quando comparado com os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', além da laranjeira 'Caipira', Trifoliata e limoeiro 'Rugoso Nacional'.

Quadro 10 – Teores médios<sup>(1)</sup> de nutrientes na matéria seca das folhas dos diferentes porta-enxertos de citros, quando estes estavam aptos a serem enxertados

Porta-enxertos	N-orgân	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-total	dag/kg		
				P	K	Ca
Cravo	2,77	0,062	2,84	0,16	2,39	1,65
Volkameriano	2,43	0,059	2,49	0,11	2,05	1,76
Cleópatra	2,71	0,053	2,77	0,17	2,45	2,01
Sunki	2,14	0,050	2,19	0,14	2,10	1,68
Porta-enxertos	Mg	S	Fe	mg/kg		
				Cu	Mn	Zn
Cravo	0,35	0,64	92,8	2,55	93,8	20,7
Volkameriano	0,39	0,55	96,6	2,27	76,3	19,7
Cleópatra	0,37	0,72	77,8	1,47	79,7	24,4
Sunki	0,35	0,61	74,7	1,77	55,0	19,1

<sup>(1)</sup> Médias das doses de nitrogênio.

Comparando os teores médios encontrados na matéria seca das folhas dos porta-enxertos (Quadro 10) com os padrões propostos pelo GRUPO... – GPACC (1994) para plantas adultas, verificou-se que a tangerineira 'Sunki' apresentou teores baixos de N, Ca, Cu e Zn. Os demais nutrientes para esse porta-enxerto ficaram na faixa adequada. A tangerineira 'Cleópatra' exibiu teores adequados de N, P, Mg, Fe e Mn, sendo os teores de Ca, Cu e Zn considerados baixos. Os limoeiros apresentaram comportamento praticamente semelhante, com teores adequados de N, Mg, Fe e Mn; os teores de Ca, Cu e Zn foram considerados baixos. O nutriente que apresentou teores diferenciados para os limoeiros foi o P, com teor adequado para o limoeiro 'Cravo' e baixo para o limoeiro 'Volkameriano'. Os teores K e S para todos os porta-enxertos estudados ficaram acima da faixa considerada como adequada para as plantas adultas de citros.

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' apresentaram os maiores teores de N-orgânico,  $N-NO_3^-$ , N-total, Fe, Cu e Mn quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' (Quadro 11). As tangerineiras apresentaram os maiores teores de P, Ca, S e Zn quando comparadas com os limoeiros. Os limoeiros e as tangerineiras não apresentaram diferenças com relação aos teores de K e Mg.

Ao se compararem os limoeiros entre si, foi observado que o 'Cravo' apresentou os maiores teores de N-orgânico, N-total, P, S, Cu e Mn que o limoeiro 'Volkameriano', tendo este exibido os maiores teores dos nutrientes Ca e Mg. Estes dois porta-enxertos não apresentaram diferenças nos teores de  $N-NO_3^-$ , K, Fe e Zn. Com relação às tangerineiras, verificou-se que a 'Cleópatra' foi o porta-enxerto que mostrou os maiores teores de N-orgânico, N-total, P, Ca, S, Mn e Zn quando comparada com a 'Sunki'. Esta tangerineira exibiu o maior teor de Cu, não sendo observado diferenças entre as tangerineiras quanto aos teores de  $N-NO_3^-$ , K, Mg e Fe.

Diferenças na composição mineral da matéria seca foliar de variedades de citros foram descritas por RESSE e KOO (1977), SANTOS (1980), GENÚ (1985), MAUST e WILLIAMSON (1994) e MARTEL et al. (1997). Tal variabilidade na composição nutricional pode ter sido em razão da espécie de porta-enxerto utilizada, pois, segundo Cunha Sobrinho et al. (1990), citados

Quadro 11 – Contrastes dos valores médios dos teores de nutrientes na matéria seca dos diferentes porta-enxertos de citros, adubados com diferentes doses de nitrogênio

Contrastes	N-orgân.	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-total	P	K	Ca
	-----dag/kg-----					
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	0,35**	0,018**	0,37**	-0,05**	-0,11 <sup>NS</sup>	-0,29**
CRA vs. VOL	0,34**	0,003 <sup>NS</sup>	0,35**	0,05**	0,35 <sup>NS</sup>	-0,11*
CLE vs. SUN	0,57**	0,003 <sup>NS</sup>	0,58**	0,03**	0,35 <sup>NS</sup>	0,33**
Contrastes	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn
	-----dag/kg-----			-----mg/kg-----		
CRA+ VOL vs. CLE + SUN	0,02 <sup>NS</sup>	-0,15**	36,8**	1,60**	35,4**	-3,10*
CRA vs. VOL	-0,04**	0,09*	-3,8 <sup>NS</sup>	0,28*	17,5**	0,98 <sup>NS</sup>
CLE vs. SUN	0,01 <sup>NS</sup>	0,11**	3,1 <sup>NS</sup>	-0,29*	24,7**	5,30**

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

<sup>NS</sup> e \* e \*\* não-significativo e significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

por CARVALHO (1994), existem variações na habilidade de absorção de nutrientes, em virtude de diferenças na seletividade do tecido radicular. MARTEL et al. (1997), trabalhando com 13 diferentes variedades de laranjeiras enxertadas sobre os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', verificaram variações nos teores foliares de K, Ca e Mg das variedades Copa e que os porta-enxertos tinham influência sobre a absorção e translocação desses macronutrientes. Diferenças genéticas dos porta-enxertos (CARPENA ARTÉS, 1987) ou mesmo diferentes respostas em crescimento também podem provocar alterações nas concentrações de nutrientes, pelo chamado efeito de diluição ou concentração (MALAVOLTA et al., 1997).

CARVALHO (1994) comentou que os diversos porta-enxertos utilizados para produção de mudas de citros apresentam diferenças relacionadas com o vigor ou a velocidade de crescimento, podendo refletir em relação às necessidades nutricionais. COELHO e ALVES (1991) encontraram diferenças nas concentrações de nutrientes nas folhas da laranjeira 'Pêra' enxertada sobre o limoeiro 'Cravo'.

Em estudo com diferentes tipos de solos e doses de fósforo, BUENO (1984) observou que a tangerineira 'Cleópatra' apresentou maiores teores médios de N, Ca, Mg e K quando comparada com o limoeiro 'Cravo'. Os mesmos porta-enxertos não exibiram diferenças com relação aos nutrientes P, B, Mn e Zn, sendo, no caso do Cu, os maiores valores encontrados nos tecidos do limoeiro 'Cravo'.

GENÚ (1985), trabalhando com tangerineira 'Poncã' enxertada sobre sete espécies de porta-enxertos e com os pés francos desses mesmos porta-enxertos, verificou que o limoeiro 'Cravo' apresentou os maiores teores médios de P e K quando comparado com o 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. No 'Volkameriano', foram encontrados os maiores teores de N, Ca, Mn e Zn, sendo o Mg na tangerineira 'Cleópatra' e o Cu na 'Sunki'.

FONTANEZZI (1989), trabalhando com adubação fosfatada na presença de fungos micorrízicos, verificou que o limoeiro 'Cravo' apresentou maiores valores médios de N, Ca, Mg, Cu e Mn, em comparação com a tangerineira 'Cleópatra'. Esses porta-enxertos não diferiram para os nutrientes P, K, B e Zn, sendo observado maior concentração de S nos tecidos da tangerineira 'Cleópatra'.

CARVALHO (1994) submeteu os porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' a diferentes doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio. O limoeiro 'Cravo' foi o porta-enxerto que apresentou as maiores concentrações de P, K, Cu, Mn e Zn, enquanto a tangerineira 'Cleópatra' exibiu os maiores valores de N, Mg e B, sendo o Ca e S semelhantes em ambos os porta-enxertos.

Os resultados, de modo geral, foram bastante coerentes com os verificados na literatura, em relação aos teores foliares dos nutrientes nos porta-enxertos estudados. As diferenças dos resultados podem ter sido devidas ao fato de os trabalhos terem sido conduzidos, em diferentes épocas, com diferentes tratamentos, além de outros fatores que podem ter influenciado no crescimento dos diversos porta-enxertos. BOEIRA et al. (1986), FONTANEZZI (1989) e CARVALHO (1994) também observaram variações nos seus resultados durante a interação entre espécies e fatores avaliados, como

tipo de solo, presença ou não de fungo micorrízico, doses de fósforo e doses de nitrato de potássio com diferentes frequências de aplicação.

### **3.4. Efeitos das doses de N sobre os teores de nutrientes na matéria seca total dos diferentes porta-enxertos no momento da enxertia**

A adição de nitrogênio na forma de uréia no substrato de cultivo influenciou os teores foliares de todos os nutrientes estudados, nos diferentes porta-enxertos de citros (Figura 4, 5, 6 e 7). A alta solubilidade desse adubo, com cerca de 45% de N na forma amídica ( $\text{NH}_2$ ), que se transforma posteriormente em  $\text{NH}_4^+$  e pode ser absorvido facilmente pelas plantas (MALAVOLTA, 1981), aumentou os teores de N nos tecidos de todos os porta-enxertos em relação aos tratamentos que não receberam adubação nitrogenada. Diversos trabalhos têm evidenciado a influência da adubação nitrogenada nos teores desse elemento nas diversas partes das plantas cítricas, em comparação com as plantas que não receberam nitrogênio (SERNA et al., 1992; CARVALHO, 1994; MAUST e WILLIAMSON, 1994; GUAZZELLI et al., 1996; DOU e ALVA, 1998; DECARLOS NETO, 2000). As plantas que não receberam nitrogênio apresentaram crescimento reduzido e queda das folhas mais velhas em todos os porta-enxertos estudados. Foi ainda observado clorose generalizada nas folhas, caracterizando-se visualmente a deficiência de N como descrito por VITTI e CABRITA (1998).

Os teores de N-orgânico e N-total nas folhas aumentaram em todos os porta-enxertos, com a aplicação das doses de nitrogênio no substrato de cultivo. Para o  $\text{N-NO}_3^-$ , observou-se um limite máximo de concentração deste elemento nas folhas do limoeiro 'Volkameriano' e das tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', acima do qual não se obteve mais resposta à adubação nitrogenada. O limoeiro 'Cravo' não apresentou o mesmo comportamento, e aumentos nas doses de nitrogênio no substrato refletiram em incrementos nos teores de  $\text{N-NO}_3^-$  nas folhas desse porta-enxerto.

Os teores de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 3,49 dag/kg, 0,074 dag/kg e 3,57 dag/kg no limoeiro 'Cravo'.

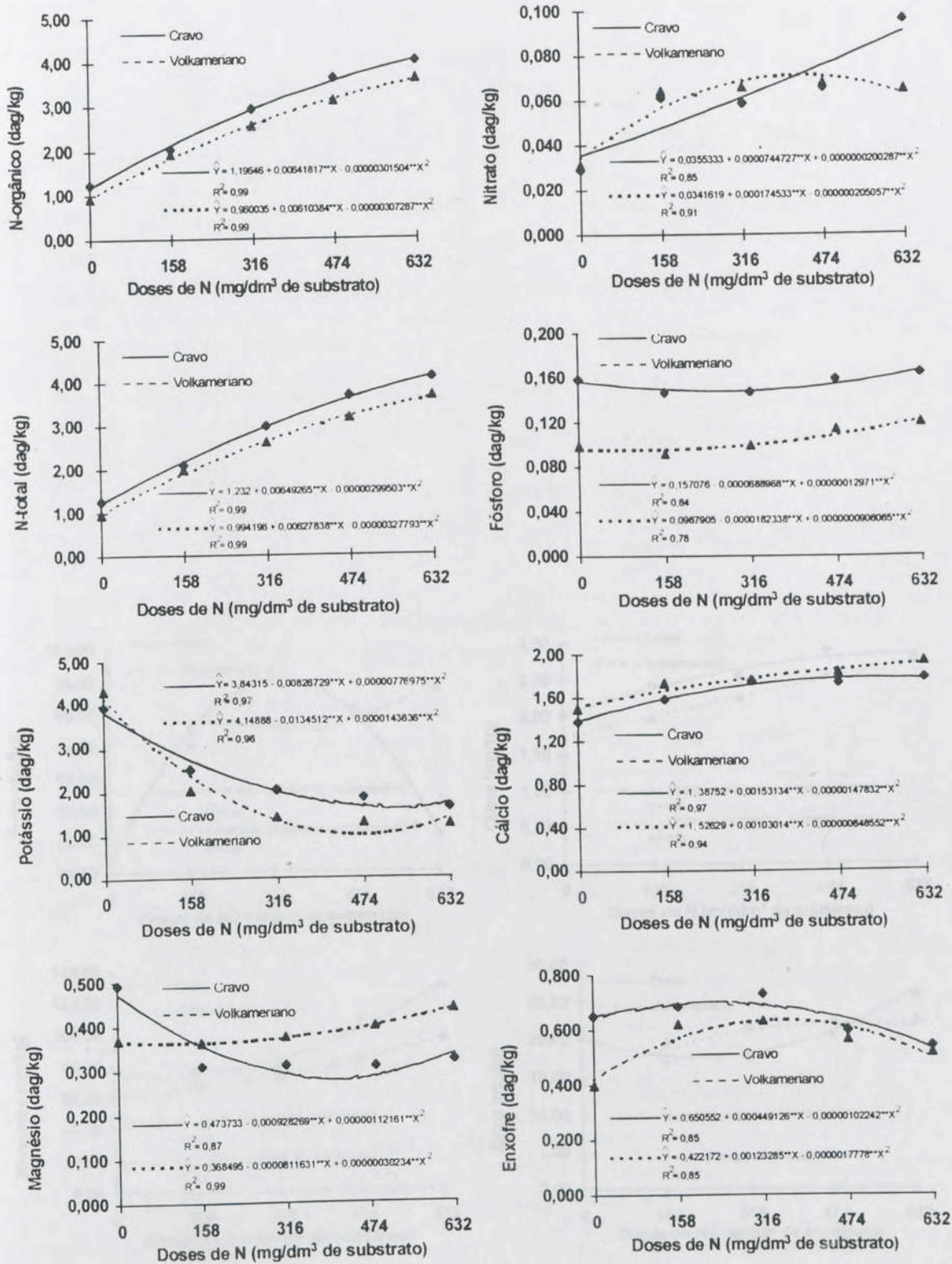


Figura 4 – Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de macronutrientes na matéria seca total das folhas dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Volkameriano' no momento da enxertia.

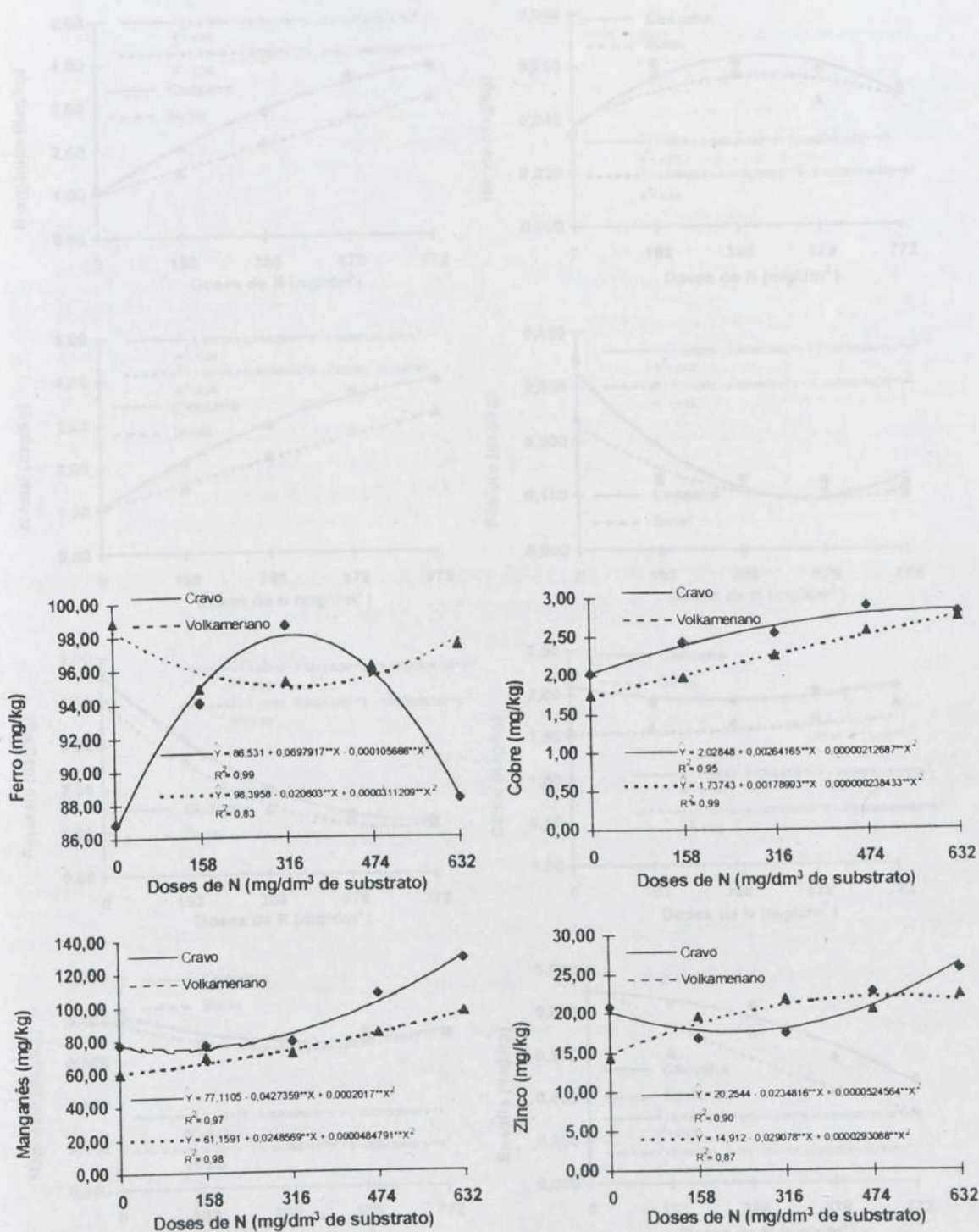


Figura 5 – Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de micronutrientes na matéria seca total das folhas dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Volkameriano' no momento da enxertia.

