

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO HORTICULTURA

FONTES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM POMAR NOVO DE  
TANGERINEIRAS 'MONTENEGRINA' (*Citrus deliciosa* Tenore)

Nestor Valtir Panzenhagen  
Engenheiro Agrônomo - (UFRGS)

Dissertação apresentada como um dos  
requisitos à obtenção do grau de  
Mestre em Fitotecnia

Porto Alegre (RS), Brasil  
Novembro, 1996



CIP - CATALOGAÇÃO INTERNACIONAL NA PUBLICAÇÃO

P199f Panzenhagen, Nestor Valtir  
Fontes e níveis de adubação em pomar novo de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus  
deliciosa* Tenore) / N. V. Panzenhagen. -- Porto Alegre : N. V. Panzenhagen, 1996.

x, 93 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Curso de Pós-  
Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, 1996.

1. Tangerina Montenegrina : Prática cultural : Adubação. I. Título.

CDD: 634.318 9

CDU: 634.322

Catálogo na publicação:  
Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS

17813

T  
634.318 9  
P199F

AGR  
1997/187130-5  
1997/04/23

NESTOR VALTIR PANZENHAGEN  
Engº Agrº - UFRGS

## DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **MESTRE EM FITOTECNIA**

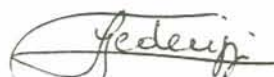
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 04.11.1996  
Pela Banca Examinadora

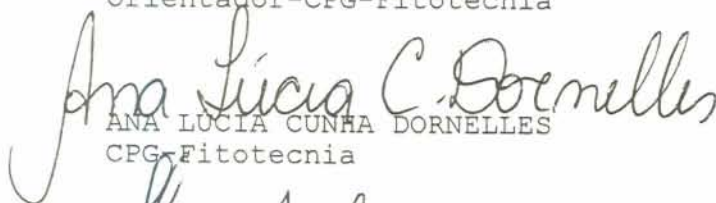
Homologado em: 02.12.1996  
Por



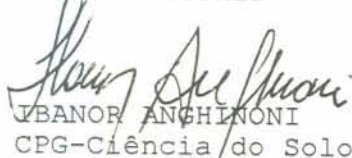
OTTO CARLOS KOLLER  
Orientador-CPG-Fitotecnia



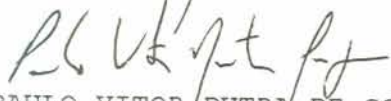
LUIZ CARLOS FEDERIZZI  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia



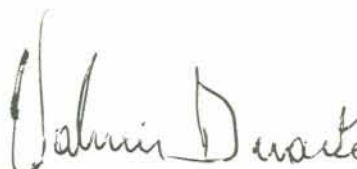
ANA LUCIA CUNHA DORNELLES  
CPG-Fitotecnia



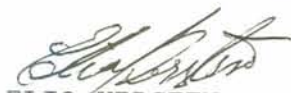
IVANOR ANGHINONI  
CPG-Ciência do Solo



PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA  
Pesquisador-UFRGS



NILTON RODRIGUES PAIM  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia



ELIO KERSTEN  
UFFel

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Otto Carlos Koller pela orientação, dedicação e ensinamentos transmitidos.

À minha mãe Jeny e meus irmãos Celi e Darci pelo apoio, incentivo e compreensão.

À FINEP pelo auxílio prestado para a realização desta pesquisa, através do convênio UFRGS/FINEP n<sup>o</sup> 64.94.0050.00.

Aos Engenheiros Agrônomos André Kossmann Miozzo (in memorian), Osório Antônio Lucchese, Nelso Volcan Portelinha e aos acadêmicos Ivar Sartori, Gilmar Schäfer e Denise Fernandes da Silveira pela amizade, convivência e colaboração na realização deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, em especial Antônio Conte, Neiva Lourdes Rech e Carlos Antônio Krause pela amizade, companheirismo e momentos de convivência.

Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Setor de Horticultura e Silvicultura pela colaboração na execução dos trabalhos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS pelo apoio e colaboração.



Aos demais professores, colegas e funcionários que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação profissional e na elaboração deste trabalho.

Ao Laboratório de Análises de Solos e Tecidos do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS pela realização das análises do solo e de tecidos.

Aos moradores da Casa do Estudante das Faculdades de Agronomia e Veterinária (CEFAV) pela amizade e convivência.

## FONTES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM POMAR NOVO DE TANGERINEIRAS 'MONTENEGRINA' (*Citrus deliciosa* Tenore)<sup>1</sup>

Autor: Nestor Valtir Panzenhagen  
Orientador: Otto Carlos Koller

### SINOPSE

Esta pesquisa objetivou estudar a influência da calagem e de adubações minerais e orgânicas nas características químicas do solo, nos teores foliares de nutrientes, no crescimento do perímetro do tronco e na produção de frutos de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), enxertadas em *Poncirus trifoliata* Raf. O plantio foi realizado em julho de 1988, em solo podzólico vermelho-escuro, de textura franco-argilosa. Os tratamentos foram: 1- testemunha (sem adubação e sem calagem); 2- solo corrigido a pH 6,5 antes do plantio; 3- adubações com esterco de aves e calagens anuais; 4- adubações com esterco de bovinos e calagens anuais; 5- adubações com N, K e calagens anuais; 6- adubações com N, K, calagens anuais e correção com P antes do plantio; 7- adubações com N, P, K e calagens anuais; 8- adubações com N, P dose dupla, K e calagens anuais; 9- adubações com N, P e K, sem calagens anuais.

Os resultados mostraram que os teores foliares de nutrientes, isoladamente, não são parâmetros suficientes para a recomendação de adubação. As adubações com N, P e K aumentaram os teores foliares de N e não se refletiram na elevação dos teores de P e K. As adubações com N aumentaram o crescimento e a produção das plantas, mas proporcionaram maiores quantidades de frutos de qualidade inferior. Nas adubações com esterco de aves, o crescimento das plantas e a produção de frutos foram, em geral, equivalentes aos obtidos com as adubações minerais. A adubação com esterco de bovinos reduziu a produção total, mas aumentou a proporção de frutos de maior valor comercial. A adubação corretiva com P, antes do plantio, foi suficiente para assegurar uma produção de frutos similar às obtidas pelas adubações com reposição anual deste nutriente, até oito anos após o plantio. As adubações com sulfato de amônio diminuíram o pH do solo.

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, ( 93p.). Novembro, 1996.

# EFFECTS OF ORGANIC AND MINERAL FERTIZATION ON A YOUNG ORCHARD OF 'MONTENEGRINA' TANGERINES (*Citrus deliciosa* Tenore)<sup>1</sup>

Author: Nestor Valtir Panzenhagen  
Adviser: Otto Carlos Koller

## SUMMARY

The objectives of the present study were to investigate the influence of liming and mineral or organic fertilization on the nutrients levels in soil and leaves, the increase of trunk perimeter and yields of 'Montenegrina' tangerines (*Citrus deliciosa* Tenore) grafted onto *Poncirus trifoliata* Raf. The orchard was planted in July, 1988 on a dark red podzolic (Rhodic Paleudult). The following treatments were applied: 1- control (without liming and fertilizers); 2- soil acidity corrected to pH 6,5 before planting; 3- annually hen's house litter manure and liming; 4- annually cattle manure and liming; 5- annually N and K fertilizers and liming; 6- annually N and K fertilizers and liming and P fertilizer before planting; 7- annually N, P and K fertilizers and liming; 8- annually N, K and double rate of P, and liming; 9- annually N, P and K fertilizers without liming.

The results showed that levels of leaf nutrients alone are not an adequate parameter to be used fertilization recommendation. Fertilization with N, P and K increased leaf N contents and did not result in an increase in leaf P and K contents. N applications stimulated plant growth and increased total fruit production, but the fruits were of smaller size. The plants from the treatment that received hen's house litter manure resulted in plant growth and increased total fruit production equivalent of mineral fertilizers. On the other hand, plants fertilized with cattle manure, although having overall lower total fruit production, the tangerines were of better sizes compared to the treatments that received either mineral fertilization or hen's house litter manure. Corrective applications of P before planting were sufficient to maintain adequate fruit production until eight years after planting. The nitrogen fertilizers caused soil acidification.

---

<sup>1</sup> M.Sc. Dissertation in Plant Science (Horticulture) - School of Agronomy, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, ( 93p.) - November, 1996.



## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Influência do porta-enxerto em citros .....	3
2.2. Influência do nitrogênio (N) nos citros .....	6
2.3. Influência do fósforo (P) nos citros .....	10
2.4. Influência do potássio (K) nos citros .....	15
2.5. Influência do pH do solo nos citros .....	19
2.6. Influência da adubação orgânica nos citros.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1. Área experimental .....	26
3.1.1. Localização.....	26
3.1.2. Clima da região.....	26
3.1.3. Solo.....	26
3.2. Instalação do experimento .....	27
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	27
3.4. Procedimento experimental.....	28
3.4.1. Preparo do solo e plantio.....	28
3.4.2. Tratos culturais .....	29
3.4.3. Calagem e adubação de manutenção.....	30
3.5. Dados experimentais .....	32
3.5.1. Crescimento das tangerineiras .....	32

	Página
3.5.2. Colheita e classificação dos frutos .....	33
3.5.3. Análise química do solo.....	33
3.5.4. Análise foliar .....	34
3.6. Análises estatísticas .....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1. Análise química do solo .....	37
4.1.1. pH, teores de alumínio (Al) e manganês (Mn) do solo .....	37
4.1.2. Teores de fósforo (P) e potássio (K) do solo.....	39
4.1.3. Teor de matéria orgânica (M.O.) do solo.....	41
4.1.4. Teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo.....	42
4.1.5. Teores de enxofre (S), zinco (Zn) e cobre (Cu) do solo .....	43
4.1.6. Teores de boro (B) e ferro (Fe) do solo.....	45
4.2. Análise Foliar .....	46
4.2.1. Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).....	46
4.2.2. Teores foliares de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).....	49
4.2.3. Teores foliares de zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn).....	51
4.2.4. Teores foliares de ferro (Fe) e boro (B).....	54
4.3. Crescimento do perímetro do tronco das tangerineiras .....	56
4.4. Produção de frutos.....	58
4.4.1. Peso total de frutos produzidos por planta .....	58
4.4.2. Peso e número total de frutos de primeira, segunda, terceira e primeira + segunda produzidos por planta.....	62
4.5. Considerações finais.....	66
5. CONCLUSÕES .....	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
7. APÊNDICES.....	78

## RELAÇÃO DAS TABELAS

	Página
1. Resultados das análises de solo efetuadas na área experimental, na profundidade de zero a 20cm, antes da correção do solo, em 1988 - EEA/UFRGS .....	28
2. Quantidades de fertilizantes minerais aplicados por árvore e épocas de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), durante o período experimental, com base nas recomendações de SIQUEIRA et al. (1987) - EEA/UFRGS .....	30
3. Quantidades de fertilizantes orgânicos e de calcário dolomítico, aplicadas no mês de agosto, em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), durante o período experimental - EEA/UFRGS .....	31
4. Resultados das análises do esterco de bovinos e de aves, e quantidades totais de macro e micronutrientes aplicadas ao solo, por árvore, em função da adubação orgânica em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), nos anos de 1994 e 1995 - EEA/UFRGS .....	31
5. Teores de Al, Mn e pH do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	38
6. Teores de P, K e M.O. (matéria orgânica) do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	40
7. Teores de Ca e Mg do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	42
8. Teores de S, Zn e Cu do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	43



	Página
9. Teores de B e Fe do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	45
10. Teores foliares de N, P e K, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	47
11. Teores foliares de Ca, Mg e S, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	50
12. Teores foliares de Zn, Cu e Mn, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	52
13. Teores foliares de Fe e B, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS .....	55
14. Crescimento do perímetro do tronco de tangerineiras 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), medido 10cm acima do ponto de enxertia, em função de fontes e níveis de adubação. Médias individuais e conjuntas de oito anos - EEA/UFRGS .....	57
15. Peso total de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), em função de fontes e níveis de adubação. Médias individuais e conjuntas de cinco safras - EEA/UFRGS .....	59
16. Peso total de frutos de primeira, segunda, terceira e primeira + segunda categoria, produzidos por tangerineira 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), em função de fontes e níveis de adubação. Somatório das safras de 1991 a 1995 - EEA/UFRGS .....	63
17. Número total de frutos de primeira, segunda, terceira, primeira + segunda e total produzidos por tangerineira 'Montenegrina' ( <i>Citrus deliciosa</i> Tenore), em função de fontes e níveis de adubação - EEA/UFRGS .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo da tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) encontra-se em expansão no Estado do Rio Grande do Sul. Seus frutos são muito apreciados, pois apresentam ótimo sabor, boa conservação, com polpa firme e maturação tardia.

Segundo dados do IBGE (1994), o Brasil é o maior produtor de citros do mundo. O Rio Grande do Sul, com produção de aproximadamente 869.770 toneladas, situa-se como o segundo maior produtor de tangerinas no Brasil. Apesar desta posição de destaque, a produção de tangerinas ainda é insuficiente para o abastecimento do mercado interno. Além disso, as condições ambientais do Rio Grande do Sul favorecem a produção de frutos com boa coloração e relação açúcar/acidez, propiciando boas perspectivas para o incremento da produção citrícola.

A produção de frutas cítricas depende da interação de vários fatores como clima, solo, qualidade das mudas, porta-enxerto, manejo do solo, poda, estado fitossanitário e adubação. Dentre os fatores limitantes da produção, no Rio Grande do Sul, destacam-se a baixa fertilidade dos solos e as adubações insuficientes ou desequilibradas.

No Rio Grande do Sul, a citricultura concentra-se principalmente nos solos da Depressão Central, geralmente mais ácidos e de baixa fertilidade natural. Estes fatores são potencialmente limitantes da produção, quando não são corrigidos e adubados adequadamente. Neste contexto, a adubação torna-

se muito importante para suprir as necessidades da planta, objetivando melhorar a qualidade dos frutos e aumentar a produtividade. No entanto, devido ao alto preço dos fertilizantes, torna-se indispensável o uso racional destes insumos, através de adubações que melhorem a disponibilidade dos nutrientes no solo, de conformidade com a necessidade de suprimento às plantas e sem consumo supérfluo.

A interferência de um nutriente na absorção e concentração foliar de outros elementos merece atenção especial para que, através da adubação, não se provoque o desequilíbrio nutricional das plantas, especialmente quando um dos nutrientes estiver próximo dos limites de concentração foliar considerados deficientes ou excessivos.

No Rio Grande do Sul existem poucos resultados de pesquisas locais, sobre os efeitos da adubação mineral e orgânica e da calagem na produção de citros. Desta forma, torna-se importante investigar as fontes e níveis de adubação orgânica e mineral para a tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), que possibilitem melhores respostas de produção no solo em questão.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreender este trabalho, a revisão bibliográfica abrangerá, separadamente, as influências do porta-enxerto, dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, bem como do pH do solo e da adubação orgânica nas plantas cítricas.

### 2.1. Influência do porta-enxerto em citros

O porta-enxerto exerce influência marcante na absorção de nutrientes e conseqüente composição mineral da copa, crescimento e produção das variedades. Esses efeitos podem variar de uma região a outra por influência do clima e do solo (KOLLER, 1994). Os diversos porta-enxertos utilizados na citricultura apresentam diferenças na distribuição das raízes e na seletividade do tecido radicular com relação à absorção de íons (PINTO SOBRINHO et al., 1991). Diversos pesquisadores encontraram respostas variadas em relação aos porta-enxertos comumente utilizados na citricultura.

Quanto ao vigor, são bem conhecidas as vantagens do plantio de plantas de pequeno porte para facilitar a colheita e alguns tratos culturais. Daí a vantagem do uso de porta-enxertos menos vigorosos, como o *Poncirus trifoliata* (KOLLER et al., 1985).

Quanto à produção de frutos, PANZENHAGEN et al. (1994), no Rio Grande do Sul, estudaram a influência de três porta-enxertos na produção de tangerineiras 'Montenegrina'. Após as duas primeiras safras, o porta-enxerto

Citrumelo 'Swingle' proporcionou uma produção total de 34,0 kg/planta, seguindo-se, em ordem decrescente, o Citrange 'Troyer' e o *Poncirus trifoliata*, respectivamente com 23,7 e 13,7kg por planta. A maior produção esteve relacionada ao mais rápido crescimento que lhes foi conferido pelos respectivos porta-enxertos.

FIGUEIREDO et al. (1979), em São Paulo, estudaram o comportamento de dez porta-enxertos sobre a produção de 'Mexeriqueiras-do-Rio' (*Citrus deliciosa* Tenore). Após sete anos de colheita, as maiores produções relacionaram-se, em ordem decrescente, aos porta-enxertos tangerineira 'Sunki', laranjeira 'Flórida Sweet', limoeiro 'Cravo' e tangerineira Cleópatra. Os citranges 'Troyer', 'Carrizo' e 'Morton' e o *Poncirus trifoliata* apresentaram as mais baixas produções.

Em São Paulo, ALVARENGA et al. (1986), avaliaram o comportamento da laranjeira 'Valência' sobre 12 porta-enxertos, em um solo aluvial, franco-arenoso, eutrófico, rico em cálcio e magnésio, pobre em fósforo e com teores médios de matéria orgânica. Após quatro colheitas, entre o quinto e o oitavo ano, o porta-enxerto *Poncirus trifoliata* conferiu uma baixa produção, com 30,37 kg por planta, quando comparado aos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', que proporcionaram produções de 154,81 e 150,12 kg por planta, respectivamente.

ZHUANG et al. (1993), na China, verificaram a influência dos porta-enxertos *Poncirus trifoliata*, 'Ponkan' e 'Fuju' sobre o crescimento e a produção de tangerineiras 'Ponkan'. Durante dez anos, o crescimento do diâmetro do tronco foi menor no *Poncirus trifoliata* em relação aos demais porta-enxertos. A produção, no entanto, foi superior no *Poncirus trifoliata*, o que pode ser explicado pela maior floração e fixação de frutos. Ocorreram aumentos nos conteúdos foliares de nitrogênio, potássio e manganês, e redução na

concentração de cálcio na combinação 'Ponkan'/trifoliata em relação a 'Ponkan'/'Ponkan' e 'Ponkan'/'Fuju'.

Para RODRIGUEZ (1980), o *Poncirus trifoliata* apresenta uma menor capacidade de absorção de potássio em relação a laranjeira doce, pomeleiro, limoeiro 'Rugoso', tangerineira 'Cleópatra' e a laranjeira azeda.

Em um estudo para verificar a influência do porta-enxerto na concentração de macronutrientes nas folhas da laranjeira 'Hamlin', foi constatado que o *Poncirus trifoliata* induziu teores relativamente altos de nitrogênio e magnésio (PINTO SOBRINHO et al., 1991).

HIROCE et al. (1981), em São Paulo, estudaram o efeito de dez porta-enxertos na produção e composição foliar da laranjeira 'Valência', em solo latossolo vermelho-amarelo, fase arenosa. Cada planta recebeu 1kg da fórmula 18-9-18 de nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) por caixa de frutos (40kg) produzidos. As avaliações, realizadas entre o 10º e o 12º ano de idade das plantas, demonstraram que o porta-enxerto *Poncirus trifoliata* proporcionou a elevação do teor foliar de manganês, não havendo, contudo, diferenças significativas na produção de frutos, quando comparada aos demais porta-enxertos testados.

VANNIERE & MARCHAL (1992), na França, estudaram a influência de porta-enxertos na composição foliar e produção de tangerineiras 'Clementina'. Durante os primeiros 12 anos, a concentração foliar de nitrogênio tendeu a decrescer com a idade da planta. Na média, os maiores teores foliares de nitrogênio foram observados no porta-enxerto *Poncirus trifoliata*, em relação à laranjeira azeda e ao Citrange 'Troyer', principalmente nos primeiros anos após o plantio.



## 2.2. Influência do nitrogênio (N) nos citros

O nitrogênio é um constituinte básico de aminoácidos e proteínas e é essencial para a divisão e expansão celular, crescimento e desenvolvimento das plantas cítricas. A absorção do nitrogênio ocorre principalmente na forma de íon nitrato e, em menor proporção, de íon amônio (FERRI, 1985). O nitrato é bastante móvel na solução do solo e pode ser facilmente lixiviado pelo excesso de água das chuvas ou da irrigação. Na planta, o nitrogênio é móvel em direção aos tecidos novos, resultando no aparecimento de sintomas de deficiência principalmente nas folhas mais velhas. Inicialmente, a deficiência é associada à falta de vigor, crescimento lento, diminuição do tamanho e amarelecimento das folhas. Em consequência, há uma queda na produção devido a redução na floração e diminuição da fixação de frutos (PAREDES & MILLO, 1988; DELHOM & MILLO, 1989; DU PLESSIS & KOEN, 1988).

A fixação de nitrogênio por bactérias simbióticas e as descargas elétricas contribuem para o fornecimento de N às plantas. No entanto, as principais fontes provêm da mineralização da matéria orgânica do solo e das adubações nitrogenadas. Os solos do Brasil são, em geral, pobres em matéria orgânica e por isso é compreensível que freqüentemente ocorram deficiências desse nutriente em pomares cítricos. Desta forma, o suprimento de N pela adubação assume grande importância para os citros, principalmente em solos com teor de matéria orgânica inferior a 2,5% (KOLLER, 1994).

A absorção de N e sua translocação são afetadas pela temperatura do solo, superfície radicular, vigor da planta e níveis de oxigênio no solo. O N absorvido no outono e no começo do inverno fica acumulado na parte aérea das plantas até a primavera, quando sofre redistribuição, sendo usado, em parte, no florescimento e frutificação (KÄMPFER & UEXKULL, 1966; CASTRO & FERRAZ, 1982).

O nitrogênio é o nutriente mais limitante da produtividade dos citros (QUÁGGIO, 1991; CANTARELLA et al., 1994). Para REESE & KOO (1975), MORIN (1983) e RODRIGUEZ (1987), este nutriente exerce grande influência no crescimento vegetativo, afetando a absorção e a diluição de outros nutrientes no tecido foliar, quando estes não estão disponíveis em quantidades suficientes. A alta disponibilidade de nitrogênio no solo diminui os teores foliares de fósforo (P), cálcio (Ca), cobre (Cu) e boro (B), e incrementa os teores de nitrogênio (N), magnésio (Mg), ferro (Fe) e manganês (Mn). Por outro lado, a deficiência de N aumenta o conteúdo foliar de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S).

Há fortes evidências de que a intensidade de florescimento é dependente da quantidade de carboidratos na planta e, principalmente, do conteúdo foliar de nitrogênio (SMITH, 1966; LOVATT et al., 1992). Níveis crescentes de N no tecido foliar tendem a aumentar a produção, porém geralmente há um decréscimo no tamanho médio do fruto, na quantidade de vitamina C e na quantidade de suco (EMBLETON, 1975; DELHOM & MILLO, 1989).

O conteúdo de N foliar é mais alto em plantas jovens quando comparado a plantas mais velhas. De modo geral, são considerados ótimos teores de N na faixa de 2,5 a 2,7%, na matéria seca das folhas, para a maioria das cultivares cítricas (DAVIES & ALBRIGO, 1994). Para CHAPMAN (1960), uma boa produção pode ser obtida quando o teor foliar de N estiver entre 2,2 a 2,7% na matéria seca das folhas. Para EMBLETON et al. (1973) a faixa ótima encontra-se entre 2,4 a 2,6%.

No Japão, em tangerineiras 'Satsuma', OKADA et al. (1994) concluíram que a dose ótima de aplicação de N ao solo, durante o ano, deve ser de duas vezes a quantidade estimada de N a ser absorvida pela planta.



Segundo CHAPMAN (1968), na ocorrência de sintomas de deficiência de N, em citros, há diminuição da produção sem que a qualidade dos frutos seja fortemente afetada, embora possa ocorrer uma redução no tamanho.

Na Nova Zelândia, num estudo realizado por HUME et al. (1985), a produção de citros, em um pomar com 12 anos de idade, foi positivamente correlacionada com os teores foliares de N. No mesmo trabalho, o acréscimo nas taxas de adubação com N diminuiu os teores foliares de P e K, causada pela maior diluição destes nos tecidos da planta e pelo aumento da translocação das folhas aos frutos, devido à alta produção, estimulada pelo nitrogênio. Na ausência e nas doses baixas de N, aplicado ao solo, houve diminuição no crescimento das plantas, com redução da produção de frutos e acréscimo do conteúdo foliar de P e K.

ANDROULAKIS et al. (1992), na Grécia, constataram que a adubação nitrogenada aumentou os teores foliares de N e diminuiu os de P, K e B em pomeleiros com 10 anos de idade. A aplicação de 0,5kg de N, por árvore, aumentou a produção em 118%, quando comparado ao tratamento sem adubação nitrogenada.

Em São Paulo, MAGALHÃES (1987), trabalhando com diferentes níveis de adubações em laranjeiras 'Pêra', enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', verificou que após três anos de colheita, o N foi responsável pelo aumento do número de frutos e peso total da produção, e diminuição do peso médio dos frutos. Houve relação positiva entre a elevação do teor foliar do nutriente e a produção. As doses crescentes de adubação nitrogenada aumentaram os teores foliares de nitrogênio (N) e cobre (Cu), e tenderam a diminuir os teores foliares de fósforo (P), potássio (K), manganês (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn).

ZANETTE & KOLLER (1979), no Rio Grande do Sul, constataram que a supressão de N, na adubação em laranjeiras 'Pêra', causou deficiência foliar de N e de Mn, redução no crescimento das plantas e diminuição da produção de frutos.

INTRIGLIOLO et al. (1993), na Itália, estudaram o efeito da adubação nitrogenada em laranjeiras 'Navelina'. Os acréscimos na aplicação de N ao solo aumentaram a produção de frutos e a concentração foliar de N e Mg, reduzindo os de Ca e K. A fonte de adubo nitrogenado não foi citada pelo autor.