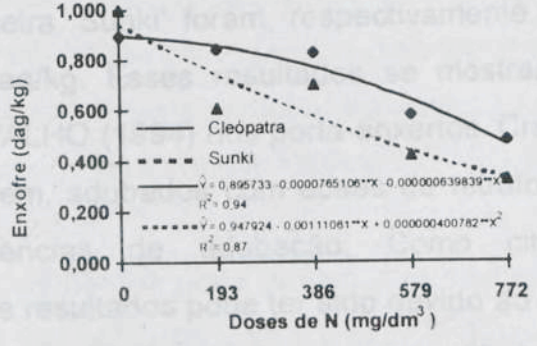
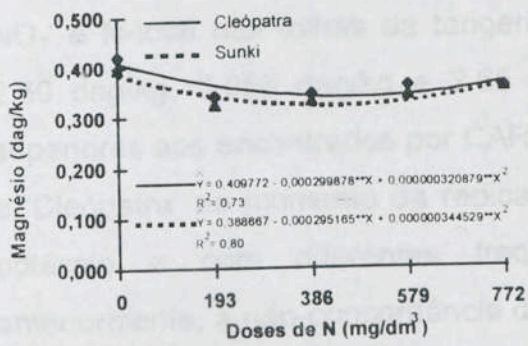
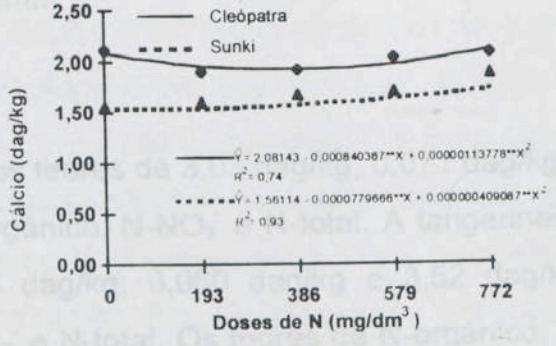
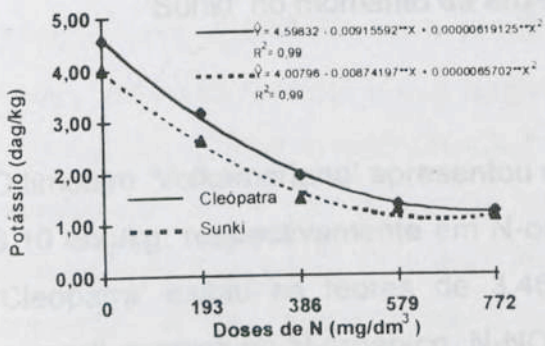
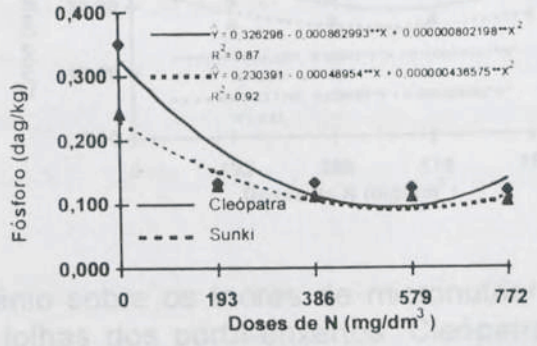
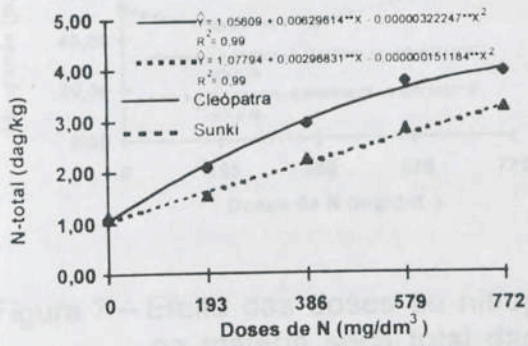
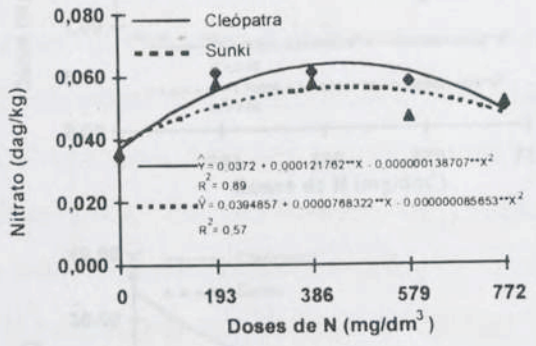
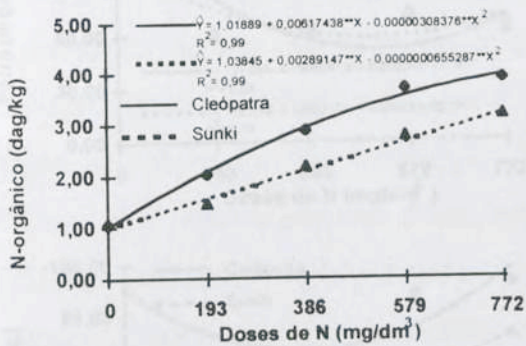


Figura 6 – Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de macronutrientes na matéria seca total das folhas dos porta-enxertos ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’ no momento da enxertia.

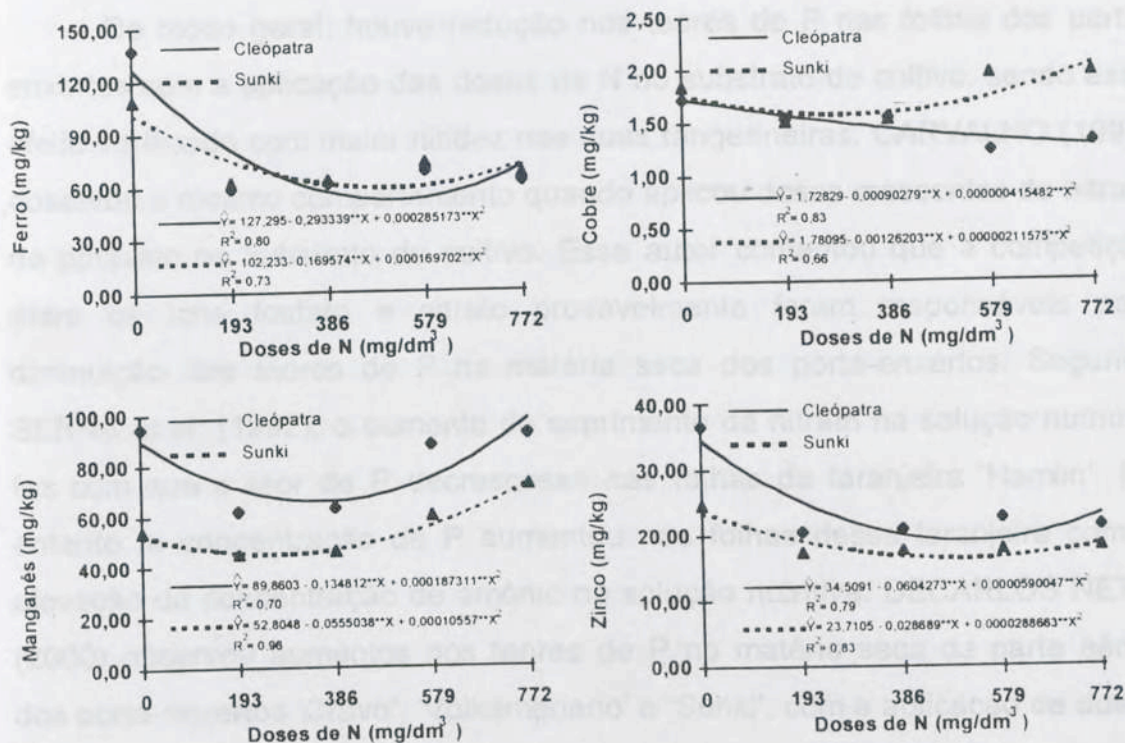


Figura 7 – Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de micronutrientes na matéria seca total das folhas dos porta-enxertos 'Cleópatra' e 'Sunki' no momento da enxertia.

O limoeiro 'Volkameriano' apresentou os teores de 3,03 dag/kg, 0,071 dag/kg e 3,10 dag/kg, respectivamente em N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-total. A tangerineira 'Cleópatra' exibiu os teores de 3,46 dag/kg, 0,060 dag/kg e 3,52 dag/kg, respectivamente no N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-total. Os teores de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-total nas folhas da tangerineira 'Sunki' foram, respectivamente, de 2,60 dag/kg, 0,056 dag/kg e 2,65 dag/kg. Esses resultados se mostraram superiores aos encontrados por CARVALHO (1994) nos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleópatra' no momento da repicagem, adubados com doses de nitrato de potássio e com diferentes frequências de adubação. Como citado anteriormente, a não-concordância dos resultados pode ter sido devido ao fato de os trabalhos terem sido conduzidos, em diferentes épocas, com diferentes tratamentos, além de outros fatores que podem ter influenciado o crescimento dos diferentes porta-enxertos, refletindo, assim, em teores diferentes daqueles dos nutrientes estudados.

De modo geral, houve redução nos teores de P nas folhas dos porta-enxertos com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, sendo esse efeito verificado com maior nitidez nas duas tangerineiras. CARVALHO (1994) observou o mesmo comportamento quando aplicou doses crescentes de nitrato de potássio no substrato de cultivo. Esse autor comentou que a competição entre os íons fosfato e nitrato provavelmente foram responsáveis pela diminuição dos teores de P na matéria seca dos porta-enxertos. Segundo SERNA et al. (1992), o aumento do suprimento de nitrato na solução nutritiva fez com que o teor de P decrescesse nas folhas da laranjeira 'Hamlin'. No entanto, a concentração de P aumentou nas folhas dessa laranjeira com a elevação da concentração de amônio na solução nutritiva. DECARLOS NETO (2000) observou aumentos nos teores de P na matéria seca da parte aérea dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano' e 'Sunki', com a aplicação de doses de N no substrato de cultivo.

Os teores de P nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 0,153 dag/kg, 0,106 dag/kg, 0,094 dag/kg e 0,093 dag/kg, respectivamente nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. BENNETT (1993), GPACC (1994) e MALAVOLTA et al. (1997) consideram que os teores adequados de P em folhas de plantas adultas de citros devem estar compreendidos entre 0,10 e 0,17 dag/kg de matéria seca. Os teores de P encontrados nos limoeiros estão dentro da faixa estabelecida por esses autores, não sendo observado o mesmo nas tangerineiras. Os resultados indicaram que, mesmo com a alta concentração de P no substrato de cultivo (Quadro 1) igual a 702 mg/dm<sup>3</sup>, as tangerineiras apresentaram teores baixos desse nutriente nas folhas, indicando que houve efeito de diluição (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de K nas folhas dos diferentes porta-enxertos se reduziram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo. Resultados semelhantes foram verificados em plantas adultas e porta-enxertos adubados com doses crescentes de fertilizantes amoniacais (REESE e KOO, 1977; DECARLOS NETO, 2000). Esse resultado pode ser explicado pela competição entre os cátions  $K^+$  e  $NH_4^+$ , visto que, na aplicação de N na forma de uréia, o

primeiro produto da solubilização são dois átomos de  $\text{NH}_4^+$ . SERNA et al. (1992) observaram respostas negativas dos teores foliares de K na laranjeira 'Hamlin', na presença de maiores concentrações de  $\text{NH}_4^+$  em solução nutritiva. Tal comportamento não foi observado quando a solução nutritiva apresentava maiores concentrações de nitrato. Segundo KIRBY e MENGEL (1967), os íons  $\text{K}^+$  e  $\text{NH}_4^+$  apresentam similaridade e mecanismo comum na absorção, indicando, portanto, que existe competição na absorção desses íons, sendo essa, portanto, a possível explicação para os menores teores de K nas folhas dos porta-enxertos que receberam doses crescentes de N.

Os teores de K nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 1,64 dag/kg, 1,02 dag/kg, 1,45 dag/kg e 1,19 dag/kg, respectivamente nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Tais resultados estão abaixo dos encontrados por CARVALHO (1994) e DECARLOS NETO (2000), porém de acordo com as faixas de teores consideradas adequadas para plantas adultas por BENNETT (1993), GPACC (1994) e MALAVOLTA et al. (1997).

Com relação ao Ca, pode-se observar que as adubações nitrogenadas não influenciaram, de maneira expressiva, os teores desse elemento na matéria seca dos porta-enxertos. Resposta semelhante foi observada por DECARLOS NETO (2000), trabalhando com os mesmos porta-enxertos adubados com doses crescentes de N.

Os teores de Ca nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 1,78 dag/kg, 1,85 dag/kg, 1,96 dag/kg e 1,64 dag/kg, respectivamente nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Esses resultados estão acima dos valores encontrados por CARVALHO (1994) no tratamento de melhor crescimento vegetativo. Esse autor determinou os teores de 1,28 dag/kg e 1,11 dag/kg, respectivamente no limoeiro 'Cravo' e na tangerineira 'Cleópatra'. DECARLOS NETO (2000), trabalhando com os porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' adubados com doses crescentes de N, encontrou os teores médios de Ca na matéria seca da parte aérea de 1,12 dag/kg, 1,22 dag/kg, 1,30 dag/kg e

1,38 dag/kg, respectivamente, nesses porta-enxertos. Segundo BENNETT (1993), GPACC (1994) e MALAVOLTA et al. (1997), os teores adequados de Ca em folhas de plantas adultas de citros devem estar compreendidos entre 2,60 e 5,00 (dag/kg) de matéria seca. Os teores de Ca encontrados nos limoeiros e nas tangerineiras estão abaixo da faixa estabelecida por esses autores. Esses baixos teores podem ser devidos, provavelmente, à competição entre os íons  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$  (SERNA et al., 1992) ou mesmo ao antagonismo entre  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{++}$  (MALAVOLTA, 1980), visto que o substrato tinha inicialmente uma concentração elevada de 250  $\text{mg/dm}^3$  de K (Quadro 1). A competição por sítios de troca entre os íons  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{++}$  tem sido bastante conhecida, fazendo com que um desses elementos deixe de ser absorvido em quantidades satisfatórias pelas plantas.

Os teores de Mg nas folhas dos diferentes porta-enxertos apresentaram respostas diferenciadas. Os teores de Ca nas folhas do limoeiro 'Cravo' diminuíram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, enquanto nos demais porta-enxertos essa resposta não foi tão expressiva.

Os teores de Mg nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 0,284 dag/kg, 0,390 dag/kg, 0,342 dag/kg e 0,330 dag/kg, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Tais resultados estão acima dos encontrados por CARVALHO (1994) e DECARLOS NETO (2000) e de acordo com os teores adequados de Mg em folhas de plantas adultas de citros, que devem estar compreendidos entre 1,90 e 5,00 dag/kg de matéria seca (BENNETT, 1993; GPACC, 1994; MALAVOLTA et al., 1997). Mesmo estando em concentrações adequadas para os porta-enxertos, a aplicação de nitrogênio no substrato fez com que houvesse decréscimo nos teores desse nutriente na matéria seca das folhas dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Isso se deve, provavelmente, à competição entre os íons  $\text{Mg}^{++}$  e  $\text{K}^+$ , além do  $\text{NH}_4^+$ . SERNA et al. (1992) obteve teores de Mg nas folhas da laranjeira 'Hamlin' inferiores com o incremento de nitrogênio, nas formas amoniacal ou nítrica. Outra hipótese, que pode ser levantada, é de que, devido ao efeito de diluição, os teores de Mg nas folhas dos porta-enxertos podem ter diminuído (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de S nas folhas dos limoeiros aumentaram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, sendo observado, porém, um limite máximo desses teores, a partir do qual eles diminuíram. Os teores de S nas folhas das tangerineiras diminuíram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo. Esses resultados discordam, em parte, dos obtidos por CARVALHO (1994), que encontrou resposta positiva da adubação com nitrato de potássio sobre os teores desse nutriente na matéria seca das folhas da tangerineira 'Cleópatra' e do limoeiro 'Cravo'.

Os teores de S nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 0,643 dag/kg, 0,623 dag/kg, 0,666 dag/kg e 0,461 dag/kg, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Esses resultados estão acima dos encontrados por CARVALHO (1994) no tratamento de melhor crescimento, que foram, no limoeiro 'Cravo', de 0,18 dag/kg e, na tangerineira 'Cleópatra', de 0,17 dag/kg. DECARLOS NETO (2000), trabalhando com os mesmos porta-enxertos, encontrou os teores de 0,21 dag/kg, 0,21 dag/kg, 0,19 dag/kg e 0,20 dag/kg, respectivamente, nos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Com exceção dos teores da tangerineira 'Sunki', todos os outros são considerados excessivos, visto que os teores considerados como adequados para plantas adultas de citros estão entre 0,20 e 0,50 (dag/kg) de matéria seca (BENNETT, 1993; GPACC, 1994; MALAVOLTA et al., 1997). Segundo MALAVOLTA (1980), altas concentrações de S podem ocorrer devido, provavelmente, a um melhor balanço entre o S e os íons acompanhantes  $NH_4^+$  e  $K^+$ , que favorecem a sua absorção. Além disso, a presença desse elemento em 12% na composição do superfosfato simples aplicado em concentrações elevadas no substrato fez com que os teores de enxofre fossem muito elevados, graças à maior absorção por parte das plantas estudadas.

Os teores de Fe nas folhas dos porta-enxertos diminuíram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, com exceção do porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. Os teores de Fe nas folhas desse limoeiro aumentaram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, sendo

observado, porém, um limite máximo desses teores, a partir do qual eles diminuíram.

Os teores de Fe nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 96,42 mg/kg, 95,31 mg/kg, 52,09 mg/kg e 60,24 mg/kg, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Segundo BENNETT (1993), GPACC (1994) e MALAVOLTA et al. (1997), os teores adequados de Fe em folhas de plantas adultas de citros devem estar compreendidos entre 35 e 130 mg/kg de matéria seca. Os teores de Fe encontrados nos limoeiros e nas tangerineiras estavam dentro da faixa estabelecida por esses autores. Respostas quanto aos teores de Fe foram obtidas por SERNA et al. (1992), por ocasião da aplicação de doses crescentes de nitrogênio na solução nutritiva. Esses autores verificaram que o aumento nas concentrações de  $\text{NH}_4^+$  influenciaram, positivamente, os teores desse nutriente na matéria seca da laranjeira 'Hamlin', enquanto a aplicação de  $\text{NO}_3^-$  reduziu os teores de Fe nessa variedade. Outra hipótese que pode explicar o decréscimo dos teores foliares dos porta-enxertos limoeiro 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' foi a do efeito de diluição (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de Cu nas folhas dos limoeiros aumentaram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, não sendo observado o mesmo comportamento nas tangerineiras. A tangerineira 'Sunki' apresentou o mesmo comportamento da 'Cleópatra', até certo limite, quando, então, os teores começaram a aumentar. Esses resultados concordaram parcialmente com os encontrados por CARVALHO (1994), pois ele verificou relação negativa entre a aplicação de nitrato de potássio e os teores de Cu na matéria seca dos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleópatra'. DECARLOS NETO (2000) observou acréscimos nos teores de Cu nas folhas dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e das tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' e do 'Tângelo Orlando'. SERNA et al. (1992) observaram decréscimo nos teores de Cu quando aplicaram doses crescentes de  $\text{NO}_3^-$  na solução nutritiva, e a aplicação  $\text{NH}_4^+$  influenciou positivamente os teores desse elemento na matéria seca das folhas da laranjeira 'Hamlin'.

Os teores de Cu nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 2,79 mg/kg, 2,47 mg/kg, 1,36 mg/kg e 1,72 mg/kg, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki. Os resultados encontrados estavam abaixo dos teores encontrados por CARVALHO (1994) e eram superiores aos encontrados por DECARLOS NETO (2000). Os teores de Cu em todos os porta-enxertos estão dentro da faixa considerada como ideal para as plantas adultas de citros, que era de 4,10 a 16,00 (mg/kg) de matéria seca (BENNETT, 1993; GPACC, 1994; MALAVOLTA et al., 1997). Segundo MALAVOLTA (1980), baixas concentrações de Cu podem ser influenciadas por altas concentrações de Mo, Zn e P. Tudo indica que a alta concentração de P no substrato de cultivo ( $720 \text{ mg/dm}^3$  de P) tenha influenciado negativamente a absorção desse elemento pelos porta-enxertos (Quadro 1).

Os teores de Mn nas folhas dos limoeiros aumentaram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, não sendo observada a mesma resposta para as duas tangerineiras, cujos teores diminuíram até certo limite, quando, então, voltaram a aumentar.

Os teores de Mn nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 99,38 mg/kg, 81,00 mg/kg, 71,86 mg/kg e 53,98 mg/kg, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki. Esses teores são considerados adequados para plantas adultas de citros (BENNETT, 1993; GPACC, 1994; MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de Zn nas folhas dos limoeiros aumentaram com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo, não sendo observado o mesmo comportamento nas duas tangerineiras. O limoeiro 'Cravo' apresentou decréscimo nos teores de Zn até certo limite, quando, então, estes voltaram a aumentar. Esses resultados concordam, parcialmente, com os de CARVALHO (1994) e DECARLOS NETO (2000), que encontraram respostas positivas para esse nutriente quando aplicaram doses de N na forma de nitrato de potássio e uréia. SERNA et al. (1992) observaram resposta negativa quando aumentaram as concentrações de nitrato na solução nutritiva sobre os teores de Zn na matéria seca das folhas da laranjeira 'Hamlin'.

Os teores de Zn nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 20,42 mg/kg, 22,01 mg/kg, 19,09 mg/kg e 16,65 mg/kg, respectivamente, nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e nas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Esses teores estavam bem próximos dos encontrados por DECARLOS NETO (2000) para o máximo crescimento em altura, que foram de 18,60 mg/kg, 23,50 mg/kg e 21,4 mg/kg, respectivamente, nos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineira 'Cleópatra'. CARVALHO (1994) obteve teores ótimos de Zn para o máximo crescimento do limoeiro 'Cravo' e da tangerineira 'Cleópatra' de 50,41 mg/kg e 51,01 mg/kg, respectivamente, nesses porta-enxertos.