Em São Paulo, DECHEN et al. (1981) estudaram, durante 27 anos, o efeito da adubação da laranjeira 'Baianinha', enxertada em laranjeira 'Caipira'. Houve efeito linear positivo das quantidades de salitre do Chile, aplicadas ao solo, no teor foliar de cálcio e na produção de frutos. O N mostrou efeito linear negativo no teor de K do solo, até a profundidade de 40cm, e no conteúdo foliar deste elemento.

BASSO et al. (1983) estudaram a influência da adubação com N, P e K na laranjeira 'Valência', em solo arenoso e ácido, no município de Taquari, no Rio Grande do Sul. As doses crescentes de uréia, aplicadas ao solo, resultaram em aumentos dos teores foliares de N e Mn, e redução dos teores de Ca. Em todas as associações de adubação com N, P e K houveram baixos conteúdos foliares de P (em torno de 0,10%) e de Zn (de 10 a 12ppm). Estas respostas pareceram estar relacionadas à baixa disponibilidade de fósforo e zinco no solo e à sua diluição no tecido, causada pelo grande crescimento vegetativo, devido as altas doses de nitrogênio na adubação.

Em igualdade de condições, as diferentes formas de N (amoniacal, nítrica e amídica) proporcionam semelhantes respostas produtivas nas plantas cítricas. Entretanto, o uso contínuo do sulfato de amônio, do nitrato de amônio

ou da uréia pode diminuir muito o pH do solo, devido ao processo de nitrificação no solo, o que requer calagem para corrigir a acidez provocada por esses adubos (ZANETTE, 1977; MALAVOLTA, 1983; ADAMS, 1984). Na composição do adubo sulfato de amônio há 21% de N e 23% de S, causando um efeito de acidificação do solo que requer a adição de 9,5kg de calcário (PRNT 65%) para cada kg de N do fertilizante. Quanto à uréia, composto de 45% de N, são necessários 4,8kg de calcário (PRNT 65%) para neutralizar a acidez provocada por kg do adubo (TEDESCO, 1995).

As adubações nitrogenadas podem induzir à toxidez de manganês, inclusive em solos com baixos teores de manganês solúveis. Isto ocorre principalmente quando a fertilização é realizada com uréia ou formas amoniacais, devido a acidificação do sítio de localização do fertilizante durante a nitrificação (MORAES et al., 1979).

Na Austrália, SAROOSHI et al. (1994) estudaram o efeito da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio num pomar de laranjeiras 'Valência'. Após 12 anos do plantio, na profundidade de zero a 20cm, a alta dose de N aplicado (450 kg/ha), na forma de nitrato de amônio, reduziu o pH do solo de 7,6 para 3,9. Em conseqüência, houve redução nos teores trocáveis de Ca, Mg e K do solo e elevação dos teores de Al e Mn.

### **2.3. Influência do fósforo (P) nos citros**

O fósforo é essencial para o funcionamento do sistema energético das células e faz parte da composição estrutural das mesmas; tem uma função fundamental na divisão celular, na reprodução sexuada, na fotossíntese e síntese de substâncias orgânicas (TEDESCO, 1976). É importante para o crescimento das plantas cítricas, estimula o florescimento e a formação de ramos (KOLLER, 1994). Folhas com deficiência acentuada de P adquirem



coloração verde, sem brilho, e com posterior bronzeamento. Há diminuição no crescimento e na densidade da folhagem, podendo ocorrer queda exagerada de folhas novas e botões florais. Os frutos apresentam casca mais espessa e centro oco na columela, e podem cair prematuramente (RODRIGUEZ, 1980; BIGGI, 1986; PAREDES & MILLO, 1988).

A lixiviação e a metabolização deste nutriente ocorre mais vagarosamente em relação ao nitrato e ao potássio. O fósforo é absorvido pelas plantas principalmente nas formas de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dependendo do pH do meio. O radical fosfato, no interior da planta, pode estar como íon livre em solução ou em complexos insolúveis e, na forma mais importante, ligado a radicais orgânicos (ANGHINONI & VOLKWEISS, 1995). A sua chegada até as raízes se dá principalmente através da difusão no solo e o restante pelo fluxo de massa (TISDALE et al., 1985).

A adubação fosfatada, nas quantidades normalmente utilizadas, contribui pouco para o aumento deste elemento na solução do solo, devido a formação de compostos insolúveis com alumínio e ferro, fixação pela argila e matéria orgânica (TISDALE et al., 1985; ANGHINONI & VOLKWEISS, 1995).

Os citros requerem baixos níveis de fósforo. Por isso, a aplicação anual de P é vista como desnecessária em muitos pomares adultos, pois raramente ocorrem sintomas de deficiência deste elemento nas plantas cítricas (SMITH, 1966; DU PLESSIS & KOEN, 1988; DAVIES & ALBRIGO, 1994).

O fósforo é relativamente estável no solo e a sua deficiência ocorre, principalmente, quando há pouca disponibilidade original deste elemento no solo, reduzida reposição através da adubação e acidez excessiva (SMITH, 1966; MALAVOLTA & VIOLANTE NETO, 1989).

O excesso de P disponível no solo, a ponto de prejudicar a produção, é pouco comum, mas quando ocorre pode produzir deficiência de Zn, pela



formação de precipitados de fosfatos de zinco (CHAPMAN, 1968). A falta de Zn pode inibir a formação de botões florais, reduzindo a produção e, além disso, os frutos podem sofrer redução de tamanho, serem pálidos e com pouco suco (MALAVOLTA, 1983).

Ao contrário do que acontece nos solos, na planta o fósforo apresenta alta mobilidade, transferindo-se rapidamente de tecidos velhos para regiões do meristema ativo (VAN RAIJ, 1991).

As plantas cítricas apresentam boa capacidade de absorção de fósforo, uma vez que as análises foliares têm revelado teores adequados, mesmo quando os níveis no solo se mostram deficientes. Por este motivo, as plantas cítricas podem apresentar produção satisfatória, mesmo nos solos pobres em fósforo. Além disso, nas plantas em produção, as necessidades de P são muito menores que as de N e K (CAETANO, 1985; MALAVOLTA, 1983).

Há divergências, entre os pesquisadores, em relação aos teores foliares de P nos citros, porém, de modo geral, níveis foliares acima de 0,12% podem ser considerados satisfatórios (CHAPMAN, 1960; EMBLETON et al., 1973; RODRIGUEZ et al., 1991; GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS, 1994; COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995). ALDRICH & BUCHANAN (1954), na Califórnia, concluíram que não houve resposta produtiva à adubação fosfatada em pomares que apresentavam teores foliares iguais ou superiores a 0,10% de P.

Alguns fertilizantes fosfatados apresentam alguns efeitos complementares. Os fertilizantes acidulados com ácido sulfúrico, tais como o superfosfato simples, apresentam cerca de 10 a 12% de S e 18 a 20% de cálcio. O superfosfato triplo, contém em torno de 12 a 14% de cálcio (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

Num pomar de laranjeiras 'Valência', SAROOSHI et al. (1994), na Austrália, constataram que a aplicação superficial e sem incorporação de níveis crescentes de P ao solo aumentou a disponibilidade deste nutriente, diminuindo, porém, com a profundidade. Com 180 kg/ha de  $P_2O_5$ , o cálcio proveniente do superfosfato simples causou um decréscimo nos teores de Mg do solo até uma profundidade de 60cm, devido ao efeito antagônico entre estes elementos.

Na Nova Zelândia, HUME et al. (1985) constataram que houve diminuição dos teores foliares de P à medida em que a adubação conjunta com N, P e K foi aumentada. Provavelmente houve diluição do fósforo nos tecidos da planta e translocação de P das folhas aos frutos, em resposta ao aumento de produção, propiciado pelo incremento das taxas de fertilização com N e K.

Num pomar de laranjeiras 'Pêra', no Rio Grande do Sul, a ausência de N na adubação elevou o teor foliar de P, o que possivelmente foi motivado pela diminuição do crescimento vegetativo, resultando em efeito de concentração de fósforo nos tecidos da planta. A ausência de P na adubação não diminuiu significativamente o peso da produção, porém, em valores absolutos, a redução foi de 20% (ZANETTE, 1977).

No Rio Grande do Sul, em pomar de laranja 'Valência' com dez anos de idade, BASSO et al. (1983) constataram que as adubações crescentes até 200kg/ha de  $P_2O_5$ , aplicadas superficialmente e sem incorporação, correlacionaram-se positivamente com a disponibilidade de P no solo e nos teores foliares; entretanto, estes continuaram na faixa de baixa concentração.

Com o intuito de verificar a produção do tangor 'Murcote', enxertado em laranja 'Caipira', KOLLER & SCHWARZ (1995), no Rio Grande do Sul, testaram níveis e formas de aplicação de adubos fosfatados e potássicos em solo com teores iniciais de 2 a 3 ppm de fósforo e de 72 a 106 ppm de

potássio. A adubação fosfatada aumentou a produção, com efeito predominante sobre o incremento do número e peso médio dos frutos, quando o P foi incorporado de zero a 15cm de profundidade, na cova, em pré-plantio.