Pelos resultados apresentados, notou-se que houve efeito não só das doses de nitrogênio, mas também das concentrações de P e K no substrato de cultivo, sobre a maioria dos nutrientes estudados. Isso indica que melhor balanceamento entre os nutrientes, principalmente os macronutrientes, deve ser feito para que os resultados sejam mais consistentes com relação ao nutriente em estudo, no caso o nitrogênio. De modo geral, a maioria dos nutrientes apresentou valores adequados para as plantas cítricas, à exceção de Ca, Cu e Zn. Os resultados evidenciaram que os porta-enxertos diferiram na maioria dos nutrientes estudados, indicando que, possivelmente, eles tenham absorção e translocação diferenciadas, o que refletiu nos diferentes teores de nutrientes e em algumas respostas durante a aplicação das doses de N no substrato de cultivo.

No Quadro 12 são apresentadas as faixas para interpretação do estado nutricional de nitrogênio dos diferentes porta-enxertos de citros. Esses valores foram estimados através das doses de N que proporcionaram 100%, 90% e 70% do máximo crescimento em diâmetro. De modo geral, houve muita variação entre os diferentes porta-enxertos nas faixas de nitrogênio obtidas. No entanto, a média das faixas de nitrogênio dos porta-enxertos está bem próxima das faixas de nitrogênio consideradas adequadas para plantas adultas de citros (BENNETT, 1993; GPACC, 1994; MALAVOLTA et al., 1997).

Quadro 12 – Faixas de interpretação do estado nutricional dos porta-enxertos de citros quando estes estavam aptos a serem enxertados (diâmetro de 7,5 mm)

Porta-enxertos	Muito baixo	Baixo	Adequado	Excesso
----- N-orgânico (dag/kg) -----				
Cravo	< 1,4	1,4 - 2,3	2,4 - 3,5	> 3,5
Volkameriano	< 1,3	1,3 - 2,0	2,1 - 3,0	> 3,0
Cleópatra	< 1,8	1,8 - 2,5	2,6 - 3,5	> 3,5
Sunki	< 1,5	1,5 - 1,9	2,0 - 2,6	> 2,6
Porta-enxertos	Muito baixo	Baixo	Adequado	Excesso
----- N-nitrato (dag/kg) -----				
Cravo	< 0,038	0,038 - 0,051	0,052 - 0,074	> 0,074
Volkameriano	< 0,042	0,042 - 0,061	0,062 - 0,071	> 0,071
Cleópatra	< 0,051	0,051 - 0,060	0,061 - 0,062	> 0,062
Sunki	< 0,049	0,049 - 0,054	0,055 - 0,056	> 0,056
Porta-enxertos	Muito baixo	Baixo	Adequado	Excesso
----- N-total (dag/kg) -----				
Cravo	< 1,5	1,5 - 2,4	2,5 - 3,6	> 3,6
Volkameriano	< 1,3	1,3 - 2,1	2,2 - 3,1	> 3,1
Cleópatra	< 1,8	1,8 - 2,6	2,7 - 3,5	> 3,5
Sunki	< 1,5	1,5 - 1,9	2,0 - 2,7	> 2,7

As tangerineiras de modo geral necessitaram, para alcançar o máximo crescimento em altura e diâmetro do caule, de maiores doses de nitrogênio que os limoeiros.

As doses de nitrogênio para a máxima eficiência física (MEF) dos porta-enxertos foram, em mg/dm<sup>2</sup> de substrato, de 456, 433, 343 e 546, respectivamente, nos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki'.

As doses de nitrogênio para a máxima eficiência econômica (MEE) recomendadas para os porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' foram, em mg/dm<sup>2</sup> de substrato, de 214, 211, 306 e 319, respectivamente.

#### 4. CONCLUSÕES

Os valores críticos médios de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub> e N-total dos porta-enxertos estudados e que correspondiam às doses para MEF foram, em

Os porta-enxertos apresentaram diferenças, com relação às características de crescimento avaliadas, quando foram submetidos às diferentes doses de nitrogênio no substrato de cultivo.

A tangerineira 'Sunki' foi o porta-enxerto que exibiu os maiores valores quanto às características de crescimento avaliadas, em comparação com os demais porta-enxertos, à exceção da característica de maior interesse, o diâmetro do caule.

Os limoeiros apresentaram maior vigor inicial quando foram comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

A tangerineira 'Cleópatra' mostrou grande alongamento do caule, o que, por sua vez, não redundou em ganho de diâmetro.

Os limoeiros chegaram primeiro ao ponto de enxertia, tendo-se mostrado muito vigorosos nesse sistema de cultivo, mesmo com as tangerineiras apresentando valores superiores quanto à maioria das características de crescimento avaliadas.

As doses de nitrogênio em cobertura influenciaram positivamente as características de crescimento dos porta-enxertos estudados, mas, quando em excesso, provocaram efeito negativo no crescimento das plantas.

As tangerineiras de modo geral necessitaram, para alcançar o máximo crescimento em altura e diâmetro do caule, de maiores doses de nitrogênio que os limoeiros.

As doses de nitrogênio para a máxima eficiência física (MEF) dos porta-enxertos foram, em  $\text{mg/dm}^3$  de substrato, de 455, 433, 543 e 546, respectivamente, nos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki'.

As doses de nitrogênio para a máxima eficiência econômica (MEE) recomendadas para os porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' foram, em  $\text{mg/dm}^3$  de substrato, de 214, 211, 306 e 319, respectivamente.

Os valores críticos médios de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total dos porta-enxertos estudados e que correspondiam às doses para MEF foram, em  $\text{dag/kg}$  de matéria seca de folha, de 3,15; 0,066; e 3,21, respectivamente.

Os valores críticos médios de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total dos porta-enxertos estudados e que correspondiam às doses para MEE foram, em  $\text{dag/kg}$  de matéria seca de folha, de 2,28; 0,058; e 2,34, respectivamente.

As doses de nitrogênio aplicadas no substrato de cultivo influenciaram os teores foliares de todos os nutrientes estudados.

Depois de absorvido, o nitrogênio passa por vários processos dentro da planta, podendo ser incorporado em diferentes moléculas, uma delas em especial é a clorofila, na qual se encontram quatro átomos de N, juntamente com um de Mg (TAIZ e ZEIGER, 1991; DEY e HARBORNE, 1997).

Em vários trabalhos, tem-se relatado a existência da relação entre o nitrogênio e as concentrações de clorofila em diferentes espécies de plantas. Dentre esses trabalhos, encontram-se os de SCHEPERS et al. (1992) e VARVAL et al. (1997) com milho, LOPEZ-CANTARERO et al. (1994) com batata, MINOTTI et al. (1994) com batata, WESTGOTT e WRAITH (1985) com hortelã-pimenta, FURLANI et al. (1986) com feijão, PENG et al.

## CAPÍTULO 2

### AVALIAÇÃO DA NUTRIÇÃO NITROGENADA DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS, UTILIZANDO-SE OS TEORES DE CLOROFILA NA FOLHA

#### 1. INTRODUÇÃO

As plantas, de modo geral, necessitam da aplicação de nutrientes para que possam produzir satisfatoriamente. De acordo com VITTI e CABRITA (1998), a adubação mineral é o meio mais rápido e mais barato, dentre os fatores de produção, para aumentar a produtividade das plantas cítricas.

Dentre os nutrientes utilizados nas adubações de citros, o nitrogênio é um dos mais importantes, pois faz parte de proteínas, aminoácidos, amidas, clorofila, alcalóides e outras substâncias.

A distribuição de nitrogênio nos citros, segundo MALAVOLTA e VIOLANTE NETO (1989), é de 41% nas folhas, 20% nos frutos, 29% no tronco e ramos e 10% nas raízes.

Segundo MARSCHNER (1995), as principais formas de N absorvidas pelas raízes das plantas superiores são as fontes inorgânicas amônio e nitrato. Segundo KOO (1983), as plantas cítricas têm a capacidade de absorver nitrogênio, tanto na forma amoniacal quanto na forma nítrica.

Depois de absorvido, o nitrogênio passa por vários processos dentro da planta, podendo ser incorporado em diferentes moléculas; uma delas em especial é a clorofila, na qual se encontram quatro átomos de N, juntamente com um de Mg (TAIZ e ZEIGER, 1991; DEY e HARBORNE, 1997).

Em vários trabalhos, tem-se relatado a existência de relação entre o nitrogênio e as concentrações de clorofila em diferentes espécies de plantas. Dentre esses trabalhos, encontram-se os de SCHEPERS et al. (1992) e VARVAL et al. (1997) com milho, LOPEZ-CANTARERO et al. (1994) com berinjela, MINOTTI et al. (1994) com batata, WESTCOTT e WRAITH (1995) com hortelã-pimenta, FURLANI JUNIOR et al. (1996) com feijão, PENG et al. (1995) com arroz, PACHECO (1996) com repolho, GUIMARÃES (1998) com tomate e DECARLOS NETO (2000) com porta-enxertos de citros.

Na maioria das vezes, a determinação do estado nutricional de nitrogênio das plantas se dá por meio da análise foliar. Entretanto, a utilização dessa técnica apresenta algumas desvantagens que limitam seu uso, como o tempo gasto entre a tomada das amostras e a obtenção dos resultados, e a utilização de mão-de-obra e equipamentos especializados, além de um custo razoavelmente elevado (WASKON et al., 1996). Além do mais, dependendo da cultura que está sendo analisada, os resultados já não podem ser tão expressivos e tão importantes para aquele ciclo, pois não há mais tempo de se recuperar toda a produção, à época da determinação de um estágio muito avançado de desnutrição. Assim, segundo GUIMARÃES et al. (1996ab), a utilização de métodos alternativos que empreguem medidores portáteis possibilita a realização do diagnóstico e monitoramento do estado nutricional nitrogenado, de forma mais rápida e não-destrutiva no próprio campo. Portanto, a determinação do estado nutricional de nitrogênio nas plantas cítricas pode ser feita indiretamente pelo teor de clorofila presente nas folhas, visto que ela tem estreita relação com o nitrogênio, como já foi mencionado anteriormente.

A determinação da clorofila é usualmente realizada, utilizando-se a metodologia-padrão, de laboratório, desenvolvida por ARNON (1949) ou o medidor portátil de clorofila SPAD-502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co., Ltd., Japão].

Atualmente, tem-se utilizado, com muita frequência e sucesso, o medidor SPAD-502 na determinação do estado nutricional de milho (WOLFE et al., 1988; PIEKIELEK e FOX, 1992; WOOD et al., 1992; SMEAL e ZHANG, 1994; WASKON et al., 1996), batata (MINOTTI et al., 1994), trigo (FOX et al., 1994; SHADCHINA e DMITRIEVA, 1995), arroz (TURNER e JUND, 1991; PENG et al., 1995) e tomate (GUIMARÃES, 1998), dentre outros.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos para a cultura dos citros, utilizando-se a metodologia-padrão de laboratório proposta por ARNON (1949), sendo os de DECARLOS NETO (2000), GARCIA e NICOLAS (1998), KURATA et al. (1998), PENG e RABE (1998), KUBO e HIRATSUKA (1998) e LAVON et al. (1999) os mais recentes. Com relação ao medidor de clorofila SPAD-502, são poucos os trabalhos encontrados na literatura, com exceção dos de SUDAHONO et al. (1994), que trabalharam com clorose induzida por ferro em diferentes porta-enxertos de citros; e STOFFELLA et al. (1996), com diferentes porcentagens de um composto da indústria canvieira misturado com turfa. Portanto, faz-se necessário aumentar o número de informações sobre a avaliação do estado nutricional de nitrogênio utilizando os valores de clorofila determinados nas folhas de diferentes porta-enxertos de citros produzidos em recipientes e adubados com doses crescentes de nitrogênio na forma de uréia.

Assim, foram objetivos do experimento:

- Determinar os teores de clorofila total (a+ b) pelo método de ARNON (1949) e com medidor portátil de clorofila SPAD-502 e correlacioná-los com as características de crescimento e teores foliares de N-total, N-orgânico e  $\text{N-NO}_3^-$  dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', para que estes possam servir de critério de avaliação do estado nutricional de nitrogênio.
- Determinar os níveis críticos de N-total, N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e clorofila nas folhas dos porta-enxertos de citros.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados os teores de clorofila total (a+b) quando os porta-enxertos apresentavam 7,5 mm de diâmetro (ponto de enxertia). Para determinação da clorofila nas folhas dos porta-enxertos, utilizaram-se o medidor portátil de clorofila SPAD-502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co., Ltd., Japão] e o método-padrão de laboratório desenvolvido por ARNON (1949). Ambas as determinações foram realizadas na primeira folha completamente desenvolvida e madura, contando-se a partir do ápice da planta (10ª ou 11ª folha), em duas plantas por parcela, as quais foram previamente sorteadas. As folhas coletadas no campo foram acondicionadas em sacos de papel e levadas imediatamente para uma sala com luz verde, no Setor de Fruticultura da UFV. Essas folhas foram primeiramente avaliadas com o medidor SPAD-502, sem a presença da luz verde, sendo em seguida retirados 25 discos de 5 mm de diâmetro dessas mesmas folhas com o auxílio de um furador N° 2, para análise com a metodologia-padrão, evitando-se, quando possível, as nervuras.

Após a retirada dos discos do limbo foliar dos porta-enxertos, determinou-se o peso da matéria fresca das amostras em balança analítica, sendo a área foliar determinada, multiplicando-se o número de discos retirados pela área de cada disco. Em seguida, as amostras foram maceradas em almofariz com areia lavada e acetona 80% contendo  $\text{CaCO}_3$  (1 g/L), e os

extratos obtidos foram filtrados através de papel-filtro de filtragem rápida, em balões volumétricos, completando-se o volume para 25 ml com acetona 80%. Efetuaram-se as leituras nos comprimentos de ondas de 663 e 645 nm, utilizando cubetas de quartzo. A partir de leituras, foram determinados os teores de clorofila a e de clorofila b, por meio das fórmulas recomendadas por ARNON (1949), ou seja:

$$C_a = 0,0127A_{663 \text{ nm}} - 0,00264A_{645 \text{ nm}} \quad \text{e} \quad C_b = 0,0229A_{645 \text{ nm}} - 0,00468A_{663 \text{ nm}},$$

sendo  $CT = (C_a + C_b)$ .

Posteriormente, os valores de clorofila total (CT) foram transformados em mg/g de folha e  $\text{mg}/\text{dm}^2$  de área foliar.

Os dados relativos às leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e pela metodologia-padrão de laboratório no limbo foliar foram submetidos às análises de variância e de regressão, relacionando-os às doses de N aplicadas. Foram ainda calculados os níveis críticos das leituras SPAD e dos teores de clorofila pela metodologia-padrão, utilizando-se as respectivas doses de máxima eficiência física (MEF), que corresponde ao maior diâmetro estimado e à máxima eficiência econômica (MEE), que correspondia a 90% do diâmetro máximo dos diferentes porta-enxertos estudados. Além dessas análises, foram feitas ainda correlações simples (Correlação Linear de Pearson) das leituras SPAD e dos teores de clorofila com as características de crescimento (altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, peso das matérias fresca e seca de folhas, peso das matérias fresca e seca de caule e peso das matérias fresca e seca de raiz), bem assim com os teores foliares de nitrogênio encontrados nas plantas. Os coeficientes de correlação foram testados a 10%, 5% e 1% de significância. Também, foram ajustadas equações de regressão, tomando-se as leituras SPAD como variável independente e os teores de clorofila e nitrogênio como variáveis dependentes. Para comparação das características avaliadas dos diferentes porta-enxertos, procedeu-se à análise de contrastes, seguindo o mesmo modelo do Material e Métodos do capítulo 1.

Quadro 1 - Contrastes entre as médias<sup>1</sup> dos teores foliares de clorofila total dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' medidas quando apresentavam o diâmetro estipulado para enxertia (0,1 cm).

Porta-enxerto	SPAD-502	Clorofila Total (a + b)	
		mg/dm <sup>2</sup> de área foliar	mg/g de matéria fresca de folha
CPA + CLV + CLA + CJA	4,90 <sup>ab</sup>	0,56078 <sup>ab</sup>	0,14531 <sup>ab</sup>
CPA + VOL	6,50 <sup>cd</sup>	0,24933 <sup>bc</sup>	0,04805 <sup>bc</sup>
CLA + SUNKI	5,35 <sup>bc</sup>	0,41749 <sup>ab</sup>	0,04407 <sup>bc</sup>

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

<sup>1</sup> a, b, c e d representam diferenças significativas a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

#### 3.1. Leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e teores foliares de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos avaliados no momento da enxertia

A análise de contrastes revelou diferenças entre os porta-enxertos de citros, com relação aos valores de clorofila total, em unidades SPAD e mg/dm<sup>2</sup> de área foliar, o que não se confirmou na clorofila determinada em mg/g de matéria fresca de folhas (Quadro 1). RAMANUJAM e JOS (1984) trabalharam com diferentes cultivares de mandioca e encontraram maiores diferenças, quanto essas foram comparadas com base na quantidade de clorofila em mg/cm<sup>2</sup> do que com as em mg/g de matéria fresca de folhas. Segundo SESTAK et al. (1971) a taxa fotossintética de folhas está estreitamente correlacionada com o conteúdo de clorofila se esse for calculado por unidade de área foliar, sendo que a correlação é menor quando a clorofila é expressa por unidade de peso da folha. De acordo com Griffith et al. (1944) citado por COSTA (1986) as diferenças na quantidade de clorofila em mg/cm<sup>2</sup>, podem ser um indicativo de diferenças na espessura da folha. Isso talvez justifique, em parte, o fato de a área foliar ser uma medida freqüentemente utilizada na determinação de clorofila, especialmente quando o material estudado são as folhas (COSTA, 1986).

Quadro 1 – Contrastes entre as médias<sup>(1)</sup> dos teores foliares de clorofila total dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki', medidos quando apresentavam o diâmetro estipulado para enxertia (7,5 mm)

Contrastes	SPAD-502	Clorofila Total (a + b)	
	Unidades SPAD	mg/dm <sup>2</sup> de área foliar	mg/g de matéria fresca de folha
CRA +VOL vs CLE + SUN	-5,90**	-0,50978*	0,14631 <sup>NS</sup>
CRA vs VOL	0,50 <sup>NS</sup>	0,24933 <sup>NS</sup>	0,04666 <sup>NS</sup>
CLE vs SUN	3,60**	0,41748**	0,04407 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

<sup>NS</sup> e \* e \*\* não-significativo e significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', apresentaram menores valores de leituras SPAD. O valor em unidades SPAD do limoeiro 'Cravo' não diferiu estatisticamente do valor encontrado no limoeiro 'Volkameriano'. As tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' foram as que mostraram as maiores leituras SPAD, 55,5 e 51,9, respectivamente, tendo a tangerineira 'Cleópatra' apresentado o maior valor (Quadro 2). Quando foram comparadas isoladamente as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki', observou-se diferença estatística entre as leituras SPAD.

Não houve diferenças entre os teores de clorofila total (mg/g de matéria fresca de folha) quando se compararam os limoeiros com as tangerineiras, e mesmo entre eles não foi observado diferença estatística. O maior valor de clorofila total (mg/g de matéria fresca de folha) foi determinado nas folhas do limoeiro 'Cravo', sendo este seguido pelo limoeiro 'Volkameriano' e pelas tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' (Quadro 2).

Para a clorofila total, em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar, observaram diferenças entre os limoeiros e as tangerineiras. O limoeiro 'Cravo' não diferiu do limoeiro 'Volkameriano', não sendo verificado o mesmo comportamento quando se compararam as duas tangerineiras entre si. A tangerineira 'Cleópatra' foi o

Quadro 2 – Valores médios<sup>(1)</sup> das leituras com SPAD-502 e teores médios de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki', determinados quando apresentavam o diâmetro estipulado para enxertia (7,5 mm)

Porta-enxertos	SPAD-502	Clorofila total (a + b)	
	Unidades SPAD	mg/dm <sup>2</sup> de área foliar	Mg/g de matéria fresca de folha
Cravo	51,0	3,57	1,53
Volkameriano	50,5	3,32	1,48
Cleópatra	55,5	3,91	1,46
Sunki	51,9	3,49	1,41

<sup>(1)</sup> Média das doses de nitrogênio.

porta-enxerto que apresentou o maior valor de clorofila total (em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar), sendo seguida pelo limoeiro 'Cravo', pela tangerineira 'Sunki' e pelo limoeiro 'Volkameriano' (Quadro 2).

Os valores de clorofila total determinados pelos dois métodos estão bem próximos dos obtidos por SUDAHONO e ROUSE (1994), que estudaram a clorose foliar induzida pela deficiência de ferro em diferentes porta-enxertos de citros. A concentração média de clorofila total dos diferentes porta-enxertos foi de 1,13 (mg/g de matéria fresca da folha), tendo a tangerineira 'Cleópatra' apresentado a concentração de 1,2 (mg/g de matéria fresca da folha). Esses mesmos autores encontraram o valor de 42,33 unidades SPAD, em média, para os porta-enxertos estudados, tendo a tangerineira 'Cleópatra' apresentado a leitura de 45,33 unidades SPAD.

Os resultados obtidos por DECARLOS NETO (2000) indicaram não haver muita variação nos teores de clorofila total dos porta-enxertos 'Tângelo Orlando', 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki'. Esses porta-enxertos apresentaram, em média, 2,99 e 1,83 de clorofila total em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar e mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente. Portanto, os valores encontrados no presente experimento foram bem próximos aos encontrados por aquele pesquisador.

Resultados obtidos por LOPEZ-CANTARERO et al. (1994), PACHECO (1996), SHADCHINA e DMITRIEVA (1995) e MARQUARD e TIPTON (1987), com várias espécies de plantas, apresentaram os teores de clorofila na faixa de 3,17 a 6,01 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar, 37 a 45 unidades SPAD e 1,97 mg/g de matéria fresca de folhas.

As diferenças nas leituras SPAD e nas concentrações de clorofila total encontradas neste experimento e na literatura consultada podem estar relacionadas com as características morfológicas de cada espécie de porta-enxerto (DECARLOS NETO, 2000); com outras características como o cultivar (TURNER e JUND, 1991; SCHEPERS et al., 1992; NEILSEN et al., 1995), o híbrido (VARVAL et al., 1997), a posição da folha na planta e deficiências de P, Zn, Mn e Fe (TURNER e JUND, 1991); o estágio de crescimento (SMEAL e ZHANG, 1994; NEILSEN et al., 1995; VARVEL et al., 1997); a época de aplicação do nitrogênio, doses de nitrogênio (SCHEPERS et al., 1992); e condições ambientais como temperatura, radiação (HOEL e SOLHAUG, 1998), umidade do solo (SHADCHINA e DMITRIEVA, 1995) e estresse hídrico (SANCHEZ et al., 1983), além da espessura de folhas ou do maior número de cloroplastos por folha, aspectos intimamente relacionados aos conteúdos de clorofila na folha (Griffith et al., 1944) citado por COSTA (1986). Portanto, as variações ocorridas no experimento estão de acordo com os relatos dos diferentes autores consultados de que tais condições refletem na concentração da clorofila total das diferentes espécies.

De maneira geral, houve pouca variação entre os porta-enxertos com relação às leituras obtidas com o medidor SPAD-502 e os teores de clorofila total determinados pelo método-padrão.

### **3.2. Efeitos das doses de N sobre as leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e os teores foliares de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos no momento da enxertia**

A análise de variância evidenciou efeito significativo da interação das variedades de porta-enxertos com as doses de nitrogênio aplicadas no substrato para as leituras com o medidor SPAD-502 e para o teor de clorofila total.

As curvas de regressão dos valores de clorofila total, em unidades SPAD,  $\text{mg}/\text{dm}^2$  de área foliar e  $\text{mg}/\text{g}$  de matéria fresca de folhas para os diferentes porta-enxertos, foram de natureza quadrática (Figura 1).

A aplicação de nitrogênio no substrato de cultivo influenciou os teores de clorofila total de todos os porta-enxertos estudados. DECARLOS NETO (2000), trabalhando com os porta-enxertos 'Tângelo Orlando', 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' cultivados em tubetes, em casa de vegetação, verificou resposta dos teores de clorofila total nas folhas desses porta-enxertos à adição de N no substrato de cultivo.

Os maiores valores das leituras SPAD correspondentes ao limite máximo foram obtidos com as doses de 481, 474, 648 e 683 ( $\text{mg}/\text{dm}^3$  de substrato) para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' foram, respectivamente, de 70,20; 69,81; 78,89; e 73,33 unidades SPAD.

Com relação à clorofila total, em  $\text{mg}/\text{dm}^2$  de área foliar e  $\text{mg}/\text{g}$  de matéria fresca de folhas, foi observado o mesmo comportamento das leituras SPAD.

Os limites máximos dos teores de clorofila total ( $\text{mg}/\text{dm}^2$  de área foliar) correspondentes às doses de 523, 517, 745 e 746 para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' foram, respectivamente, de 5,02; 4,79; 5,97; e 5,28  $\text{mg}/\text{dm}^2$  de área foliar. Os limites dos teores de clorofila total ( $\text{mg}/\text{g}$  de matéria fresca de folha) correspondentes às doses de 520, 522, 701 e 747 para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' foram, respectivamente, de 2,17; 2,15; 2,16; e 2,12  $\text{mg}/\text{g}$  de matéria fresca de folha.

As leituras SPAD nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em altura, foram de 69,99; 69,35; 78,75; e 72,63 unidades SPAD, respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. As leituras SPAD nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 70,03; 69,38; 77,05; e 70,87 unidades SPAD, respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em altura, foram de 4,94; 4,65; 5,82; e 5,12 (mg/dm<sup>2</sup> de área foliar), respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 4,94; 4,57; 5,55; e 4,93 (mg/dm<sup>2</sup> de área foliar) respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em altura, foram de 2,14; 2,09; 2,14; e

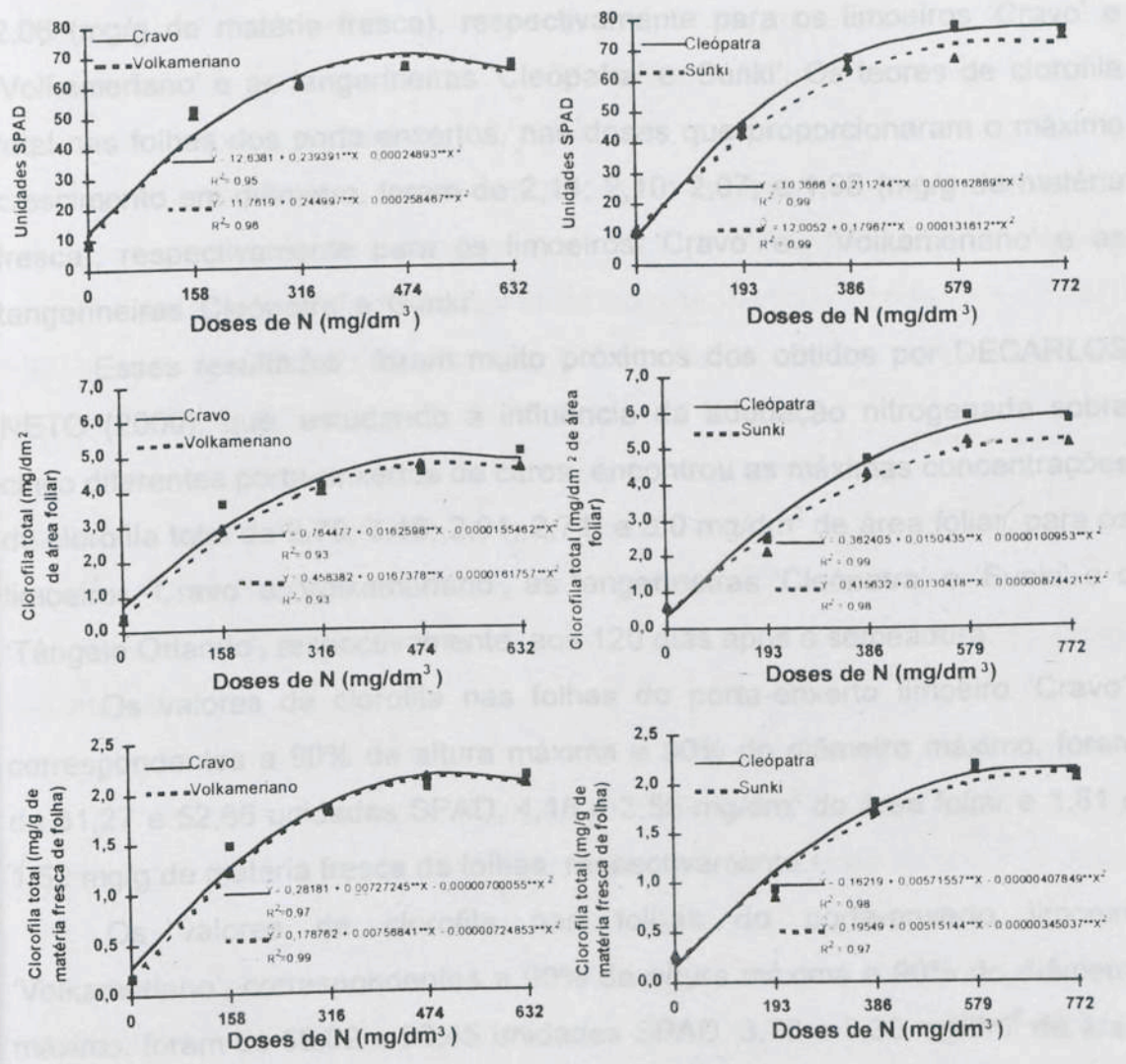


Figura 1 – Efeito das doses de nitrogênio sobre as leituras SPAD e os teores foliares de clorofila total (a + b) dos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' no momento da enxertia.

Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em altura, foram de 4,94; 4,66; 5,82; e 5,12 (mg/dm<sup>2</sup> de área foliar), respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 4,94; 4,67; 5,55; e 4,93 (mg/dm<sup>2</sup> de área foliar), respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em altura, foram de 2,14; 2,09; 2,14; e 2,06 (mg/g de matéria fresca), respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Os teores de clorofila total nas folhas dos porta-enxertos, nas doses que proporcionaram o máximo crescimento em diâmetro, foram de 2,14; 2,10; 2,07; e 1,98 (mg/g de matéria fresca), respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Esses resultados foram muito próximos dos obtidos por DECARLOS NETO (2000), que, estudando a influência da adubação nitrogenada sobre cinco diferentes porta-enxertos de citros, encontrou as máximas concentrações de clorofila total de 2,79; 3,16; 2,91; 2,71; e 3,0 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar, para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki' e o 'Tângelo Orlando', respectivamente, aos 120 dias após a semeadura.

Os valores de clorofila nas folhas do porta-enxerto limoeiro 'Cravo', correspondentes a 90% da altura máxima e 90% do diâmetro máximo, foram de 61,27 e 52,66 unidades SPAD, 4,18 e 3,55 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar e 1,81 e 1,52 mg/g de matéria fresca de folhas, respectivamente.

Os valores de clorofila nas folhas do porta-enxerto limoeiro 'Volkameriano', correspondentes a 90% da altura máxima e 90% do diâmetro máximo, foram de 58,82 e 52,45 unidades SPAD, 3,78 e 3,30 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar e 1,68 e 1,47 mg/g de matéria fresca de folhas, respectivamente.

Os valores de clorofila nas folhas do porta-enxerto tangerineira 'Cleópatra', correspondentes a 90% da altura máxima e 90% do diâmetro

máximo, foram de 70,41 e 59,14 unidades SPAD, 4,86 e 3,79 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar e 1,83 e 1,51 mg/g de matéria fresca de folhas, respectivamente.

Os valores de clorofila nas folhas do porta-enxerto tangerineira 'Sunki', correspondentes a 90% da altura máxima e 90% do diâmetro máximo, foram de 63,10 e 56,10 unidades SPAD, 4,25 e 3,70 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar e 1,72 e 1,49 mg/g de matéria fresca de folhas, respectivamente.

SMEAL e ZHANG (1994), trabalhando com adubação orgânica e uso de uréia na cultura do milho, encontraram o valor de 52 unidades SPAD, quando, então, foi obtida a máxima produção. Já MINOTTI et al. (1994) obtiveram valores entre 49 e 56 unidades SPAD, durante a máxima produção de tubérculos de batata, sendo esses valores dependentes do ano, da variedade e da localidade. Portanto, ficou evidenciada a importância de isolar a variedade a ser amostrada, o local de amostragem, o estágio de desenvolvimento da cultura e as condições ambientais, para que o resultado seja o mais representativo possível em relação ao diagnóstico de nitrogênio, através dos teores de clorofila ou mesmo com as medidas obtidas com SPAD-502, visto que estas têm significativa correlação com o teor de clorofila total (MARQUARD e TIPTON, 1987; DWYER et al., 1991).

A aplicação de nitrogênio influenciou diretamente os teores de clorofila total e as leituras SPAD. Com o aumento das doses de nitrogênio, observaram-se acréscimos nesses teores, indicando haver relação entre a disponibilidade de nitrogênio e os teores de clorofila nas folhas dos porta-enxertos de citros.

O nitrogênio tem importância fundamental na concentração da clorofila, visto que faz parte de sua constituição (LOPES, 1989; TAIZ e ZEIGER, 1991). Diversos trabalhos com as mais diferentes culturas evidenciaram que existe relação entre o nitrogênio e a concentração de clorofila nas plantas. Dentre eles, destacam-se os trabalhos de MINOTTI et al. (1994) com batata, SCHEPERS et al. (1992) e VARVAL et al. (1997) com milho, SHADCHINA e DMITRIEVA (1995) com trigo, WESTCOTT e WRAITH (1995) com hortelã-pimenta, LOPEZ-CANTARERO et al. (1994) com berinjela, FURLANI JUNIOR et al. (1996) com feijão, PENG et al. (1995) com arroz, PACHECO (1996) com

repolho, GUIMARÃES (1998) com tomate e DECARLOS NETO (2000) com porta-enxerto de citros.

PACHECO (1996) relatou, em seu trabalho com adubação nitrogenada nas formas orgânica e mineral em repolho, que os teores de clorofila total foram influenciados pelas doses de nitrogênio, apresentando respostas lineares à aplicação desse nutriente. A explicação para tal resposta, segundo LOPEZ-CANTARERO et al. (1994), MINOTTI et al. (1994) e PENG et al. (1995), é que os teores de clorofila nos vegetais estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nitrogênio no solo. Portanto, notou-se que os teores de clorofila nas folhas dos diferentes porta-enxertos foram influenciados até certa dose crítica de nitrogênio, a partir da qual não foram mais verificados aumentos dos valores foliares desse pigmento. Segundo MALAVOLTA et al. (1997), as plantas não sintetizam clorofila em excesso, sendo, possivelmente, esse o motivo da determinação de um ponto crítico, acima do qual não se tem mais resposta positiva às adubações nitrogenadas.

### **3.3. Correlações entre as leituras obtidas com o medidor de clorofila SPAD-502 e os teores foliares de clorofila total (a + b) com as características de crescimento e teores de N-total, N-orgânico e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no momento da enxertia**

As leituras SPAD, bem como o teor de clorofila total (a+b), em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar e mg/g de matéria fresca de folha, correlacionaram-se positivamente com as características de crescimento altura, diâmetro, produção de matéria seca de folha, produção de matéria seca de caule, produção de matéria seca de raiz, número de folhas, área foliar e teores de nitrogênio dos porta-enxertos (Quadro 3). No caso das formas de nitrogênio, as melhores correlações foram encontradas em N-orgânico e nitrogênio total, sendo o menor valor obtido no nitrato. De modo geral, as melhores correlações foram obtidas nas leituras SPAD, em comparação com a clorofila total em mg/g de matéria fresca de folha ou mg/dm<sup>2</sup> de área foliar.

Quadro 3 – Coeficientes de correlações lineares simples das leituras SPAD e clorofila total (a+b) com as características de crescimento e teores de N-total, N-orgânico e N-NO<sub>3</sub> da matéria seca da parte área dos porta-enxertos no momento da enxertia

Características	Coeficientes de Correlação Linear Simples		
	SPAD-502 (Unidades SPAD)	Clorofila Total (a+b) (mg/dm <sup>2</sup> de área foliar)	(mg/g de matéria fresca de folhas)
Altura (cm)	0,927**	0,902**	0,836**
Diâmetro (mm)	0,915**	0,863**	0,884**
MS folha (g/planta)	0,952**	0,947**	0,954**
MS caule (g/planta)	0,966**	0,957**	0,923**
MS raiz (g/planta)	0,934**	0,904**	0,856**
Número de folhas	0,943**	0,916**	0,876**
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	0,923**	0,895**	0,935**
SPAD	1,000**	0,981**	0,972**
Clorofila total (mg/g)	0,972**	0,985**	1,000**
Clorofila total (mg/dm <sup>2</sup> )	0,981**	1,000**	0,985**
N-total (dag/kg)	0,891**	0,923**	0,930**
N-orgânico (dag/kg)	0,889**	0,923**	0,928**
N-NO <sub>3</sub> (dag/kg)	0,698**	0,647**	0,699**

\*\* significativo a 1%, pelo teste t.

Na Figura 2 estão representadas as relações entre as leituras SPAD e as características de crescimento dos diferentes porta-enxertos. As leituras SPAD correlacionaram-se melhor com a matéria seca de caule, sendo seguida pela matéria seca de folha, número de folhas, matéria seca de raiz, altura, área foliar e diâmetro.

Com relação aos gráficos das correlações entre os teores de clorofila total (mg/g de matéria fresca de folha) e as características de crescimento dos diferentes porta-enxertos, pôde-se observar que as melhores correlações foram obtidas com a matéria seca de caule; em seguida, vieram matéria seca de folha, número de folhas, matéria seca de raiz, altura, área foliar e diâmetro (Figura 3).

As melhores correlações para clorofila total (mg/dm<sup>2</sup> de área foliar) foram, em ordem decrescente, matéria seca de folha, área foliar, matéria seca de caule, diâmetro, número de folhas, matéria seca de raiz e altura (Figura 4).

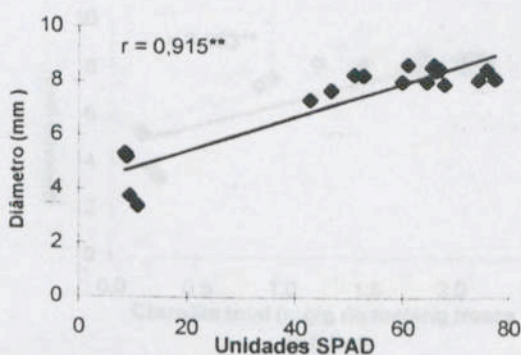
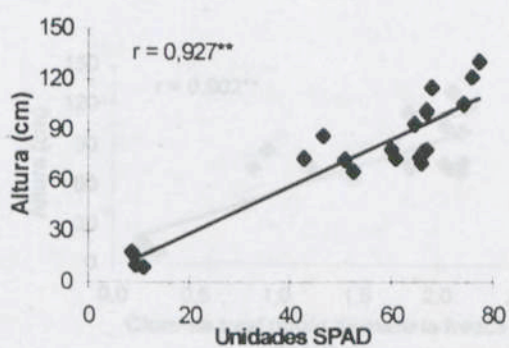
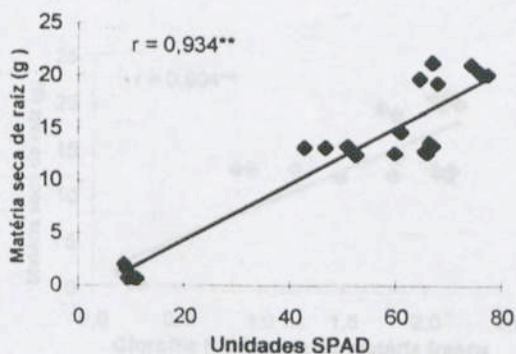
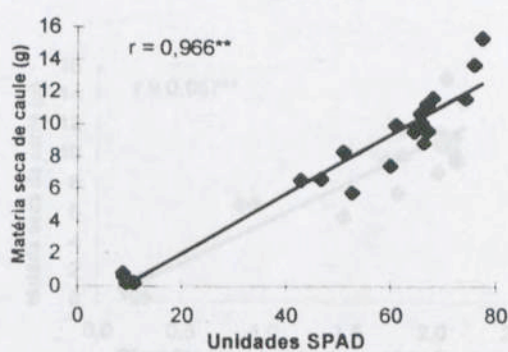
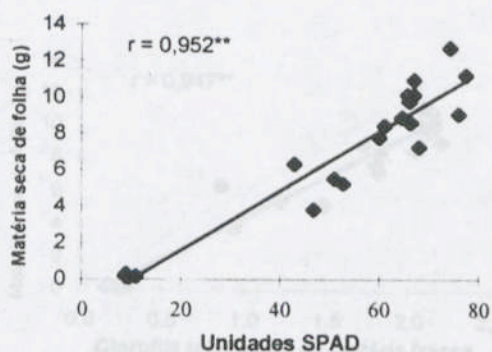
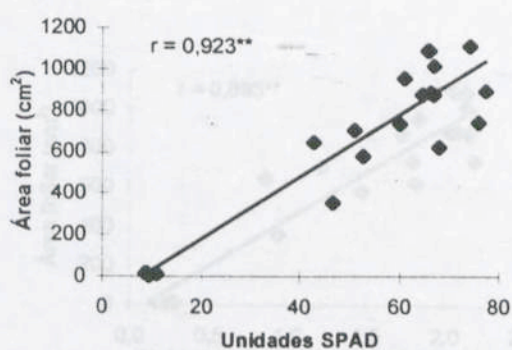
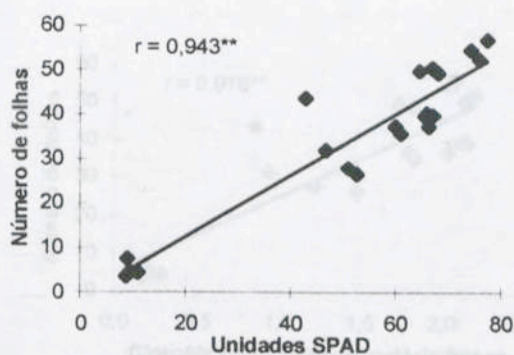


Figura 2 – Correlações lineares entre as leituras SPAD com as características de crescimento dos porta-enxertos quando estes estavam aptos a serem enxertados.