ANDROULAKIS et al. (1992), na Grécia, estudaram o efeito de adubações minerais com N, P e K em pomeleiros (*Citrus paradisi*). Após 10 anos, apesar de determinar pequenos acréscimos nos teores foliares de P, a adubação fosfatada praticamente não teve influência na produção de frutos.

Na Bahia, em solo latossolo amarelo, com alto teor de alumínio e com baixa disponibilidade inicial de P (2 ppm), a adubação fosfatada, aplicada em cobertura na área de projeção da copa, aumentou o crescimento do diâmetro do tronco em laranjeiras 'Pêra', decorridos três anos do plantio (MAGALHÃES & CUNHA SOBRINHO, 1983). Em condições semelhantes, a adubação fosfatada, nas dosagens de 40 e 80kg por ha. de  $P_2O_5$  (no sexto ano), aumentou a produção da laranjeira 'Pêra' em 72% e 63%, respectivamente. O peso médio do fruto aumentou e não foi verificada nenhuma alteração no teor de suco. Os teores foliares de P e Ca aumentaram e os de K diminuíram (MAGALHÃES, 1987).

Em Taquari, no Rio Grande do Sul, GOEPFERT et al. (1987), estudaram o comportamento da laranjeira 'Valência' a níveis de fertilizantes minerais, em solo laterítico bruno avermelhado distrófico. Após oito safras, a adubação fosfatada, aplicada na área de projeção da copa e incorporada com grade de disco pesada, reduziu o teor foliar de potássio e aumentou os de P e de Ca. Associado à adubação potássica, o fósforo contribuiu para o aumento do número de frutos e do peso da produção.



#### 2.4. Influência do potássio (K) nos citros

O potássio exerce uma função muito importante como ativador de enzimas, implicadas em muitas reações metabólicas e, através destas, em processos fisiológicos que vão da abertura e fechamento dos estômatos até a síntese de proteínas, passando pela fotossíntese, respiração e resistência à seca e à geada (MALAVOLTA & VIOLANTE NETO, 1989; MEURER, 1995). Para DAVIES & ALBRIGO (1994), o potássio é necessário para a regularização do balanço iônico na célula e para o desenvolvimento adequado do tamanho do fruto e espessura da casca. A deficiência de potássio se manifesta na redução do crescimento vegetativo, com brotações débeis, e na redução do tamanho e queda das folhas (PAREDES & MILLO, 1988).

O K trocável e na solução do solo são as formas do nutriente que podem estar disponíveis para as plantas. Solos com teores altos de K trocável, pelo seu rápido equilíbrio com o  $K^+$  da solução, mantém um alto gradiente de concentração, o que favorece a difusão do  $K^+$  para junto da superfície radicular (MEURER, 1995).

A absorção máxima de K ocorre na primavera e no verão, quase cessando no inverno; há grande diminuição no teor foliar (até 60%) durante a maturação dos frutos, provavelmente porque o elemento migra das folhas para os frutos (MALAVOLTA, 1983).

Os fertilizantes potássicos são solúveis, porém as perdas por lixiviação são menores do que de nitrogênio, pois o íon  $K^+$  é retido nos sítios de troca e a água de percolação retira apenas a fração que se encontra na solução do solo (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

A concentração foliar de K tem pouco efeito no crescimento vegetativo dos citros, desde que se mantenha na faixa de 0,35 a 2,0% da matéria seca. Baixos conteúdos foliares resultam em menor tamanho do fruto e

reduzem a espessura da casca, com predisposição a rachaduras do fruto (DU PLESSIS & KOEN, 1984; DAVIES & ALBRIGO, 1994). Este problema pode ser agravado em condições climáticas adversas (RODRIGUEZ, 1980).

Para SMITH (1966) e COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), ótimos teores foliares de K encontram-se na faixa de 1,2 a 1,7% da matéria seca. Já EMBLETON et al. (1973) consideram ótimos os valores encontrados entre 0,7 a 1,1%. Por outro lado, as diferentes cultivares de citros apresentam distinta composição foliar e necessidades variáveis de nutrientes. Assim, REESE & KOO (1975), na Flórida, verificaram que a laranjeira 'Valência' teve uma ótima produção quando os teores foliares de K situaram-se entre 1,4 a 2,2%. Já para a laranjeira 'Hamlin', a faixa foi mais elevada, entre 1,8 a 2,4%.

No Japão, OKADA et al. (1994) concluíram que a concentração foliar de K inferior a 0,7%, causa diminuição no tamanho do fruto, em tangerineiras 'Satsuma'. Quando o K trocável do solo foi inferior a 20mg/100g houve diminuição da produção.

DU PLESSIS & KOEN (1984), na África do Sul, trabalharam com diferentes níveis de adubação com N e K em laranjeiras 'Valência', com 27 anos de idade. A cada 280g de N, aplicado na forma de nitrato de potássio, foi acrescido 1,0kg de calcário dolomítico para estabilizar o pH do solo. Durante quatro anos de avaliação, a máxima produção foi obtida com teores foliares de 2,4% de N e 0,9% de K. O maior tamanho dos frutos foi obtido com 2,0% de N e 1,2% de K, usando adubações com 210g de N e 1500g de K<sub>2</sub>O por árvore.

Nos solos arenosos os citros absorvem o K com facilidade, o que pode explicar a presença de teores foliares satisfatórios, mesmo em solos com deficiência deste nutriente. Em solos argilosos, em que boa parte do potássio fica adsorvido ao complexo de troca, há poucas modificações nos teores



foliares da planta e, neste caso, a adubação com K geralmente não é feita, pois sua concentração foliar é relativamente estável, embora em nível mais baixo (KOO, 1983; KOLLER, 1994).

Na Turquia, KOSEOGLU et al. (1995) estudaram o efeito da adubação mineral do solo com N, P e K sobre a produção e qualidade dos frutos da tangerineira 'Satsuma' (*Citrus unshiu* Marc.), de sete anos de idade e enxertada em *Poncirus trifoliata*. Os nutrientes N e K aumentaram o tamanho e o peso médio dos frutos. Os incrementos nas aplicações de K aumentaram a percentagem de sólidos solúveis totais do suco.

Por outro lado, para pomares com boa produtividade, a análise foliar geralmente revela baixos teores foliares de K, devido à translocação desse nutriente aos frutos. Isto evidencia a importância da reposição deste nutriente ao solo, para evitar a redução do tamanho dos frutos, queda prematura e alternância de produção (CAETANO, 1985).

Na Austrália, CHAPMAN (1982) trabalhou com diferentes níveis de adubação em um pomar de tangerineiras 'Imperial', com 10 anos de idade, enxertadas em tangerineiras 'Cleópatra', a partir do 10º ano da implantação do pomar. Entre o 12º e o 16º ano após o plantio, a aplicação anual de 0,5 e 2,0kg de K<sub>2</sub>O, por árvore, aumentou a produção de frutos em 12,3% e 22,2%, respectivamente, enquanto a concentração foliar de K passou de 0,44% (considerado insuficiente) para 0,77% (nível adequado) em ramos com frutos.

Há um antagonismo muito forte entre o potássio e o cálcio no processo de absorção, parecendo impossível ter-se ao mesmo tempo teores elevados desses dois elementos nas folhas dos citros. Assim, a presença de altos teores de cálcio no solo podem diminuir a absorção de K (MALAVOLTA & VIOLANTE NETO, 1989). Por outro lado, um dos efeitos mais comuns da adubação potássica consiste no aumento gradativo da disponibilidade e da



absorção de K, resultando em redução do teor foliar de Ca e de Mg, com maior efeito sobre o magnésio, que geralmente está disponível em menor quantidade no solo (CHAPMAN, 1960; REESE & KOO, 1975; BASSO, 1976; BASSO et al., 1983).

Em São Paulo, num pomar de laranjeiras 'Baianinha', enxertadas em laranjeira 'Caipira', a adubação potássica de reposição anual aumentou o teor foliar de K e o teor de K trocável do solo até 80cm de profundidade, trinta anos após o plantio. O Potássio determinou um efeito linear negativo nos teores de Ca e Mg das folhas e na produção de frutos. No entanto, houve interação positiva entre K e N na produção de frutos (DECHEN et al., 1981). REESE & KOO (1975), na Flórida, obtiveram resultados semelhantes em laranjeiras 'Valência'.

Para SMITH (1966) e HADAS & HAGIN (1972), existem indicativos de que altas concentrações de K no solo concorrem para aumentar a adsorção de boro, diminuindo a disponibilidade deste elemento às plantas.

No Rio Grande do Sul, KOLLER & SCHWARZ (1995) realizaram um estudo de adubação com o tangor 'Murcote', enxertado sobre laranjeira 'Caipira', plantado num solo de transição entre podzólico vermelho-amarelo e plintossolo. Após cinco anos de colheita, os resultados mostraram que o incremento das adubações potássicas aumentaram o peso médio dos frutos.

Na Bahia, em solo podzólico vermelho-amarelo, MAGALHÃES (1987) constatou que a adubação com K, em pomares de laranjeira 'Pêra', aumentou o peso da produção e o peso médio dos frutos, mas reduziu o número de frutos/ha. Ocorreram aumentos nos teores foliares de K, Cu e Zn, com diminuição nos de Ca e Mg.

## 2.5. Influência do pH do solo nos citros

A avaliação da acidez do solo (pH) é importante dentro da temática de características químicas do solo (KOLLER, 1994).

Os solos ácidos se caracterizam por apresentarem pouco conteúdo de cálcio e magnésio, teores altos de alumínio e manganês, maior fixação de fósforo, menor mineralização da matéria orgânica e maior disponibilidade de cobre, boro, zinco e ferro (BOHNEN, 1995).

Em solos ácidos, o alumínio e o manganês são muito solúveis e as plantas os absorvem em maiores quantidades. No interior das plantas estes elementos, em excesso, podem ser tóxicos. O problema é tanto maior, quanto mais baixo for o pH. Em solos com pH acima de 5,5 geralmente não ocorre toxidez de alumínio e manganês (MORAES et al., 1979; VOLKWEISS & TEDESCO, 1984). Para ADAMS (1981) e TISDALE et al. (1985), um pH do solo inferior a 5,0 pode resultar em concentrações tóxicas de alumínio e manganês, com conseqüente redução do crescimento das plantas.

O alumínio, em nível tóxico, prejudica o desenvolvimento normal do sistema radicular, reduzindo o crescimento e, conseqüentemente, o potencial produtivo (MORAES et al, 1979; KAMINSKI, 1989; DECHEN et al., 1991). O manganês, em nível tóxico, afeta a parte aérea da planta mais severamente do que o sistema radicular. Nestes, o dano só ocorrerá indiretamente, devido ao prejuízo causado no desenvolvimento da parte aérea das plantas, o que bloquearia o envio de fotossintatos necessários à sobrevivência das raízes (KAMINSKI, 1989).

O uso de adubos minerais, principalmente nitrogenados, aplicados de forma localizada e geralmente em doses elevadas, aceleram o processo de acidificação, agravam os problemas de toxicidade pelo excesso de alumínio

e/ou manganês e reduzem a eficiência do uso de fertilizantes (QUÁGGIO, 1985).

A elevação do pH, pela calagem, aumenta a capacidade efetiva de troca de cátions dos solos. A aplicação de calcário dolomítico aumenta a disponibilidade de fósforo, molibdênio e enxofre, além de fornecer cálcio e magnésio às plantas, estimulando o crescimento e a atividade das raízes (ADAMS, 1984; VAN RAIJ, 1991). Por outro lado, a calagem de solos ácidos, com baixos teores de K trocável, pode induzir a uma deficiência de K, pela competição entre íons  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  (MEURER, 1995).

A calagem tem um efeito pronunciado no aproveitamento do nitrogênio. Em solos ácidos, recém calcariados, pode-se esperar uma maior disponibilidade de N devido ao estímulo, provocado pela elevação do pH, sobre os microorganismos do solo, que promovem a mineralização da matéria orgânica e a nitrificação (VOLKWEISS, 1989; VAN RAIJ, 1991).

As plantas cítricas são muito exigentes em magnésio e, principalmente, em cálcio. Desta forma, é esperado que elas sejam sensíveis à acidez do solo e respondam bem à calagem (ANDERSON, 1971; RODRIGUEZ, 1980). ANDERSON (1987) realizou um ensaio de calagem de longa duração, em solo arenoso e ácido no Estado da Flórida, nos Estados Unidos. A produtividade da laranjeira 'Valência', com sete anos de idade, foi aumentada em 50% pela calagem. A resposta ao calcário aumentou com o decorrer dos anos, alcançando 200% em plantas com 17 anos de idade.

QUÁGGIO et al. (1994), em São Paulo, estudaram a influência do magnésio na produção e na qualidade dos frutos da laranjeira 'Valência', em solo latossolo vermelho-escuro, de textura argilosa. Até o sétimo ano, o uso de calcário dolomítico aumentou o conteúdo foliar de magnésio e os teores de sólidos solúveis totais nos frutos. A máxima produção foi obtida quando o



magnésio trocável do solo excedeu a 0,9meq/l e o conteúdo foliar foi superior a 0,35%.

DAVITADZE (1991), na Rússia, estudou o efeito da calagem na produção de limoeiros cv. Mayer. Após os dois primeiros anos de colheita, num solo com pH inicial de 4,2, o acréscimo da calagem à adubação mineral com N, P e K propiciou uma produção média de 5,30kg de frutos por planta. Na adição de calagem à adubação orgânica, a produção foi de 5,35kg por planta. A ausência da calagem proporcionou uma baixa produção, com 2,75kg por planta, tanto na combinação com o adubo orgânico quanto ao mineral.

Por outro lado, as plantas cítricas apresentam uma boa adaptação à diversos níveis de acidez do solo, produzindo boas respostas numa faixa de pH que pode variar entre 4 a 9, desde que haja um bom suprimento de nutrientes (CHAPMAN, 1968; COHEN, 1983). Da mesma forma, KOLLER (1994) afirma que há fortes evidências de que o pH, isoladamente, não se constitui em fator decisivo para o desenvolvimento dos citros, ainda que este influencie claramente certas condições de nutrição.

No Rio Grande do Sul, em laranjeiras 'Pêra', com 14 anos de idade, o crescimento das árvores e a produção de frutos não foram afetados pelo pH médio de 4,4 (nos primeiros 10cm de profundidade). Isto ocorreu, provavelmente, ao suprimento de Ca, contido no superfosfato simples, e conseqüente diminuição da absorção de elementos a níveis tóxicos, como o alumínio (ZANETTE, 1977).

No Estado de São Paulo, DONADIO et al. (1987) estudaram o efeito da calagem na produção da laranjeira 'Natal', em solo latossolo vermelho-escuro, textura arenosa e com pH inicial de 4,3. As covas de plantio tiveram uma dimensão de 60 x 60 x 60cm, sendo preenchidas com solo adicionado de calcário dolomítico, visando elevar a saturação de bases a 70%. Anualmente

houve reposição de calcário na área de projeção da copa, em cobertura e sem incorporação, com doses de 1,0kg por planta no primeiro ano e 2,0kg nos quatro anos seguintes. Após três anos de colheita, verificou-se que a calagem não foi importante para aumentar a produção da laranjeira 'Natal', tanto na associação com a adubação mineral quanto a orgânica.

Num solo latossolo vermelho-escuro, de textura média, BAUMGARTNER et al. (1994), em São Paulo, estudaram o efeito de adubações minerais com N, P e K, e da calagem na produção de laranjeiras 'Pêra', enxertadas em tangerineira 'Cleópatra'. O calcário foi incorporado ao solo em toda a área experimental, antes do plantio, na dose equivalente a 4,2 ton./ha. Após cinco anos de adubações e computadas as três primeiras colheitas, houve uma clara tendência de resposta na produção de frutos, em função das doses de adubo. Apesar do baixo pH original do solo (3,5), a aplicação de calcário (para elevar a saturação de bases a 70%) na combinação com a adubação mineral, não contribuiu para aumentar a produção. Os dados de análise foliar demonstraram que houve deficiência de K nas parcelas que receberam calcário.

## **2.6. Influência da adubação orgânica nos citros**

Os fertilizantes orgânicos são de origem vegetal ou animal. Por esta razão apresentam altos teores de carbono, oxigênio e hidrogênio, e baixas concentrações em nutrientes essenciais às plantas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

A matéria orgânica desempenha várias funções, como a manutenção e/ou melhoria da estrutura do solo, favorecendo a infiltração da água e a circulação do ar, redução na lixiviação de cátions e das perdas por erosão,



além de servir como fonte de suprimento de nutrientes para as plantas (MALAVOLTA & VIOLANTE NETO, 1989).

Existem vários adubos orgânicos que podem ser utilizados na agricultura como fontes de nutrientes. Os principais produtos são os esterco de animais e os resíduos de culturas. Em geral, os esterco são constituídos por fezes e pela urina de animais, em mistura com maravalhas, com palha ou com outros restos usados como cama. Para a mesma quantidade de nutrientes requerida pelas plantas, necessita-se aplicar maior volume de esterco em relação ao adubo mineral, devido à baixa concentração em nutrientes do adubo orgânico. Além disso, grande parte dos nutrientes do esterco está na forma orgânica, que necessita ser mineralizada para liberar os nutrientes às plantas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995).