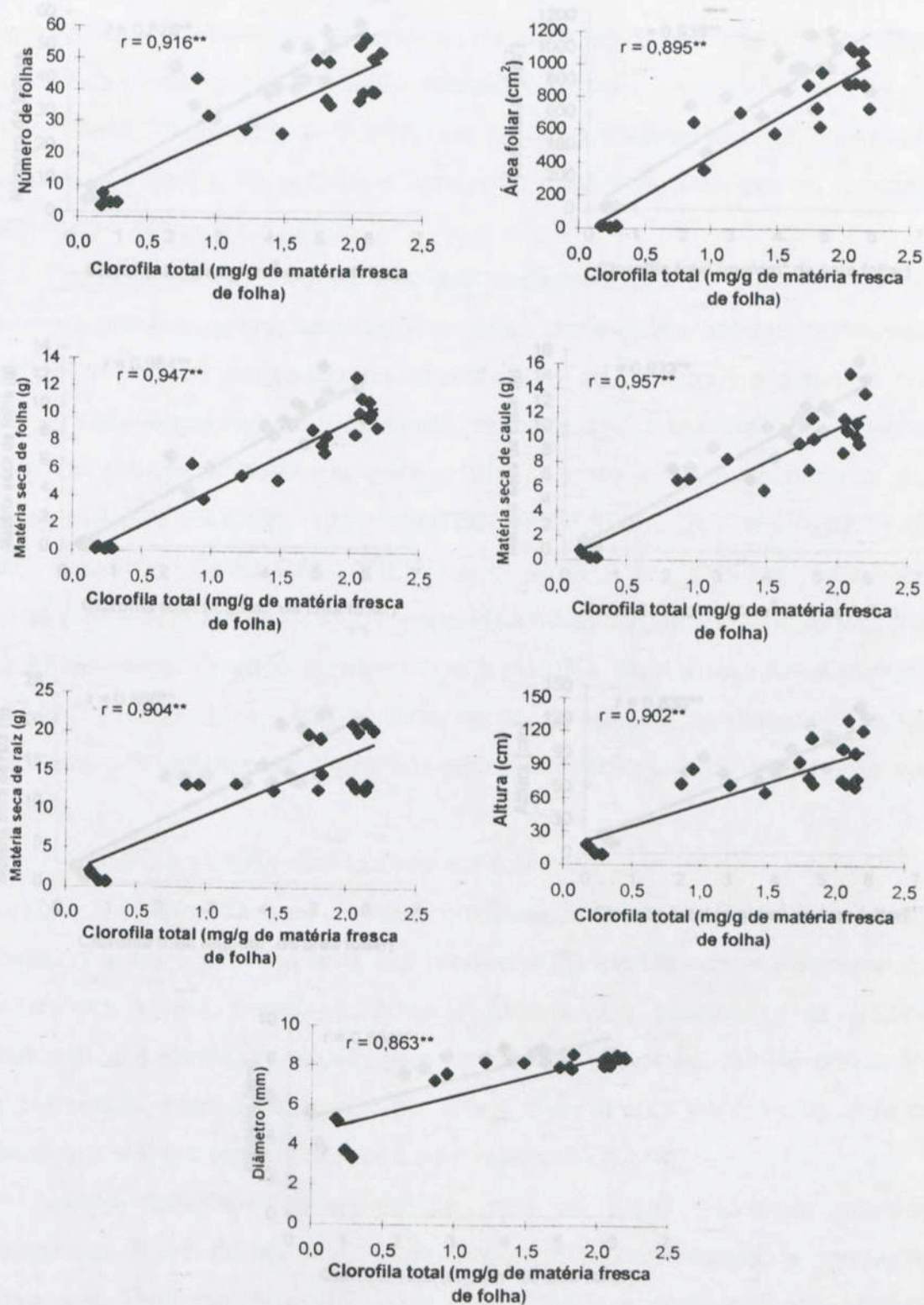


Figura 3 – Correlações lineares entre os teores de clorofila total (mg/g de matéria fresca) de folha com as características de crescimento dos porta-enxertos quando estes estavam aptos a serem enxertados.

Na Figura 5 estão representadas as relações entre as leituras SPAD e os teores de clorofila total, em mg/g de matéria fresca de folha e em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar (teores de clorofila total em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar). Os coeficientes de correlação foram positivos com o N-orgânico e nitrogênio total, quanto que os menores foram obtidos com a utilização do medidor SPAD 502.

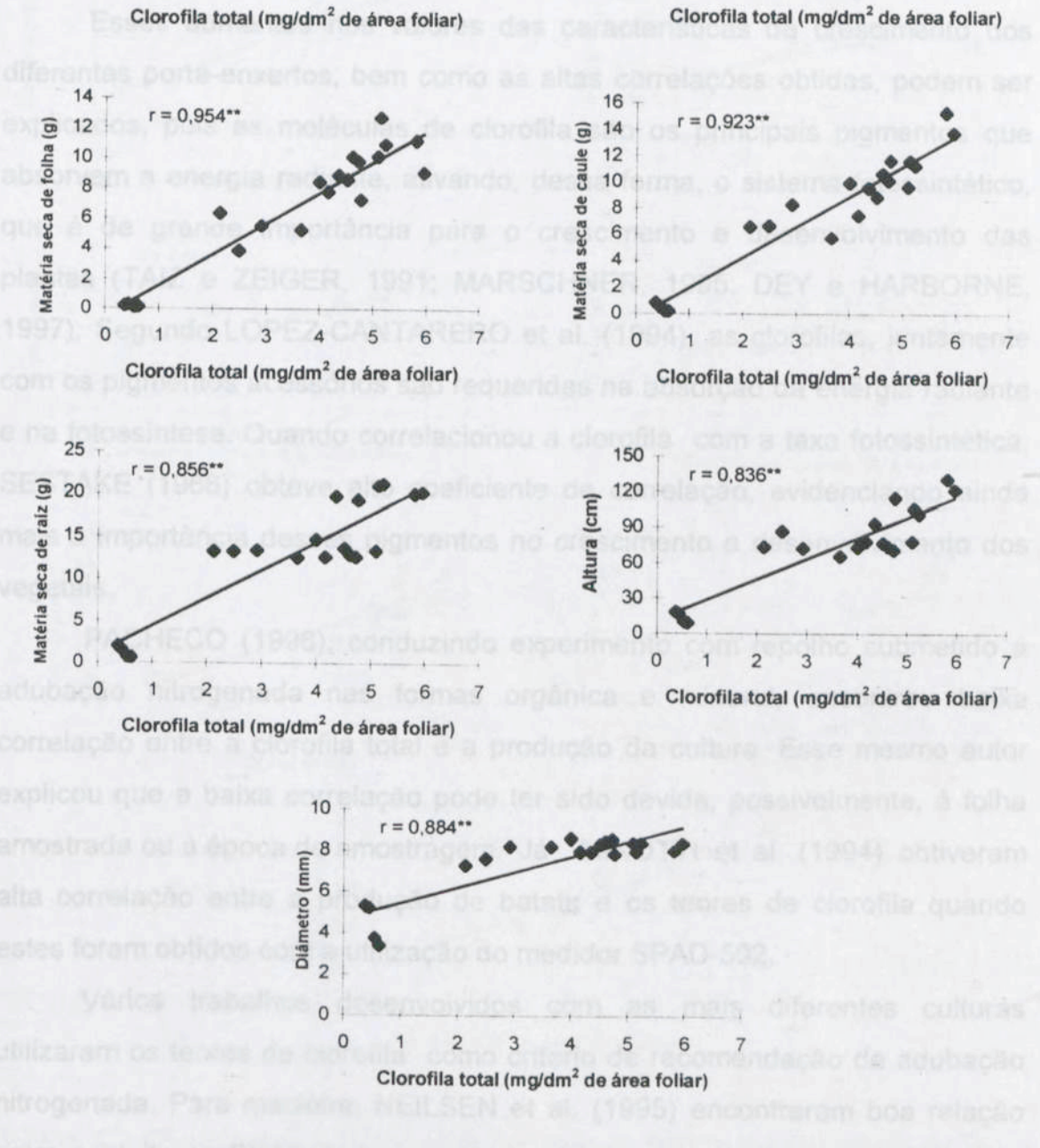


Figura 4 – Correlações lineares entre os teores de clorofila total (mg/dm<sup>2</sup> de área foliar) com as características de crescimento dos porta-enxertos quando estes estavam aptos a serem enxertados.

Na Figura 5 estão representadas as relações entre as leituras SPAD e os teores de clorofila total, em mg/g de matéria fresca de folha e em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar com os teores de N-orgânico, nitrato e nitrogênio total determinados nas folhas dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e Tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. Os maiores coeficientes de correlação foram obtidos com o N-orgânico e nitrogênio total, enquanto que os menores foram observados para o nitrato.

Esses aumentos nos valores das características de crescimento dos diferentes porta-enxertos, bem como as altas correlações obtidas, podem ser explicados, pois as moléculas de clorofila são os principais pigmentos que absorvem a energia radiante, ativando, dessa forma, o sistema fotossintético, que é de grande importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ e ZEIGER, 1991; MARSCHNER, 1995; DEY e HARBORNE, 1997). Segundo LOPEZ-CANTARERO et al. (1994), as clorofilas, juntamente com os pigmentos acessórios são requeridas na absorção da energia radiante e na fotossíntese. Quando correlacionou a clorofila com a taxa fotossintética, SESTAKE (1966) obteve alto coeficiente de correlação, evidenciando ainda mais a importância desses pigmentos no crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

PACHECO (1996), conduzindo experimento com repolho submetido à adubação nitrogenada nas formas orgânica e mineral, encontrou baixa correlação entre a clorofila total e a produção da cultura. Esse mesmo autor explicou que a baixa correlação pode ter sido devida, possivelmente, à folha amostrada ou à época de amostragem. Já MINOTTI et al. (1994) obtiveram alta correlação entre a produção de batata e os teores de clorofila quando estes foram obtidos com a utilização do medidor SPAD-502.

Vários trabalhos desenvolvidos com as mais diferentes culturas utilizaram os teores de clorofila como critério de recomendação de adubação nitrogenada. Para macieira, NEILSEN et al. (1995) encontraram boa relação entre as leituras SPAD e as concentrações de nitrogênio nas folhas dessa cultura. Esses autores citaram que as medidas SPAD são um bom indicador para necessidade de fertilização e não para determinar a quantidade requerida de nitrogênio.

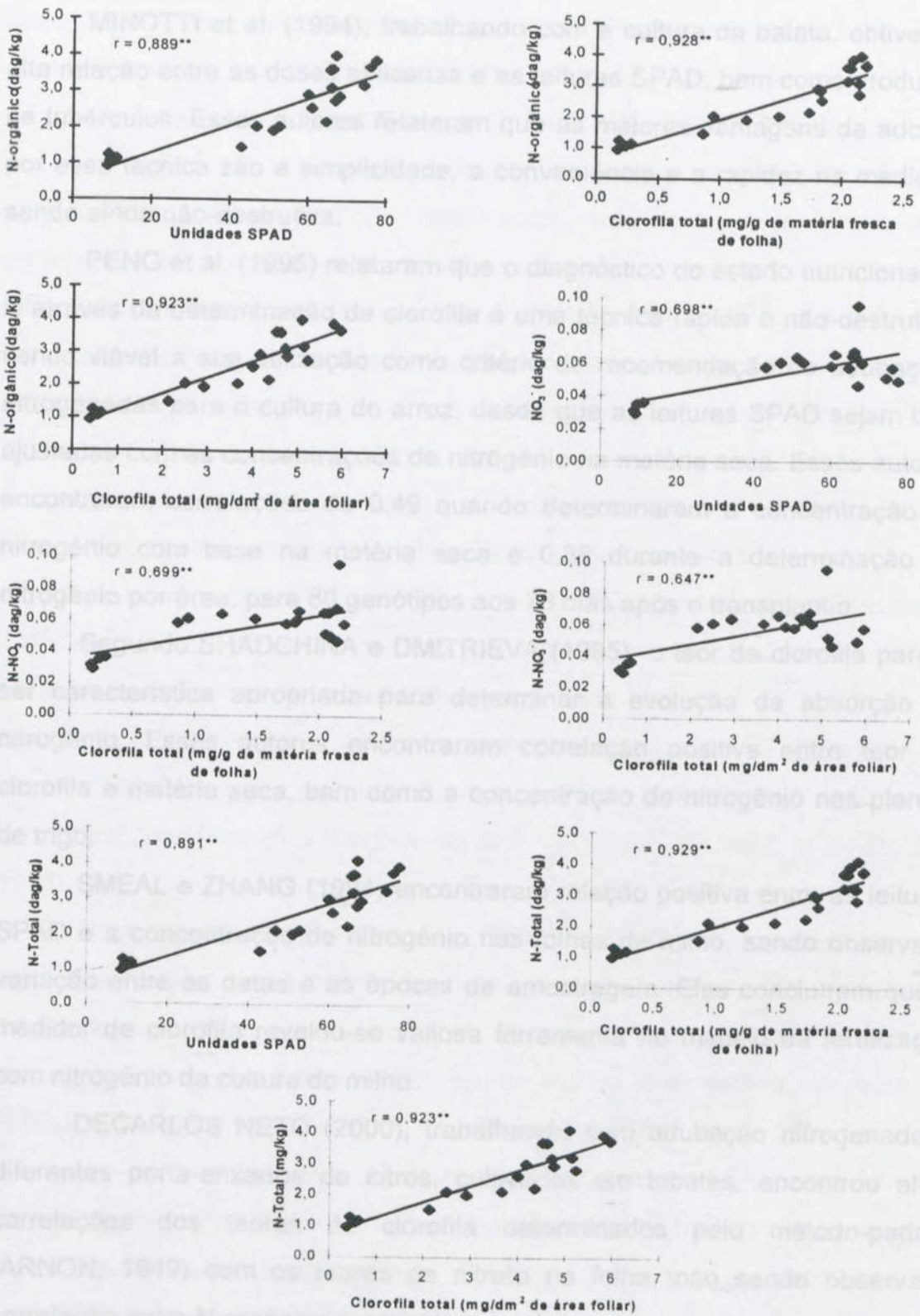


Figura 5 – Correlações lineares entre as leituras SPAD e a clorofila total (a+b) com os teores de amônio, nitrato e nitrogênio total da matéria seca de folha dos diferentes porta-enxertos quando estes estavam aptos a serem enxertados.

MINOTTI et al. (1994), trabalhando com a cultura da batata, obtiveram alta relação entre as doses aplicadas e as leituras SPAD, bem como produção de tubérculos. Esses autores relataram que as maiores vantagens da adoção por essa técnica são a simplicidade, a conveniência e a rapidez na medição, sendo ainda não-destrutiva.

PENG et al. (1995) relataram que o diagnóstico do estado nutricional de N através da determinação da clorofila é uma técnica rápida e não-destrutiva, sendo viável a sua utilização como critério de recomendação de adubações nitrogenadas para a cultura do arroz, desde que as leituras SPAD sejam bem ajustadas com as concentrações de nitrogênio na matéria seca. Esses autores encontraram correlações de 0,49 quando determinaram a concentração de nitrogênio com base na matéria seca e 0,88 durante a determinação do nitrogênio por área, para 80 genótipos aos 76 dias após o transplântio.

Segundo SHADCHINA e DMITRIEVA (1995), o teor de clorofila parece ser característica apropriada para determinar a evolução da absorção de nitrogênio. Esses autores encontraram correlação positiva entre teor de clorofila e matéria seca, bem como a concentração de nitrogênio nas plantas de trigo.

SMEAL e ZHANG (1994) encontraram relação positiva entre as leituras SPAD e a concentração de nitrogênio nas folhas de milho, sendo observado variação entre as datas e as épocas de amostragem. Eles concluíram que o medidor de clorofila revelou-se valiosa ferramenta no manejo da fertilização com nitrogênio da cultura do milho.

DECARLOS NETO (2000), trabalhando com adubação nitrogenada e diferentes porta-enxertos de citros, cultivados em tubetes, encontrou altas correlações dos teores de clorofila determinados pelo método-padrão (ARNON, 1949) com os teores de nitrato na folha, não sendo observado correlação entre N-orgânico e nitrogênio total.

Os resultados encontrados no presente experimento estavam de acordo com a maioria dos verificados na literatura. Portanto, os teores de clorofila, determinados pelo medidor SPAD-502 ou mesmo pelo método de ARNON (1949), podem servir como critério de fertilização de nitrogênio para os diferentes porta-enxertos, visto que os teores de clorofila total apresentaram

altas correlações com as características de crescimento estudadas, bem assim com as formas de N-orgânico e N-total.

Com relação ao trabalho de DECARLOS NETO (2000), pode-se observar que os resultados encontrados neste experimento diferem parcialmente dos obtidos por esse autor, visto que foram observadas correlações positivas entre os teores de clorofila com todas as formas de nitrogênio. As diferenças dos resultados podem ser devidas a vários fatores, por exemplo a folha amostrada, a idade da planta no momento da amostragem e as doses de nitrogênio aplicadas, dentre outros. Possivelmente, essa diferença de resultados ocorreu em razão das altas doses utilizadas por esse autor, visto que elas influenciaram respostas quadráticas a nitrato e clorofila total, o que não se verificou nos teores de N-orgânico e N-total.

De acordo com PRITCHARD et al. (1995), na implantação de testes rápidos é necessário definir a folha mais apropriada, a parte da planta e a forma de nitrogênio no tecido que seja mais sensível à diferença de fornecimento de nitrogênio pelo solo. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que, dependendo do local da planta onde a folha foi amostrada, pode haver variações no teor de nitrato (SCAIFE e STEVENS, 1983).

Segundo MALAVOLTA et al. (1997), a vantagem da utilização dos teores de clorofila como critério de diagnóstico de deficiência de nitrogênio é devida ao fato de a planta não sintetizar clorofila em excesso, permitindo, dessa forma, a não-determinação do nitrogênio que estaria na faixa de consumo de luxo.

Em termos práticos, a utilização do medidor SPAD leva a uma determinação rápida e não-destrutiva do tecido vegetal, sendo possível, dessa forma, realizar as fertilizações com nitrogênio antes que a planta entre em estágio mais avançado de deficiência.

Com relação à correlação dos teores de N-orgânico, nitrato e nitrogênio total, pôde-se verificar que todas as equações foram de natureza quadrática.

### 3.4. Estimativa dos teores de clorofila total, amônio, nitrato e nitrogênio total nas folhas dos diferentes porta-enxertos cítricos a partir das leituras SPAD

No Quadro 4 estão representadas as equações de regressão dos teores de clorofila total, sendo elas lineares, altamente significativas e com altos coeficientes de determinação.