Na adubação orgânica com esterco de aves e de bovinos, todo o potássio constituinte comporta-se como mineral, desde a aplicação, uma vez que ele não faz parte de nenhum composto orgânico estável e, portanto, não necessita sofrer a ação dos microorganismos. Verifica-se, ainda, que 60% do  $P_2O_5$  e 50% do N são mineralizados rapidamente após a aplicação ao solo e o restante, de liberação gradual (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

Os esterco de galinha são mais ricos em nutrientes que os de outros animais, por serem mais secos, mais concentrados e por resultarem, na maioria das vezes, de aves criadas com rações concentradas (KIEHL, 1985).

Em algumas situações, o nitrogênio contido no esterco sólido de bovinos, com relação C/N acima de 20, tem sido imobilizado no solo pelos microorganismos durante 60 a 90 dias.

Alguns efeitos adicionais da adição de materiais orgânicos ao solo, tais como a melhoria das condições físicas, o aumento na atividade microbiana



e a liberação de estimulantes de crescimento, poderão resultar em benefícios adicionais nas respostas das culturas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

A diversidade das respostas obtidas pelos pesquisadores mostram a complexidade da adubação orgânica em plantas cítricas.

No Estado de São Paulo, em solo latossolo vermelho-escuro, fase arenosa e de baixa fertilidade natural, DONADIO et al. (1987) estudaram o efeito de diferentes tratamentos de adubação em laranjeiras 'Natal', enxertadas em limoeiro 'Cravo'. Para o sulfato de amônio, as quantidades aplicadas nos quatro primeiros anos após o plantio foram, respectivamente, de 300, 600, 800 e 1000g por planta, enquanto que para o superfosfato simples as quantidades foram de 300, 400, 525 e 700g. Quanto ao esterco de galinha, a quantidade aplicada foi de 5kg por planta, dose mantida constante durante o período experimental. Após os três primeiros anos de colheita, a adubação orgânica proporcionou maior produção de frutos em relação às adubações minerais.

Em São Paulo, CRUZ et al. (1969), num solo podzólico vermelho-amarelo, estudaram o efeito da adubação orgânica e mineral na formação de um pomar de laranjeiras 'Natal', enxertadas em limoeiro 'Cravo'. As quantidades de adubos minerais e orgânicos usadas nas covas de plantio foram equilibradas, dentro das possibilidades, quanto aos conteúdos de N, P e K. Do plantio aos três primeiros anos, não houve diferenças entre o efeito dos estercos de curral e de aves no crescimento do diâmetro do tronco das laranjeiras. A partir do quarto ano, os adubos minerais aumentaram sensivelmente o crescimento do diâmetro do tronco das árvores em relação aos adubos orgânicos. As quantidades de adubos aplicados não foram citadas pelo autor.

MOREIRA et al. (1963), em São Paulo, estudaram a influência da adubação em laranjeiras 'Baianinha', enxertadas em laranjeira 'Caipira', plantadas em solo latossolo B Terra Roxa, poroso, rico em K, Ca, Mg e pobres em P. No tratamento 1, as quantidades de adubo nitrogenado foram de 50g de N, por planta, em 1951 e 1952, aumentada para 100g em 1953 e 1954, 150g em 1955 e 1956, e 200g de 1957 em diante. As quantidades de potássio e de fósforo, por planta, foram inicialmente iguais às de N e fixadas em 150g de  $K_2O$ , a partir de 1955, e 200g de  $P_2O_5$ , a partir de 1957. As quantidades de esterco de curral, por planta, foram de 15kg em 1951 e 1952, 30kg em 1953 e 1954, 45kg em 1955 e 1956, e 75kg de 1957 em diante. No tratamento 2, houve duplicação das quantidades anuais de esterco de curral, aplicadas ao solo, em relação ao tratamento 1. O nitrogênio mineral foi fracionado em três aplicações, enquanto os demais nutrientes e o esterco de curral foram aplicados de uma só vez, na primavera, em cobertura e incorporados ao solo com grade de disco. Os resultados mostraram que no tratamento 1, o aumento da produção de frutos, proporcionado pela adubação orgânica, correspondeu a um terço do efeito produzido pela adubação nitrogenada, sob a forma de nitrato de sódio, decorridos oito anos do plantio. No tratamento 2, com a duplicação das doses de esterco de curral, o aumento da produção correspondeu à metade daquele obtido com o nitrogênio na forma mineral. Houve interação positiva na produção, entre as doses de nitrogênio mineral e o esterco, destacando-se como mais produtivos os tratamentos com as doses máximas de ambos os fertilizantes.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área experimental**

##### **3.1.1. Localização**

O experimento foi realizado no Setor de Horticultura da Estação Experimental Agronômica (EEA) da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Eldorado do Sul, Km 146 da BR-290, a 30° 05' 27" de latitude Sul e 51° 40' 18" de longitude Oeste.

##### **3.1.2. Clima da região**

Segundo KÖEPPEN (1948) o clima é do tipo CFa, ou seja, temperado sem estação seca definida. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a temperatura média do mês mais frio mantém-se entre 3 e 18°C (MORENO, 1961).

As temperaturas médias anuais mínimas e máximas da região são de 14°C e 24,2°C, respectivamente, com uma temperatura média anual de 19,6°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1398mm e a umidade relativa do ar média anual de 79% (MOTA et al., 1971).

##### **3.1.3. Solo**

O solo da área experimental é classificado como podzólico vermelho-escuro (ESPIRITO SANTO, 1988), de textura franco-argilosa, com relevo ondulado e substrato granito. As principais limitações deste solo referem-se à



baixa fertilidade natural, geralmente muito ácido, com problemas de toxidez de alumínio e baixos teores de cálcio, com saturação e soma de bases baixa, com teores reduzidos de matéria orgânica e fósforo disponível e com boa disponibilidade de potássio. Esta unidade de mapeamento é formada, na sua maior parte, por solos profundos, porosos e bem drenados (BRASIL, 1973). No local deste experimento, o solo é praticamente plano, com cerca de 2% de declividade.

### 3.2. Instalação do experimento

O experimento foi instalado em julho de 1988, com o plantio de um pomar de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Tenore) cultivar Montenegrina, enxertadas em *Poncirus trifoliata* Raf., com espaçamento de 2,5 x 5m.

### 3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 9 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela constou de 3 plantas úteis, rodeadas por plantas bordaduras em todos os lados.

Os tratamentos utilizados foram :

- 1) Testemunha, solo sem adubação e sem calagem ;
- 2) Acidez do solo corrigida a pH 6,5, antes do plantio, com posterior ausência de adubação e calagem de manutenção;
- 3) Solo com adubação de manutenção com esterco curtido de aves, acrescido de calagem anual;
- 4) Solo com adubação de manutenção com esterco curtido de bovinos, acrescido de calagem anual;
- 5) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio e potássio, acrescido de calagem anual;

6) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio e potássio, acrescido de calagem anual e correção de fósforo antes do plantio;

7) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio, fósforo na dosagem simples e potássio, acrescido de calagem anual;

8) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio, fósforo na dosagem dupla e potássio, acrescido de calagem anual;

9) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio, fósforo na dosagem simples e potássio, sem calagem anual.

### 3.4. Procedimento experimental

#### 3.4.1. Preparo do solo e plantio

Precedente ao plantio, em maio de 1988, foram coletadas quatro amostras de solo da área experimental, na profundidade zero a 20 cm, cujos dados constam na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados das análises de solo efetuadas na área experimental, na profundidade de zero a 20cm, antes da correção do solo, em 1988 - EEA/UFRGS.

Amostras	pH	Índice SMP	P (ppm)	K (ppm)	M.O. (%)	Al (me/dl)	Ca (me/dl)	Mg (me/dl)
1	5,4	6,4	10	90	1,8	0,1	2,9	1,4
2	5,4	6,3	5	118	1,8	0,1	2,5	1,1
3	5,6	6,5	3	132	1,8	0,0	3,0	1,2
4	5,5	6,4	2	120	1,6	0,2	2,3	1,0
MÉDIA	5,47	6,4	5	115	1,75	0,1	2,67	1,17

Com base nessa análise do solo, foi realizada adubação corretiva com fósforo, equivalente a 60kg de  $P_2O_5$  por hectare, antes do plantio, em toda a área das parcelas do tratamento 6. Nas parcelas do tratamento 2 realizou-se a calagem com calcário dolomítico classe B (PRNT 60,1 a 75%), com uma

quantidade equivalente a 3,83 toneladas por hectare, objetivando elevar o pH do solo a 6,5. Nos tratamentos 3 a 9, antes do plantio, a quantidade de calcário dolomítico aplicada foi equivalente a 2,06 toneladas por hectare, visando elevar o pH do solo a 6,0. A incorporação do adubo e do calcário foi realizada mediante lavração até 20cm de profundidade, seguida de gradagem.

A seguir procedeu-se o plantio das mudas em covas de 25cm x 25cm x 25cm. As mudas foram tutoradas e ao redor delas foram construídas bacias para irrigação por infiltração, até o pegamento das mesmas.