Quadro 4 – Equações de regressão da estimativa dos teores de clorofila total na matéria fresca das folhas dos diferentes porta-enxertos de citros a partir das leituras SPAD

Porta-enxertos	Determinação: clorofila total (mg/g de matéria fresca de folha)	R <sup>2</sup>
Cravo	= -0,141128 + 0,0327934** SPAD	0,99
Cleópatra	= -0,150749 + 0,0289628** SPAD	0,96
Sunki	= -0,163728 + 0,0303511** SPAD	0,94
Volkameriano	= -0,192773 + 0,0332386** SPAD	0,96
Porta-enxertos	Determinação: clorofila total (mg/dm <sup>2</sup> de área foliar)	R <sup>2</sup>
Cravo	= -0,260085 + 0,0751781** SPAD	0,99
Cleópatra	= -0,552653 + 0,0804519** SPAD	0,96
Sunki	= -0,508595 + 0,0770855** SPAD	0,95
Volkameriano	= -0,390233 + 0,073611** SPAD	0,98

\*\* significativo a 1%, pelo teste t.

Em trabalho conduzido com 12 espécies diferentes de plantas, MARQUARD e TIPTON (1987) encontraram coeficiente de determinação médio de 0,934 quando relacionaram as leituras SPAD com os teores de clorofila desses vegetais; todas as equações foram de natureza linear.

Com relação à estimativa dos teores de N-orgânico, nitrato e nitrogênio total, pôde-se verificar que todas as equações foram de natureza quadrática,

sendo também altamente significativas e com altos coeficientes de determinação. As equações para estimar os teores de nitrato na matéria seca das folhas dos diferentes porta-enxertos foram as que apresentaram os menores valores de  $R^2$  quando determinados no limoeiro 'Cravo' e na tangerineira 'Sunki' (Quadro 5).

GUIMARÃES (1998), utilizando as leituras SPAD para estimar os teores de N-orgânico na matéria seca e os teores de clorofila na matéria fresca do limbo foliar de plantas de tomate, encontrou equações lineares altamente significativas, porém com baixos coeficientes de determinação.

SMEAL e ZHANG (1994) obtiveram altos coeficientes de determinação na cultura do milho quando relacionaram as leituras SPAD com as concentrações de nitrogênio na folha. Os valores de  $R^2$  variaram de 0,82 a 0,97, dependendo das datas de amostragem.

De modo geral, os resultados obtidos neste experimento foram bem coerentes com os encontrados na literatura. Assim, a partir das leituras com o medidor de clorofila SPAD-502, pôde-se estimar os teores de clorofila total, bem como de N-orgânico, nitrato e nitrogênio total nas folhas dos diferentes porta-enxertos cítricos.

Com as doses que proporcionaram 100%, 90% e 70% do máximo crescimento em diâmetro, estimaram-se as faixas de clorofila para interpretação do estado nutricional de nitrogênio dos diferentes porta-enxertos de citros (Quadro 6).

Em termos práticos, esses resultados permitiram um diagnóstico rápido e seguro do estado nutricional, com relação a nitrogênio, dos porta-enxertos de citros utilizados neste experimento, visto que os valores de clorofila total apresentaram altas correlações com os teores de nitrogênio determinados nas folhas dos porta-enxertos.

Quadro 5 – Equações de regressão para estimar os teores de N-orgânico, nitrato e nitrogênio total na matéria seca das folhas dos diferentes porta-enxertos de citros a partir das leituras SPAD

Porta-enxertos	Determinação: nitrogênio (N-orgânico)	R <sup>2</sup>
Cravo	= 1,95715 - 0,0967061** SPAD + 0,00187301** SPAD	0,99
Cleópatra	= 1,10647 - 0,00834436** SPAD + 0,000554781** SPAD	0,99
Sunki	= 1,41063 - 0,0326605** SPAD + 0,00075373** SPAD	0,96
Volkameriano	= 1,33141 - 0,0578679** SPAD + 0,00133339** SPAD	0,96
Porta-enxertos	Determinação: nitrogênio (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	R <sup>2</sup>
Cravo	= 0,0332505 - 0,000582998** SPAD + 0,0000190789** SPAD	0,76
Cleópatra	= 0,0207812 + 0,0015891** SPAD - 0,0000149536** SPAD	0,95
Sunki	= 0,022632 + 0,00139184** SPAD - 0,0000139221** SPAD	0,82
Volkameriano	= 0,0194592 + 0,00142713** SPAD - 0,0000109131** SPAD	0,99
Porta-enxertos	Determinação: nitrogênio (N-total)	R <sup>2</sup>
Cravo	= 1,99041 - 0,0972894** SPAD + 0,00189209** SPAD	0,99
Cleópatra	= 1,12725 - 0,00675514** SPAD + 0,000539825** SPAD	0,99
Sunki	= 1,43944 - 0,0314907** SPAD + 0,000741717** SPAD	0,97
Volkameriano	= 1,35087 - 0,0564407** SPAD + 0,00132248** SPAD	0,96

\*\* significativo a 1%, pelo teste t.

Quadro 6 – Padrões dos teores de clorofila total para interpretação do estado nutricional dos porta-enxertos de citros obtidos a partir das equações de regressão de acordo com as doses de nitrogênio aplicadas no substrato

Porta-enxertos	Muito baixo	Baixo	Adequado	Excesso
----- unidades SPAD -----				
Cravo	< 22,8	22,8 - 52,8	52,9 - 70,16	> 70,16
Volkameriano	< 24,1	24,1 - 52,5	52,6 - 69,4	> 69,4
Cleópatra	< 33,2	33,2 - 59,1	59,2 - 77,1	> 77,1
Sunki	< 36,5	36,5 - 56,1	56,2 - 70,9	> 70,9
Porta-enxertos	Muito baixo	Baixo	Adequado	Excesso
----- Clorofila total (mg/dm <sup>2</sup> de área foliar)-----				
Cravo	< 1,46	1,46 - 3,35	3,36 - 4,49	> 4,49
Volkameriano	< 1,30	1,30 - 3,30	3,31 - 4,67	> 4,67
Cleópatra	< 2,01	2,01 - 3,79	3,80 - 5,55	> 5,55
Sunki	< 2,24	2,24 - 3,70	3,71 - 4,93	> 4,93
Porta-enxertos	Muito baixo	Baixo	Adequado	Excesso
----- Clorofila total (mg/g de matéria fresca de folha)-----				
Cravo	< 0,59	0,59 - 1,52	1,53 - 2,14	> 2,14
Volkameriano	< 0,56	0,56 - 1,47	1,48 - 2,10	> 2,10
Cleópatra	< 0,78	0,78 - 1,51	1,52 - 2,07	> 2,07
Sunki	< 0,92	0,92 - 1,49	1,50 - 1,98	> 1,98

As doses de nitrogênio aplicadas no substrato de cultivo influenciaram positivamente os teores foliares de clorofila total nos quatro porta-enxertos estudados.

As doses de máxima eficiência física (MEF) para altura e diâmetro proporcionaram em média nos quatro porta-enxertos, os valores de 72,65 e 71,83 unidades SPAD, 5,14 e 5,14 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar, e 2,10 e 2,07 mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente.

As doses de máxima eficiência econômica (MEC) para altura e diâmetro proporcionaram em média nos quatro porta-enxertos, os valores de 83,40 e

55,09 unidades SPAD; 4,27 e 3,59 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar; e 1,76 e 1,50 mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente.

Os teores de clorofila total apresentaram correlações positivas e altamente significativas com as características de crescimento, bem assim com os teores de nitrogênio determinados nas folhas dos diferentes porta-enxertos.

As equações de regressão para estimar os teores de clorofila total e de nitrogênio nas folhas dos diferentes porta-enxertos nas unidades SPAD foram altamente significativas e com boa capacidade para determinação de tais teores.

#### 4. CONCLUSÕES

Os valores de clorofila total, determinados pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e pelo método de ARNON (1949), podem servir como critério de delimitação e monitoramento do estado nutricional, com relação a nitrogênio, dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Os teores de clorofila total, determinados pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e pelo método-padrão (ARNON, 1949), apresentaram, de modo geral, pouca variação nos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Foram observadas diferenças entre os limoeiros e as tangerineiras e entre estas, com relação à clorofila total em unidades SPAD e mg/dm<sup>2</sup> de área foliar, não sendo verificado diferença entre o limoeiro 'Cravo' e o limoeiro 'Volkameriano'.

Não houve diferenças entre os porta-enxertos, na determinação da clorofila por matéria fresca de folhas.

As doses de nitrogênio aplicadas no substrato de cultivo influenciaram positivamente os teores foliares de clorofila total nos quatro porta-enxertos estudados.

As doses de máxima eficiência física (MEF) para altura e diâmetro proporcionaram em média, nos quatro porta-enxertos, os valores de 72,68 e 71,83 unidades SPAD; 5,14 e 5,14 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar; e 2,10 e 2,07 mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente.

As doses de máxima eficiência econômica (MEE) para altura e diâmetro proporcionaram em média, nos quatro porta-enxertos, os valores de 63,40 e

55,09 unidades SPAD; 4,27 e 3,59 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar; e 1,76 e 1,50 mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente.

Os teores de clorofila total apresentaram correlações positivas e altamente significativas com as características de crescimento, bem assim com os teores de nitrogênio determinados nas folhas dos diferentes porta-enxertos.

As equações de regressão para estimar os teores de clorofila total e de nitrogênio nas folhas dos diferentes porta-enxertos nas unidades SPAD foram altamente significativas e com boa capacidade para determinação de tais teores.

Os valores de clorofila total, determinados pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e pelo método de ARNON (1949), podem servir como critério de determinação e monitoramento do estado nutricional, com relação a nitrogênio, dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

O crescimento de diferentes porta-enxertos de citros, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando-se quatro espécies de porta-enxertos: os limoeiros 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. & Pasq.) e as tangerineiras 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) e 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex. Tan.), cultivados em citrovasos com capacidade para 3 dm<sup>3</sup> de substrato. Foram adicionadas ao substrato as doses de N para os limoeiros (0, 158, 316, 474 e 632 mg/dm<sup>3</sup>) e para as tangerineiras (0, 193, 386, 579 e 772 mg/dm<sup>3</sup>), sendo elas parceladas em 20 aplicações na área para os limoeiros e 24 para as tangerineiras, durante o período experimental.

O esquema experimental consistiu de um fatorial (4 x 5), num delineamento em blocos casualizados, com três repetições. A unidade experimental foi composta de quatro citrovasos com uma planta em cada.

As características avaliadas foram: altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, peso da matéria seca de folha, peso da matéria seca de caule, peso da matéria seca de raízes, concentração de clorofila e teores de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub>, N-total, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn nas folhas dos porta-enxertos. Os dados coletados foram submetidos a análise de regressão e as médias comparadas por meio de contrastes ortogonais previamente estabelecidos.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de avaliar o crescimento de diferentes porta-enxertos de citros, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando-se quatro espécies de porta-enxertos: os limoeiros 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Ten. & Pasq.) e as tangerineiras 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex. Tan.) e 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex. Tan.), cultivados em citrovasos com capacidade para 3 dm<sup>3</sup> de substrato. Foram adicionadas ao substrato as doses de N para os limoeiros (0, 158, 316, 474 e 632 mg/dm<sup>3</sup>) e para as tangerineiras (0, 193, 386, 579 e 772 mg/dm<sup>3</sup>), sendo elas parceladas em 20 aplicações de uréia para os limoeiros e 24 para as tangerineiras, durante o período experimental.

O esquema experimental constou de um fatorial (4 x 5), num delineamento em blocos casualizados, com três repetições. A unidade experimental foi composta de quatro citrovasos com uma planta em cada.

As características avaliadas foram: altura, diâmetro, número de folhas, área foliar, peso da matéria seca de folha, peso da matéria seca de caule, peso da matéria seca de raízes, concentração de clorofila e teores de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-total, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn nas folhas dos porta-enxertos. Os dados coletados foram submetidos à análise de regressão e as médias, comparadas por meio de contrastes ortogonais previamente estabelecidos.

O crescimento dos porta-enxertos diferiu com a aplicação das doses de N no substrato de cultivo. A tangerineira 'Sunki' exibiu maior número de folhas, área foliar, peso da matéria seca de folha e raízes. Os limoeiros apresentaram, durante o período experimental, as maiores alturas e diâmetro do caule, chegando primeiro ao ponto de enxertia, sendo, portanto, considerados mais vigorosos que as tangerineiras nesse sistema de cultivo. Os limoeiros tiveram menores exigências de N que as tangerineiras, visto que as doses de N ( $\text{mg/dm}^3$ ) que proporcionaram o máximo incremento de altura foram 453 para o limoeiro 'Cravo', 431 para o 'Volkameriano', 624 para a tangerineira 'Cleópatra' e 610 para a 'Sunki'. O máximo diâmetro foi alcançado com as doses de 455, 433, 543 e 546, respectivamente para os limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'. A adição de N na forma de uréia ao substrato de cultivo influenciou os teores foliares de todos os nutrientes estudados, nos diferentes porta-enxertos de citros. Observaram-se nos limoeiros acréscimos nos teores de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total, decréscimo de K e maiores teores de Mn e Fe. Os teores de P, Ca, Mg, S, Cu e Zn apresentaram pouca variação nesses porta-enxertos. Nas tangerineiras, verificaram acréscimos de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total e decréscimos de P, K, S, Fe e Zn. Os teores de Ca, Mg, Mn e Cu sofreram pouca variação. Os teores de clorofila, determinados pela metodologia-padrão (ARNON, 1949) e com o medidor portátil SPAD-502, foram influenciados pelas doses de N. De modo geral, os porta-enxertos apresentaram pouca variação quanto aos teores de clorofila determinados nas folhas. Tais valores se correlacionaram positivamente com as características de crescimento e teores de nitrogênio nas folhas, indicando que o monitoramento de N pode ser realizado com o uso de tais determinações.

Pode-se, dessa maneira, concluir que os porta-enxertos apresentaram diferenças, com relação às características de crescimento avaliadas, quando foram submetidos a diferentes doses de nitrogênio no substrato de cultivo.

A tangerineira 'Sunki' foi o porta-enxerto que apresentou os maiores valores quanto às características de crescimento avaliadas, em comparação com os demais porta-enxertos, à exceção da característica de maior interesse, o diâmetro do caule.

Os limoeiros apresentaram maior vigor inicial quando comparados com as tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

A tangerineira 'Cleópatra' exibiu grande alongamento do caule, o que, por sua vez, não redundou em ganho de diâmetro.

Os limoeiros chegaram primeiro ao ponto de enxertia, tendo-se mostrado muito vigorosos nesse sistema de cultivo, mesmo com as tangerineiras tendo apresentado valores superiores para a maioria das características de crescimento avaliadas.

As doses de nitrogênio em cobertura influenciaram positivamente as características de crescimento dos porta-enxertos estudados, mas, quando em excesso, provocaram efeito negativo no crescimento das plantas.

As tangerineiras, de modo geral, necessitaram de maiores doses de nitrogênio que os limoeiros para alcançar o máximo crescimento em altura e diâmetro do caule.

As doses de nitrogênio para a máxima eficiência física (MEF) foram, em  $\text{mg/dm}^3$  de substrato, de 455, 433, 543 e 546, respectivamente, nos porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki'.

As doses de nitrogênio para a máxima eficiência econômica (MEE) recomendadas para os porta-enxertos 'Cravo', 'Volkameriano', 'Cleópatra' e 'Sunki' foram, em  $\text{mg/dm}^3$  de substrato, de 214, 211, 306 e 319, respectivamente.

Os valores críticos médios de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total dos porta-enxertos estudados e que corresponderam às doses para MEF foram, em  $\text{dag/kg}$  de matéria seca de folha, de 3,15; 0,066; e 3,21, respectivamente.

Os valores críticos médios de N-orgânico,  $\text{N-NO}_3^-$  e N-total dos porta-enxertos estudados e que corresponderam às doses para MEE foram, em  $\text{dag/kg}$  de matéria seca de folha, de 2,28; 0,058; e 2,34, respectivamente.

As doses de nitrogênio aplicadas no substrato de cultivo influenciaram os teores foliares de todos os nutrientes estudados.

Os teores de clorofila total, determinados pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e pelo método-padrão (ARNON, 1949), apresentaram, de modo geral, pouca variação nos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

Não houve diferenças entre os porta-enxertos, na determinação da clorofila por matéria fresca de folha.

As doses de nitrogênio aplicadas no substrato de cultivo influenciaram positivamente os teores foliares de clorofila total dos quatro porta-enxertos estudados.

As doses de máxima eficiência física (MEF) para altura e diâmetro proporcionaram em média, nos quatro porta-enxertos, os valores de 72,68 e 71,83 unidades SPAD; 5,14 e 5,14 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar; e 2,10 e 2,07 mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente.

As doses de máxima eficiência econômica (MEE) para altura e diâmetro proporcionaram em média, nos quatro porta-enxertos, os valores de 63,40 e 55,09 unidades SPAD; 4,27 e 3,59 mg/dm<sup>2</sup> de área foliar; e 1,76 e 1,50 mg/g de matéria fresca de folha, respectivamente.

Os teores de clorofila total apresentaram correlações positivas e altamente significativas com as características de crescimento, bem assim com os teores de nitrogênio determinados nas folhas dos diferentes porta-enxertos.

As equações de regressão para estimar os teores de clorofila total e de nitrogênio nas folhas dos diferentes porta-enxertos, de acordo com as unidades SPAD, foram altamente significativas e com boa capacidade de determinação de tais teores.

Os valores de clorofila total, determinados pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 e pelo método de ARNON (1949), podem servir como critério de determinação e monitoramento do estado nutricional, com relação a nitrogênio, dos porta-enxertos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' e tangerineiras 'Cleópatra' e 'Sunki'.

CABRERA, R. C. A., D. MOREIRA, A. CARVALHO, J. G. Avaliação da quantidade de nutrientes nas diferentes variedades de porta-enxertos de citros no ponto de enxertia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. 1995. Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: CROC, 1995. v. 1, n. 1, p. 1363-1364.

CAMARGO, J. P. Efeitos da dose, fontes de fósforo e fungos micorrízicos sobre o limoeiro "cravo" até a replicagem. Lavras, ESAL, 1989. 104p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1989.

CARPENA ARTES, O. Nutritional differences in rootstocks of citrus. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1984, São Paulo. Proceedings... São Paulo: International Society of Citriculture, 1987. v.1, p.166-171.

CARVALHO, S. A. Manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos cítricos em bandejas. Lavras: ESAL, 1994. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTLE, W. S. Nursery practices in Florida and comments on the South African nursery industry. The Citrus and Subtropical Fruit Journal, v.18, n.1, p.11-13, 1984.

CASTLE, W. S. Root system development in field- and container-grown citrus. In: Proceedings of the Florida State Horticultural Society, v.92, p.37, 1980.

ALVAREZ V., V. H. **Avaliação da fertilidade do solo**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 75 p. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 1980, n.1, p.85-89.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1949.

BENNETT, W. F. **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants**. St. Paul: APS Press, 1993. 202p.

BOEIRA, R. C., KOLLER, O. C., BERGAMIN, F. N. Adubação mineral e orgânica em porta-enxertos de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBF, 1986. v.1, p.167-174.

BRAGA, J. M., DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica do fósforo com extratos de solos e plantas. **Revista Ceres.**, v.21, n.113, p.73-85, 1974.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS

BUENO, D. M. **Efeito do superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxertos de citros em diferentes tipos de solos**. Lavras: ESAL, 1984. 176p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1984.

CABRERA, R. A. D., MOREIRA, A., CARVALHO, J. G. Avaliação da quantidade de nutrientes nas diversas variedades de porta-enxertos de citros no ponto de enxertia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: CBCS, 1995. v.1, n.1, p.1363-1364.

- CAMARGO, I. P. **Efeitos de doses, fontes de fósforo e fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'cravo' até a repicagem.** Lavras: ESAL, 1989. 104p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1989.
- CARPENA ARTÉS, O. Nutritional differences in rootstocks of citrus. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1984, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: International Society of Citriculture, 1987. v.1, p.166-171.
- DEY, P. M., HARBORNE, J. B. *Plant biochemistry.* London: Academic, 1987.
- CARVALHO, S. A. **Manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos cítricos em bandejas.** Lavras: ESAL, 1994. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994.
- CASTLE, W. S. Nursery practices in Florida and comments on the South African nursery industry. **The Citrus and Subtropical Fruit Journal**, v.18, n.1, p.11-13, 1984.
- CASTLE, W. S. Root system desenvolviment in field - and container - grown young citrus trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.100, n.1, p.85-89, 1988.
- CASTLE, W. S., ADANS, W. G., DILLEY, R. L. An indoor, container system for producing citrus nurcery trees in one year from seed. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.92, n.1, p.3-7, 1980.
- CATALDO, D. A., HAROON, M., SCHRADER, L. E., YOUNES, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicytic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis.**, v.6, n.1, p.71-80, 1975.
- COELHO, Y. S., ALVES, H. A. R. Variação sazonal de macronutrientes nas folhas da planta cítrica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.4, p.137-142, 1991.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação.** Lavras: 1989. 176p.
- COSTA, C. **Conteúdo de clorofilas nas folhas em diferentes estádios de desenvolvimento e rendimento de grãos em cultivares de soja.** Porto Alegre, RS: FAUFRGS, 1986. 152p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.
- FURLANI JUNIOR, E., NAKAGAWA, J., BULHÕES, L. J., MOREIRA, J. A. A., GRASSI FILHO, H. **Correlação entre teor de citrulina e nível de nitrogênio aplicado em melões.** *Brasileira*, v.35, n.1, p.174-175, 1998.

- DECARLOS NETO, A. **Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros, semeados em tubetes**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 131p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- DESCOBERTOS mais seis vetores de CVC. **Revista do Fundecitrus**, v.14, n.94, p.8-9, 1999.
- DEY, P. M., HARBORNE, J. B. **Plant biochemistry**. London: Academic, 1997. 554p.
- DOU, H., ALVA, A. K. Nitrogen availability to citrus seedlings from urea and from mineralization of citrus leaf or compost. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n.1, p.13-24, 1998.
- DWYER, L. M., TOLLENAAR, M., HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, v.71, n.1, p.505-509, 1991.
- ESPOSTI, M. D. D., SIQUEIRA, D. L., PIRES, F. R., MACHADO FILHO, J. A. Crescimento do porta-enxerto limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) em citrovastos, submetidos a diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2, 1998, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: UFLA/SBCS, 1998. p.375.
- FAO.FAOSTAT Database results. [1998]. (<http://apps1.fao.org/servlet/XteServlet...n.Crops.Primary&OutputLabel=&Language=>).
- FONTANEZZI, G. B. S. **Efeitos de micorriza vesículo-arbuscular e do superfosfato simples no crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros**. Lavras: ESAL, 1989. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1989.
- FORTES, L. A. **Processos de produção do porta-enxerto limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv 'Cravo') em vaso**. Lavras: ESAL, 1991. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991.
- FOX, R. H., PIEKIELEK, W. P., MACNEAL, K. M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, n.3/4, p.171-181, 1994.
- FURLANI JUNIOR, E., NAKAGAWA, J., BULHÕES, L. J., MOREIRA, J. A. A., GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, v.55, n.1, p.171-175, 1996.

- GARCIA, A. L., NICOLAS, N. Influence of the degree of solvent impurity on the spectrophotometric determination of chlorophylls in 80% aqueous acetone and dimethyl formamide. Application to nonabrasive extraction of leaves of *Citrus aurantium*. **Photosynthetica**, v.35, n.4, p.545-550, 1998.
- GENÚ, P. J. C. **Teores de macro e micronutrientes em folhas de porta-enxertos cítricos (*Citrus* spp) de pés-francos e em folhas de tangerineira 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco) enxertada sobre os mesmos porta-enxertos**. Piracicaba: ESALQ, 1985. 156p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1985.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 9.ed. Piracicaba: ESALQ, 1990. 470 p.
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS - GPACC. **Recomendações para adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo**. 3.ed. Cordeirópolis: 1994. 27p.
- GUZZELLI, L., DAVIES, F. S., FERGUSON, J. J. Fertilization rate and growth of 'Hamlin'orange trees related to preplant leaf nitrogen levels in the nursery. **Horticultural Technology**, v.6, n.4, p.383-387, 1996.
- GUIMARÃES, T. G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 184p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- GUIMARÃES, T. G., FONTES, P. C. R., PEREIRA, P. R. G., ALVAREZ V., V. H., MONNERAT, P. H. Análise de  $\text{NO}_3^-$  na matéria seca e determinação rápida de  $\text{NO}_3^-$  na seiva do peciolo com microeletrodo portátil na avaliação do status nitrogenado do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.1, p.88, 1996a.
- GUIMARÃES, T. G., FONTES, P. C. R., PEREIRA, P. R. G., ALVAREZ V., V. H., MONNERAT, P. H. Utilização dos teores de clorofila determinados pelo método-padrão e pelo medidor de clorofila portátil SPAD-502, para avaliação do status nitrogenado do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.1, p.89, 1996b.
- HOEL, B. O., SOLHAUG, K. A. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Annals of Botany**, v.82, n.3, p.389-392, 1998.
- JACKSON, M. L. **Soil Chemical Analysis**. New Jersey: PrenticeHall. 498p. – 1958.

- JOAQUIM, D. Avaliação de três substratos para semeadura de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) laranja 'caipira' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e tangerineira 'cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka) em bandejas. Jaboticabal: UNESP, 1991. 133p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, 1991.
- JOHNSON, C. M., ULRICH, A. **Analytical methods for use in plant analysis**. Los Angeles: University of California, 1959. p.32-33. (Bulletin, 766).
- KHALAF, H. A., KOO, R. C. J. The use of controlled release nitrogen on container grown citrus seedlings. **Citrus & Vegetable Magazine**, v.46, n.9, p.10, 1983.
- KIRBY, E. A., MENGEL, E. Ionic balance in different tissues of the tomato plant in relation nitrate, and ammonium nutrition. **Plant Physiology**, v.42, n.1, p. 6-17, 1967.
- KOLLER, O. T., BOEIRA, R. C. Adubação orgânica e inorgânica em sementeiras de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.6, p.645-654, 1986.
- KOO, R. C. J. Nutrição e adubação dos citros. In: YAMADA, T. **Nutrição mineral e adubação dos citros**. 4.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1983. P.99-122. (Boletim Técnico, 5).
- KUBO, T., HIRATSUKA, S. Effect of bearing angle of satsuma mandarin fruit on rind roughness, pigmentation, and sugar and organic acid concentrations in the juice. **Journal Japanese Society Horticultural Science**, v.67, n.1, p.51-58, 1998.
- KURATA, H., MAEDA, Y., ADACHI, M., SHIMOKAWA, K. A possible participation of pyropheophorbide a in chlorophyll catabolism during of citrus unshiu fruits. **Journal Japanese Society Horticultural Science**, v.67, n.5, p.651-654, 1998.
- LAVON, R., SALOMON, R., GOLDSCHMIDT, E. E. Effect of potassium, magnesium and calcium deficiencies on nitrogen constituents and chloroplast components in citrus leaves. **Journal of the american society for Horticultural Science**, v.124, n.2, p.158-162, 1999.
- LEE, R. F., DERRICK, K. S., BERETTA, M. J. G., CHAGAS, C. M., ROSSETTI, V. Citrus variegated chlorosis: a new destructive disease of citrus in Brazil. **Citrus Industry**, v.1, n.1, p.12-15, 1991.
- LIMA, J. E.O. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, v.2, n.7, p.463-468, 1986.

- LIMA, J. E.O. Produção de mudas na África do Sul. **Laranja**, v.1, n.14, p.127-136, 1993.
- LOPES, A. S. Nitrogênio. In: LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: POTAFOS, 1989. p. 49-62.
- LOPEZ-CANTARERO, I., LORENTE, F. A., ROMERO, L. Are chlorophylls good indicators of nitrogen and phosphorus levels. **Journal of Plant Nutrition**, v.17, n.6, p.979-990, 1994.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 215p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e edubações**. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1981. 607p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: YAMADA, T. **Nutrição mineral e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS, 1983. p.13-71. (Boletim Técnico, 5).
- MALAVOLTA, E., VIOLANTE NETO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARQUARD, R. D., TIPTON, J. L. Relationship between extractable chlorophyll and *in situ* method to estimate leaf greenness. **Hortscience**, v.22, n.6, p.1327, 1987.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Berna: International Potash Institute, 1995. 680 p.
- MARTEL, J. H. I., FALCÃO, N. P. S., CLEMENT, C. R. Concentrações de  $K^+$ ,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  nas folhas de treze variedades de laranjeiras (*Citrus sinensis* L., Osbeck), sob a influência de diferentes porta-enxertos na região de Manaus, AM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBCS, 1997. v.1, n.1, p.187-197.
- 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: SBF, 1987. v.1, n.1, p. 20-23.

- MAUST, B. E., WILLIAMSON, J. G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.119, n.2, p.195-201, 1994.
- MAXWEL, N. P., LYONS, C. G. A technique for propagating container-grow citrus on sour orange rootstock in Texas. **Hortscience**, v.14, n.1, p.56-57, 1979.
- MINOLTA CAMERA CO., LTD. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Japan: MINOLTA, 1989. 22p.
- MINOTTI, P. L., HALSETH, D. E., SIECZKA, J. B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **Hortscience**, v.29, n.12, p.1497-1500, 1994.
- MOSS, G. I. Propagation of citrus for future plantings. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Lake Alfred, 1978. p. 132-139.
- MURTHY, S. V. K., IYENGAR, B. R. V. Efficiency of N absorpton, rate of uptake and utilisation in Citrus and Poncirus rootstoks as influenced by their root morphology. **Journal of Nuc. Agr. Bio.**, v.21, n.4, p.303-307, 1992.
- NEILSEN, D., HOGUE, E. J., NEILSEN, G. H., PARCHOMCHUK, P. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple trees. **Hortscience**, v.30, n.3, p.508-512, 1995.
- PACHECO, D. D. **Índices de disponibilidade de nitrogênio, teores de nitrato e vitamina C, composição mineral e produção de repolho em resposta a doses de nitrogênio, composto orgânico e de molibdênio**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PENG, S., LAZA, M. R. C., GARCIA, F. V., CASSMAN, K. G. Chlorophyll meter estimates leaf area-based nitrogen concentration of rice. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.26, n.5/6, p.927-935, 1995.
- PENG, Y. H., RABE, E. Effect of differing irrigation regimes on fruit quality, yield, fruit size and net CO<sub>2</sub> assimilation of 'Mihowase' satsuma. **Journal Horticultural Science & Biotechnology**, v.73, n.2, p.229-234, 1998.
- PIEKIELEK, W. P., FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, v.84, n.1, p.59-65, 1992.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O., VIÉGAS, F., POMPEU JUNIOR, J., AMARO, A. A. (Eds.). **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.279-296.

- PRITCHARD, K. H., DOERGE, T. A., THOMPSON, T. L. Evaluation of in season nitrogen tissue tests for drip irrigated leaf and romaine lettuce. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.26, n.1/2, p.237-257, 1995.
- RAMANUJAM, T., JOS, J. S. Influence of light intensity on chlorophyll distribution and anatomical characters of cassava leaves. **Turrialba**, V.34, N.4, p.467-471, 1984.
- RESSE, L., KOO, R. C. J. Fertility and irrigation effects on temple orange I. Yield and leaf analysis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.102, n.2, p.48-51, 1977.
- REZENDE, L. P. **Efeito do volume de substrato e do superfosfato simples na formação de porta-enxertos de citros**. Lavras: ESAL, 1991. 97p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991.
- RODRIGUES, N. N. Comparation de cinco modelos de bolsas en viveiros citricolas. La influencia en el crecimiento del naranjo agrio *Citrus aurantium*. Habana, Cuba, **Cienci. Tec. Agric., Citricos y Otros Frutales**, v.12, n.3, p.113-120p. 1989.
- RODRIGUEZ, O., INFORZATO, R., TEOFILLO SOBRINHO, J. Estudos do sistema radicular de três porta-enxertos para citros em viveiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.1, n.1, p.265, 1978.
- SANCHEZ, R. A., HALL, A. L., TRAPANI, N., HUNAU, R. C. Effects of water stress on the chlorophyll content, nitrogen level and photosynthesis of leaves of two maize genotypes. **Photosynthesis Research**, v.4, n.1, p.35-47, 1983.
- SANTOS, M. G. F. M. **Influência da cultivar e do número de frutos dos ramos nos teores de nutrientes foliares de citros**. Lavras: ESAL, 1980. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1980.
- SCAIFE, A., STEVENS, K. L. Monitoring sap nitrate in vegetables crops: comparison of test strips with electrode methods, and effects of time of day and leaf position. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.14, n.9, p.761-771, 1983.
- SCHEPERS, J. S., FRANCIS, D. D., VIGIL, M., BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. **Communications In Soil Science and Plant Analysis**, v.23, n.17/20, p.2173-2187, 1992.

- SERNA, M. D., BORRAS, R., LEGAZ, F., PRIMO-MILLO, E. The influence of nitrogen concentration and ammonium/nitrate ratio on N-uptake, mineral composition and yield of citrus. **Plant and Soil**, v.147, n.1, p.13-23, 1992.
- SESTAK, Z. Limitations for findings a linear relationship between chlorophyll content and photosynthetic activity. **Biol. Plant.**, v.8, n.5, p.336-346, 1966.
- SESTAK, Z., CATSKY, J., JARVIS, P.G. Determination of chlorophyll a and b. In: JUNK, N.V., 1.ed. **Plant Photosynthetic Production: Manual of Methods**. TheHague. p.672-701, 1971.
- SHADCHINA, T. M., DMITRIEVA, V. V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnosotic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, n.7, p.1427-1437, 1995.
- SMEAL, D., ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, n.9/10, p.1495-1503, 1994.
- WASKON, R. M., WESTFALL, D. G., SPELLMAN, D. E., SOLTANPOUR, P. N.
- SOPRANO, E., KOLLER, O. L. Substratos para a produção de mudas citricas em recipientes plásticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.4, p.81-86, 1991.
- SOUZA, M. Adubação das plantas citricas. **Informe Agropecuário**, v.5, n.52, p.26-31, 1979.
- SOUZA, M. Nutrição e adubação para produzir mudas frutíferas. **Informe Agropecuário**, v.9, n.102, p.40-43, 1983.
- SPOMER, L. A. The effect of container soil volume on plant growth. **HortScience**, v.17, n.14, p.580-581, 1982.
- STOFFELLA, P. J., LI, Y. C., CALVERT, D. V., GRAETZ, D. A. Soilless growing media amended with sugarcane filtercake compost for citrus rootstock production. **Compost Science & Utilization**, v.4, n.2, p.21-25, 1996.
- WOOD, C. W., REEVES, D. W., DUFFIELD, R. P., EDMISTER, K. L., PHIL
- SUDAHONO, D. H. B., ROUSE, R. E. Greenhouse screening of citrus rootstocks for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis. **Hortscience**, v.29, n.2, p.113-116, 1994.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant physiology**. California: The Benjamin Cummings, 1991. 565p.
- TAYLOR, B. V. K., DIMSEY, R.T. Rootstock and scion effects on the leaf nutrient composition of citrus trees. **Journal of Experimental Agricultural**, v.33, n.3, p.363-371, 1993.

- TEÓFILO SOBRINHO, J. Propagação dos citros. In: RODRIGUEZ, O., VIÉGAS, F., POMPEU JUNIOR, J., AMARO, A. A. (Eds.). **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p.181-301.
- TEÓFILO SOBRINHO, J., FIGUEIREDO, J. O. Diversificação do uso de porta-enxertos na citricultura paulista. **Laranja**, v. 5, n.1, p. 403-417, 1984.
- TURNER, F. T., JUND, M. F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. **Agronomy Journal**, v.83, n.5, p.926-928, 1991.
- VARVAL, G. E., SCHEPERS, J. S., FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, v.61, n.4, p.1233-1239, 1997.
- VITTI, G. C., CABRITA, J. R. M. **Nutrição e adubação de citros**. Jaboticabal: Funep, 1998. 31p. (Boletim Citricola,4).
- WASKON, R. M., WESTFALL, D. G., SPELLMAN, D. E., SOLTANPOUR, P. N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.27, n.3/4, p.545-560, 1996.
- WESTCOTT, M. P., WRAITH, J. M. Correlation of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. **Commun. in Soil Science and Plant Analysis**, v.26, n.9/10, p.1481-1490, 1995.
- WILLIAMSON, J. G., CASTLE, W. S. A survey of Florida citrus nurseries. **The citrus industry**, v.76, n.3, p.68-75, 1990.
- WOLFE, D. W., HENDERSON, D. W., HSIAO, T. C., ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescences of maize. II. Photosynthetic decline and longevity of individual leaves. **Agronomy Journal**, v.80, n.6, p.865-870, 1988.
- WOOD, C. W., REEVES, D. W., DUFFIELD, R. R., EDMISTEN, K. L. Field chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, v.15, n.4, p.487-500, 1992.

APÊNDICE

Quadro 1A - Análise de variância das características de crescimento<sup>1</sup> e teores de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub>, N-total, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn de quatro diferentes porta-enxertos de citros quando estes estavam aptos a serem enxertados

		Quadrados médios		
F.V.	G.L.	SPAD	CTMGG	CTMGDM
Blocos	2	87,367**	0,00152**	0,226**
Doses de N	4	7.781,841**	7,819**	48,585**
Variedades	3	77,205**	0,037**	0,916*
DN x VAR	12	48,937*	0,058**	0,672*
Resíduo	38	8,539	0,035	0,141
C.V. (%)		5,60	12,68	10,50

		Quadrados médios		
F.V.	G.L.	NF	AF	PSF
Blocos	2	7,388	8.348,229**	1,728**
Doses de N	4	3.670,450**	508.738,0**	222,331**
Variedades	3	529,663**	191,340,50**	7,188**
DN x VAR	12	62,949*	45,827,01*	1,343**
Resíduo	38	10,227	2.874,947	0,885
C.V. (%)		9,24	8,10	13,88

		Quadrados médios		
F.V.	G.L.	PSC	PSR	ALT
Blocos	2	0,489**	1,165**	58,218**
Doses de N	4	253,924**	544,047*	14,487,520**
Variedades	3	23,603**	60,858**	3,123,901**
DN x VAR	12	5,119**	17,833**	481,158**
Resíduo	38	0,650	0,581	20,447
C.V. (%)		10,16	5,90	6,14

		Quadrados médios			
F.V.	G.L.	DIAM	N-orgânico	N-NO <sub>3</sub>	N-total
Blocos	2	0,00476**	0,00852**	0,000224*	0,00641**
Doses de N	4	0,337**	13,393**	0,00309**	33,654**
Variedades	3	0,0231**	1,270**	1,000437**	1,300**
DN x VAR	12	0,00446**	0,0282**	0,000315**	0,0021**
Resíduo	38	0,00208	0,0428	0,0000413	0,0422
C.V. (%)		6,45	8,21	11,45	8,00

APÊNDICE

Quadro 1A – Análise de variância das características de crescimento<sup>1/</sup> e teores de N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-total, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn de quatro diferentes porta-enxertos de citros quando estes estavam aptos a serem enxertados

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	P	K	Ca	Mg
Blocos	2	0,000493*	0,2277**	0,104**	0,000311*
Variedades	3	0,0568**	0,127*	3,805**	0,056**
DN x VAR	12	0,00105**	4,052	301,741	0,056**
Resíduo	38	15,51	5,44	45,858	9,18
C.V. (%)		6,89	7,30	8,19	8,52

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	SPAD	CTMGG	CTMGDM	
Blocos	2	87,387**	0,00152 <sup>ns</sup>	0,226 <sup>ns</sup>	
Doses de N	4	7.781,841**	7,819**	46,565**	
Variedades	3	77,205**	0,037 <sup>ns</sup>	0,916*	
DN x VAR	12	46,937*	0,058 <sup>ns</sup>	0,672*	
Resíduo	38	8,539	0,035	0,141	
C.V. (%)		5,60	12,68	10,50	

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	NF	AF	PSF	
Blocos	2	7,388 <sup>ns</sup>	6.346,229 <sup>ns</sup>	1,728 <sup>ns</sup>	
Doses de N	4	3.678,434**	1.908.738,0**	222,331**	
Variedades	3	529,653**	191.340,60**	7,169**	
DN x VAR	12	62,949*	15.827,01*	1,343 <sup>ns</sup>	
Resíduo	38	10,227	2.874,947	0,885	
C.V. (%)		9,24	8,10	13,80	

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	PSC	PSR	ALT	
Blocos	2	0,489 <sup>ns</sup>	1,165 <sup>ns</sup>	58,218 <sup>ns</sup>	
Doses de N	4	253,924**	544,047*	14.487,520**	
Variedades	3	23,503**	80,858**	3.123,991**	
DN x VAR	12	5,119**	17,863**	481,158**	
Resíduo	38	0,650	0,581	20,447	
C.V. (%)		10,16	5,90	6,14	

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	DIAM	N-orgânico	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-total
Blocos	2	0,00476 <sup>ns</sup>	0,00852 <sup>ns</sup>	0,000224*	0,00641 <sup>ns</sup>
Doses de N	4	0,337**	13,393**	0,00209**	13,664**
Variedades	3	0,0231**	1,270**	0,000437**	1,300**
DN x VAR	12	0,00448 <sup>ns</sup>	0,0882 <sup>ns</sup>	0,000315**	0,0921 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	0,00228	0,0426	0,0000413	0,0423
C.V. (%)		6,48	8,21	11,48	8,00

Quadro 1A, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		P	K	Ca	Mg
Blocos	2	0,000493*	0,0277 <sup>ns</sup>	0,104**	0,000811 <sup>ns</sup>
Doses de N	4	0,0183**	17,331**	0,143**	0,0142**
Variedades	3	0,0125**	0,610**	0,402**	0,00489*
DN x VAR	12	0,00744**	0,240**	0,0310 <sup>ns</sup>	0,00469*
Resíduo	38	0,0000968	0,0269	0,0121	0,00104
C.V. (%)		6,89	7,30	6,19	8,52

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		S	Fe	Cu	Mn	Zn
Blocos	2	0,0150 <sup>ns</sup>	97,301 <sup>ns</sup>	0,442*	169,375 <sup>ns</sup>	11,639 <sup>ns</sup>
Doses de N	4	0,179**	1.969,14**	0,359 <sup>ns</sup>	2.492,6**	55,594*
Variedades	3	0,082**	1.752,54**	3,499**	3.865,2**	83,872**
DN x VAR	12	0,0589*	881,127*	0,262 <sup>ns</sup>	301,741*	61,766**
Resíduo	38	0,00953	174,052	0,105	48,868	8,169
C.V. (%)		15,51	15,44	16,10	9,18	13,63

\* e <sup>ns</sup> e <sup>ns</sup> significativos a 1% e 5% e não-significativo, respectivamente, pelo teste F.

<sup>1/</sup> Unidades SPAD (SPAD), clorofila total em mg/g de matéria fresca de folha (CTMGG), clorofila total em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar (CTMGDM), número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PSF), peso da matéria seca de caule (PSC), peso da matéria seca de raiz (PSR), altura (ALT), diâmetro (DIAM), nitrogênio orgânico (N-orgânico), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrogênio total (N-total), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn).

DN/Volkant.	4	896,7845**	61,3623**	51,14438**
Resíduo	38	10,22723	2,524547	0,5847363
C.V. (%)		9,24	5,09	13,79

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		PSC	PSR	ALT
Blocos	2	0,4894718 <sup>ns</sup>	1,168284 <sup>ns</sup>	58,21817 <sup>ns</sup>
C1	1	32,2447**	240,486**	7,379,265**
C2	1	17,473**	0,86631 <sup>ns</sup>	15,2883 <sup>ns</sup>
C3	1	20,80**	1,3413 <sup>ns</sup>	1,976,41**
DN/Cerro	4	38,64756**	79,42046**	2,145,923**
DN/Cloop.	4	113,2841**	298,588**	7,250,607**
CNS/Sunki	4	66,68819**	229,885**	4,742,347**
DN/Volkant.	4	60,36105**	79,74388**	1,789,318**
Resíduo	38	0,0500341	0,5807592	20,44737
C.V. (%)		10,16	6,90	6,14

Quadro 2A – Resumo da análise de variância dos contrastes e regressão das características de crescimento<sup>1/</sup> e dos teores N-orgânico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-total, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn de quatro diferentes porta-enxertos de citros quando estes estavam aptos a serem enxertados

Quadrados médios				
F.V.	G.L.	SPAD	CTMGG	CTMGDM
Blocos	2	87,38681**	0,00152349 <sup>ns</sup>	0,2260498 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> :	1	134,40067*	0,0802784 <sup>ns</sup>	0,974559**
C <sub>2</sub> :	1	2,133333 <sup>ns</sup>	0,0163333 <sup>ns</sup>	0,4662533 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub> :	1	95,052*	0,01456844 <sup>ns</sup>	1,3071716*
DN/Cravo	4	1754,166**	1,90316**	10,02983**
DN/Cleop.	4	2436,248**	2,119881**	16,38971**
DN/Sunki	4	1984,135**	1,955145**	12,44721**
DN/Volkam.	4	1748,1**	2,01536**	9,713893**
Resíduo	38	8,53865	0,03479004	0,1410976
C.V. (%)		5,60	12,68	10,50

Quadrados médios				
F.V.	G.L.	NF	AF	PSF
Blocos	2	7,388341 <sup>ns</sup>	6.346,229 <sup>ns</sup>	1,728118 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> :	1	1.569,59**	67.650,67**	2,88 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub> :	1	0,5686 <sup>ns</sup>	171.842,94**	1,25 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub> :	1	18,80 <sup>ns</sup>	334.528,13**	17,39**
DN/Cravo	4	538,0245**	390.602,1**	44,68019**
DN/Cleop.	4	1.372,079**	371.703,6**	58,24809**
DN/Sunki	4	1.260,392**	581.350,3**	72,28562**
DN/Volkam.	4	696,7845**	612.562,9**	51,14438**
Resíduo	38	10,22723	2.874,947	0,8847383
C.V. (%)		9,24	8,09	13,79

Quadrados médios				
F.V.	G.L.	PSC	PSR	ALT
Blocos	2	0,4894719 <sup>ns</sup>	1,164694 <sup>ns</sup>	58,21817 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> :	1	32,2447**	240,164**	7.379,286**
C <sub>2</sub> :	1	17,473**	0,88031 <sup>ns</sup>	16,2803 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub> :	1	20,80**	1,5413 <sup>ns</sup>	1.976,41**
DN/Cravo	4	38,94756**	79,42046**	2.149,023**
DN/Cleop.	4	113,2841**	208,586**	7.250,607**
DN/Sunki	4	66,69819**	229,885**	4.742,047**
DN/Volkam.	4	50,35165**	79,74388**	1.789,319**
Resíduo	38	0,6500341	0,5807592	20,44737
C.V. (%)		10,16	5,90	6,14

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	DIAM	N-orgânico	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-total
Blocos	2	0,00476 <sup>ns</sup>	0,00852 <sup>ns</sup>	0,0002238*	0,006414 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> :	1	6,4288**	0,4558817**	0,0011441**	0,502701**
C <sub>2</sub> :	1	0,3608 <sup>ns</sup>	0,8895852**	0,0000901 <sup>ns</sup>	0,907584**
C <sub>3</sub> :	1	0,1268 <sup>ns</sup>	2,4630405**	0,0000768 <sup>ns</sup>	2,490625**
DN/Cravo	4	0,05524**	3,884589**	0,001685**	4,029134**
DN/Cleop.	4	0,10844**	4,183759**	0,000383**	4,22643**
DN/Sunki	4	0,12725**	2,277131**	0,000244*	2,29175**
DN/Volkam.	4	0,05971**	3,312101**	0,000719**	3,39249**
Resíduo	38	0,00228	0,04259	0,00004126	0,042272
C.V. (%)		6,48	8,21	11,48	8,00

Quadrados médios					
F.V.	G.L.	P	K	Ca	Mg
Blocos	2	0,000493*	0,02771422 <sup>ns</sup>	0,1042866**	0,000811 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> :	1	0,01019**	0,04179 <sup>ns</sup>	0,31393**	0,00136 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub> :	1	0,01885**	0,89120 <sup>ns</sup>	0,08216*	0,01184**
C <sub>3</sub> :	1	0,00840**	0,89725 <sup>ns</sup>	0,81016**	0,00147 <sup>ns</sup>
DN/Cravo	4	0,000168 <sup>ns</sup>	2,582374**	0,083317*	0,019875**
DN/Cleop.	4	0,02998**	5,91736**	0,025927 <sup>ns</sup>	0,00308*
DN/Sunki	4	0,01008**	4,419122**	0,0473733*	0,00246 <sup>ns</sup>
DN/Volkam.	4	0,00038**	5,131103**	0,0793433**	0,002862*
Resíduo	38	0,0000968	0,0269151	0,0120849	0,0010353
C.V. (%)		6,89	7,30	6,19	8,52

Quadrados médios						
F.V.	G.L.	S	Fe	Cu	Mn	Zn
Blocos	2	0,0150 <sup>ns</sup>	97,301 <sup>ns</sup>	0,44238*	169,375 <sup>ns</sup>	11,64 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> :	1	0,0813**	5.078,03**	9,27480**	4.707,849**	35,052*
C <sub>2</sub> :	1	0,0661*	107,655 <sup>ns</sup>	0,57685*	2.307,913**	7,213 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub> :	1	0,0982**	71,92 <sup>ns</sup>	0,64827**	4.579,875**	209,4**
DN/Cravo	4	0,01654 <sup>ns</sup>	75,68 <sup>ns</sup>	0,3613 <sup>ns</sup>	1.654,89**	39,54**
DN/Cleop.	4	0,10266*	3.380,600**	0,11716 <sup>ns</sup>	773,361**	142,6**
DN/Sunki	4	0,2097**	1.148,400**	0,1581 <sup>ns</sup>	365,054**	28,44 <sup>ns</sup>
DN/Volkam.	4	0,0269 <sup>ns</sup>	7,88 <sup>ns</sup>	0,5071*	604,55**	30,36 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	0,00953	174,0519	0,105019	48,86842	8,169
C.V. (%)		15,51	15,44	16,10	9,18	13,63

\* e <sup>ns</sup> significativos a 1% e 5% e não-significativo, respectivamente, pelo teste F.

<sup>1/</sup> Unidades SPAD (SPAD), clorofila total em mg/g de matéria fresca de folha (CTMGG), clorofila total em mg/dm<sup>2</sup> de área foliar (CTMGDM), número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da matéria seca de folha (PSF), peso da matéria seca de caule (PSC), peso da matéria seca de raiz (PSR), altura (ALT), diâmetro (DIAM), nitrogênio orgânico (N-orgânico), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e nitrogênio total (N-total).

Quadro 3A – Análise de variância de altura dos porta-enxertos nas diferentes épocas de avaliação

Quadrados médios						
F.V.	G.L.	30	60	90	120	150
Blocos	2	0,04107 <sup>ns</sup>	1,94850 <sup>ns</sup>	9,3947 <sup>ns</sup>	54,5738**	174,35**
Doses de N	4	0,91378 <sup>ns</sup>	0,75142 <sup>ns</sup>	48,0714**	314,099**	1.053,26**
Variedades	3	29,7049**	73,13511**	178,5559**	312,4562**	580,29**
DN x VAR	12	0,1442 <sup>ns</sup>	0,32331 <sup>ns</sup>	1,1981 <sup>ns</sup>	4,6362 <sup>ns</sup>	13,57**
Resíduo	38	0,5691422	1,012533	2,576246	6,165784	16,023
C.V. (%)		15,10	12,04	12,23	13,12	15,13

Quadrados médios							
F.V.	G.L.	180	210	240	270	300	330
Blocos	2	254,8**	273,3**	166,58**	49,58**	21,6**	58,2**
Doses de N	4	2.977,9**	4.939,5**	7.173,8**	8.497,5**	10.014,2**	14.487,0**
Variedades	3	939,6**	699,7**	494,02**	621,00**	429,3**	3.124,0**
DN x VAR	12	24,6 <sup>ns</sup>	35,7 <sup>ns</sup>	98,21 <sup>ns</sup>	133,89**	100,2**	481,2**
Resíduo	38	21,28	17,21	16,283	21,448	17,32	20,44
C.V. (%)		11,91	8,68	7,26	7,76	6,49	6,14

Quadro 4A – Análise de variância do diâmetro dos porta-enxertos nas diferentes épocas de avaliação

Quadrados médios						
F.V.	G.L.	30	60	90	120	150
Blocos	2	0,0040817 <sup>ns</sup>	0,0051267 <sup>ns</sup>	0,0552717 <sup>ns</sup>	0,0232517 <sup>ns</sup>	0,25621 <sup>ns</sup>
Doses de N	4	0,0091625 <sup>ns</sup>	0,0271458 <sup>ns</sup>	0,0445683 <sup>ns</sup>	0,2818234 <sup>ns</sup>	0,56164 <sup>ns</sup>
Variedades	3	0,5951838**	1,334173**	4,899836**	9,579669**	15,92421**
DN x VAR	12	0,0245047 <sup>ns</sup>	0,0229969 <sup>ns</sup>	0,0399261 <sup>ns</sup>	0,0757545 <sup>ns</sup>	0,11745 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	0,02163253	0,01836876	0,04733844	0,1546097	0,3261379
C.V. (%)		8,41	4,72	6,16	9,66	12,60

Quadrados médios							
F.V.	G.L.	180	210	240	270	300	330
Blocos	2	0,824 <sup>ns</sup>	0,629 <sup>ns</sup>	0,1275 <sup>ns</sup>	0,3264 <sup>ns</sup>	0,3400 <sup>ns</sup>	0,0476 <sup>ns</sup>
Doses de N	4	0,999 <sup>ns</sup>	2,040 <sup>ns</sup>	2,3306 <sup>ns</sup>	3,2728 <sup>ns</sup>	3,8926 <sup>ns</sup>	3,372**
Variedades	3	23,633**	24,747**	17,7504**	12,82117*	8,5065 <sup>ns</sup>	0,2305**
DN x VAR	12	0,169 <sup>ns</sup>	0,220 <sup>ns</sup>	0,1117 <sup>ns</sup>	0,0820 <sup>ns</sup>	0,0689 <sup>ns</sup>	0,0447 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	0,65154	1,2250	1,68379	2,077707	2,610909	0,02283
C.V. (%)		15,91	18,64	20,33	21,44	22,94	6,48

Quadro 5A – Resumo da análise de variância dos contrastes de altura dos porta-enxertos nas diferentes épocas de avaliação

		Quadrados médios					
F.V.	G.L.	30	60	90	120	150	
<b>Blocos</b>	2	0,041073 <sup>ns</sup>	1,94850 <sup>ns</sup>	9,39466 <sup>ns</sup>	54,57384**	174,345**	
<b>Doses de N</b>	4	0,91378 <sup>ns</sup>	0,75142 <sup>ns</sup>	48,07142**	314,099**	1.053,26**	
<b>Variedades</b>	3	29,7049**	73,13511**	178,5559**	312,4562**	580,295**	
<b>C<sub>1</sub>:</b>	1	59,8**	134,70**	386,08**	658,691**	1.200,64**	
<b>C<sub>2</sub>:</b>	1	2,76*	29,601**	48,896**	74,892**	114,856*	
<b>C<sub>3</sub>:</b>	1	27,27**	54,68**	100,467**	203,841**	424,88**	
<b>DN x VAR</b>	12	0,144155 <sup>ns</sup>	0,32331 <sup>ns</sup>	1,19808 <sup>ns</sup>	4,63622 <sup>ns</sup>	13,565**	
<b>Resíduo</b>	38	0,5691422	1,012533	2,576246	6,165784	16,02253	
<b>C.V. (%)</b>		15,10	12,04	12,23	13,12	15,13	
F.V.	G.L.	180	210	240	270	300	330
<b>Blocos</b>	2	254,83**	273,28**	166,58**	49,558**	21,59**	58,2**
<b>Doses de N</b>	4	2.977,9**	4.939,5**	7.173,8**	8.497,5**	10.014,2**	14.487,0**
<b>Variedades</b>	3	939,67**	699,66**	494,017**	621,004**	429,249**	3.124,0**
<b>C<sub>1</sub>:</b>	1	1.708,80**	949,63**	6,667 <sup>ns</sup>	89,793*	153,92**	7.379,3**
<b>C<sub>2</sub>:</b>	1	196,61**	255,79**	226,325**	320,133**	15,696 <sup>ns</sup>	16,3 <sup>ns</sup>
<b>C<sub>3</sub>:</b>	1	918,53**	893,26**	1.249,365**	1.453,25**	1.118,74**	1.976,4**
<b>DN x VAR</b>	12	24,57 <sup>ns</sup>	35,65 <sup>ns</sup>	98,208 <sup>ns</sup>	133,892**	100,224**	481,2**
<b>Resíduo</b>	38	21,2747	17,2099	16,28325	21,44778	17,3210	20,45
<b>C.V. (%)</b>		11,91	8,68	7,26	7,76	6,49	6,14

Quadro 6A – Resumo da análise de variância dos contrastes de diâmetro dos porta-enxertos nas diferentes épocas de avaliação

Quadrados médios						
F.V.	G.L.	30	60	90	120	150
<b>Blocos</b>	2	0,0040817 <sup>ns</sup>	0,0051267 <sup>ns</sup>	0,0552717 <sup>ns</sup>	0,023252 <sup>ns</sup>	0,25621 <sup>ns</sup>
<b>Doses de N</b>	4	0,0091625 <sup>ns</sup>	0,0271458 <sup>ns</sup>	0,0445683 <sup>ns</sup>	0,281823 <sup>ns</sup>	0,56164 <sup>ns</sup>
<b>Variedades</b>	3	0,5951838**	1,334173**	4,899836**	9,579669**	15,9242**
<b>C<sub>1</sub>:</b>	1	0,640**	2,360**	11,704**	24,704**	43,520**
<b>C<sub>2</sub>:</b>	1	1,010**	1,323**	2,408**	3,333**	3,536**
<b>C<sub>3</sub>:</b>	1	0,176**	0,341**	0,533**	0,616 <sup>ns</sup>	0,705 <sup>ns</sup>
<b>DN x VAR</b>	12	0,0245047 <sup>ns</sup>	0,0229969 <sup>ns</sup>	0,0399261 <sup>ns</sup>	0,075755 <sup>ns</sup>	0,11745 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	38	0,02163253	0,01836876	0,04733844	0,1546097	0,326138
<b>C.V. (%)</b>		8,41	4,72	6,16	9,66	12,60

Quadrados médios							
F.V.	G.L.	180	210	240	270	300	330
<b>Blocos</b>	2	0,824 <sup>ns</sup>	0,629 <sup>ns</sup>	0,1275 <sup>ns</sup>	0,3264 <sup>ns</sup>	0,3400 <sup>ns</sup>	0,0476 <sup>ns</sup>
<b>Doses de N</b>	4	0,999 <sup>ns</sup>	2,040 <sup>ns</sup>	2,3306 <sup>ns</sup>	3,2728 <sup>ns</sup>	3,8926 <sup>ns</sup>	3,372**
<b>Variedades</b>	3	23,633**	24,747**	17,7504**	12,82117*	8,5065 <sup>ns</sup>	2,305**
<b>C<sub>1</sub>:</b>	1	64,481**	69,123**	47,526**	35,114**	24,962**	6,429
<b>C<sub>2</sub>:</b>	1	5,461**	3,536 <sup>ns</sup>	3,675 <sup>ns</sup>	2,945 <sup>ns</sup>	0,363 <sup>ns</sup>	0,361
<b>C<sub>3</sub>:</b>	1	0,972 <sup>ns</sup>	1,587 <sup>ns</sup>	1,976 <sup>ns</sup>	0,616 <sup>ns</sup>	0,261 <sup>ns</sup>	0,127
<b>DN x VAR</b>	12	0,169 <sup>ns</sup>	0,220 <sup>ns</sup>	0,1117 <sup>ns</sup>	0,0820 <sup>ns</sup>	0,0689 <sup>ns</sup>	0,0447 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	38	0,6515	1,22503	1,683789	2,077707	2,610909	0,02283
<b>C.V. (%)</b>		15,91	18,64	20,33	21,44	22,94	6,48