#### **3.4.2. Tratos culturais**

No período de avaliação do experimento, os tratos culturais constaram de tratamentos fitossanitários para controle de moléstias e pragas, sempre que necessários, poda de formação e limpeza, desbrota do porta-enxerto e controle de formigas em todo o pomar.

Devido ao excesso de produção de frutos em algumas plantas, a partir da safra de 1992, no mês de fevereiro de cada ano, realizou-se o raleio manual de frutos, ocasião em que os mesmos apresentavam aproximadamente 1,5 a 2,0cm de diâmetro, conservando-se apenas um fruto por raminho ou a cada 20cm de extensão de ramo.

Durante os dois primeiros anos de condução do experimento, procedeu-se a limpeza da área do pomar, na primavera e verão, através de gradagens nas entrelinhas e capina superficial com enxada, na área de projeção da copa. A partir de 1991, a gradagem foi suspensa, deixando-se crescer a vegetação espontânea ou nativa, ceifada sempre que atingia a altura de aproximadamente 30cm. Nas linhas de plantio, a vegetação nativa era controlada mediante a aplicação do herbicida de pós-emergência (glifosate), na dosagem de 3 a 4 litros/ha.



### 3.4.3. Calagem e adubação de manutenção

As adubações minerais e orgânicas de manutenção, no período de julho de 1988 a março de 1996, foram realizadas por planta, em cobertura, com cerca de 70% da adubação efetuada na área que compreende aproximadamente a metade da distância do limite da projeção da copa até o tronco. O restante foi aplicado na região externa, até cerca de 30cm além da linha imaginária da projeção da copa. Nos tratamentos em que estava previsto o uso de calagem, a partir de 1989, no mês de agosto de cada ano, foram feitas aplicações de calcário dolomítico classe B (PRNT - 60,1 a 75%), no mesmo local das adubações minerais e orgânicas, sem incorporação ao solo.

A dosagem, por árvore, da adubação com esterco de bovinos e de aves, foi determinada de tal forma que se equivalessse o mais próximo possível às adubações com fertilizantes minerais no conteúdo de N, P e K. Para tanto, foi levada em consideração a concentração média destes elementos e o teor de matéria seca dos adubos orgânicos, segundo SIQUEIRA et al. (1987).

As quantidades utilizadas de nitrogênio, fósforo e potássio, assim como as épocas de aplicação, estão descritas na Tabela 2.

TABELA 2 - Quantidades de fertilizantes minerais aplicados por árvore e épocas de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), durante o período experimental, com base nas recomendações de SIQUEIRA et al. (1987) - EEA/UFRGS.

Época	Nutriente	Quantidades aplicadas (em g/planta)							
		1º ano (88/89)	2º ano (89/90)	3º ano (90/91)	4º ano (91/92)	5º ano (92/93)	6º ano (93/94)	7º ano (94/95)	8º ano (95/96)
Agosto	N		30	45	60	85	110	130	150
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	250	280	320	360	400	450
	K <sub>2</sub> O	-	-	50	75	105	140	175	250
Out/Nov	N	30	40	60	80	110	140	170	190
Fevereiro	N	40	50	75	110	145	180	220	250
	K <sub>2</sub> O	-	-	50	75	105	140	175	250

As quantidades aplicadas de calcário dolomítico e dos esterco de aves e de bovinos, além das épocas de adubação, encontram-se na Tabela 3. Os resultados das análises dos esterco de aves e de bovinos, bem como as respectivas quantidades totais de macro e micronutrientes aplicadas ao solo, por árvore, nos anos de 1994 e 1995, estão descritas na Tabela 4.

TABELA 3 - Quantidades de fertilizantes orgânicos e de calcário dolomítico, aplicadas no mês de agosto, em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), durante o período experimental - EEA/UFRGS.

Adubo ou corretivo	1º ano (88/89)	2º ano (89/90)	3º ano (90/91)	4º ano (91/92)	5º ano (92/93)	6º ano (93/94)	7º ano (94/95)	8º ano (95/96)
-----Quantidades aplicadas (litros/planta)-----								
Esterco de bovinos	20	20	30	40	50	60	70	80
Esterco de aves	10	10	15	20	25	30	35	40
-----Quantidades aplicadas (gramas/planta)-----								
Calcário dolomítico	300	400	500	700	900	1100	1300	1500

TABELA 4 - Resultados das análises dos esterco de aves e de bovinos, e quantidades totais de macro e micronutrientes aplicadas ao solo, por árvore, em função da adubação orgânica em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), nos anos de 1994 e 1995 - EEA/UFRGS.

Composição do fertilizante	Esterco de aves				Esterco de bovinos			
	Determinação da análise		Quantidades aplicadas (g)		Determinação da análise		Quantidades aplicadas (g)	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995	1994	1995
Umidade a 75°C (%)	37,00	31,00	-	-	67,00	78,00	-	-
pH em água	7,80	8,50	-	-	6,90	7,30	-	-
Carbono orgânico (%)	28,00	26,00	6174,0	7176,0	28,00	36,00	4900,0	6336,0
Nitrogênio total (%)	1,30	1,30	286,6	358,8	1,30	1,30	227,5	228,8
Fósforo total (%)	2,00	1,80	441,0	496,8	0,16	0,20	28,0	35,2
Potássio total (%)	2,30	1,90	507,2	524,4	0,25	0,18	43,7	31,7
Cálcio total (%)	9,60	10,70	2116,8	2953,2	0,50	0,61	87,5	107,4
Magnésio total (%)	0,50	0,56	110,2	154,5	0,21	0,27	36,7	47,5
Enxofre total (%)	0,67	0,71	147,7	196,0	0,16	0,20	28,0	35,2
Zinco total (ppm)	525,00	516,00	11,6	14,2	77,00	65,00	1,3	1,1
Cobre total (ppm)	57,00	62,00	1,3	1,7	19,00	13,00	0,3	0,2
Ferro total (%)	0,70	0,80	154,3	220,8	0,28	0,19	49,0	33,4
Manganês total (ppm)	876,00	812,00	19,3	22,4	946,00	1200,00	16,6	21,1

Desde a implantação do pomar, as fontes minerais de adubos potássico e fosfatado foram, respectivamente, o cloreto de potássio e o superfosfato simples. Como fonte nitrogenada utilizou-se uréia, nos dois primeiros anos após o plantio, sendo substituída por sulfato de amônio no período de agosto de 1990 até fevereiro de 1995. Neste ano, a partir do mês de agosto, optou-se novamente pela uréia. Nas fontes orgânicas, o esterco de aves foi proveniente de camas de galinhas de postura e acrescido de maravalha, enquanto que o esterco de bovinos, de gado de corte, foi coletado em curral e à campo, peneirado e misturado.

### **3.5. Dados experimentais**

Para a avaliação dos tratamentos testados, coletou-se os seguintes dados: perímetro do tronco; número e peso de frutos produzidos por planta, classificados em três categorias; número de frutos retirados pelo raleio; análise de solo para pH e teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, alumínio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, cobre, boro, manganês e ferro; e análise foliar para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, manganês, ferro, cobre e boro.

#### **3.5.1. Crescimento das tangerineiras**

O crescimento vegetativo das plantas foi avaliado anualmente, no mês de janeiro, através de medições do perímetro do tronco, 10cm acima do ponto de enxertia. A medição foi feita com uma fita métrica, em local marcado com tinta.



### 3.5.2. Colheita e classificação dos frutos

A colheita dos frutos foi realizada de 1991 a 1995. Em cada planta, os frutos foram classificados por tamanho, peneirando-os com duas telas de arame, superpostas; a superior com malhas de 67/67mm e a inferior com malhas de 57/57mm que proporcionaram a classificação em três categorias:

1<sup>a</sup> - frutos de primeira, com diâmetro superior a 6,7cm;

2<sup>a</sup> - frutos de segunda, com diâmetro entre 5,7 a 6,7cm;

3<sup>a</sup> - frutos de terceira, com diâmetro inferior a 5,7cm.

Após a classificação, realizou-se a contagem e pesagem dos frutos de cada categoria.

### 3.5.3. Análise química do solo

Coletas de amostras de solo foram realizadas em março de 1995, na linha limítrofe imaginária da projeção da copa, na profundidade de zero a 15cm. Em cada parcela foi retirada uma amostra, composta de 12 subamostras. De cada planta útil foram coletadas 4 subamostras, uma de cada quadrante. Procedimento semelhante foi adotado em março de 1996, porém em três profundidades: zero a 15cm, 15 a 30cm e 30 a 45cm. Neste ano, a coleta do solo foi efetuada em região mais afastada do tronco da planta, cerca de 20cm além da linha limítrofe da projeção da copa.

As amostras de solo foram embaladas, identificadas e posteriormente analisadas no Laboratório de Análises de Solos e Tecidos do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, para determinação do pH e teores de P, K, M.O., Al, Ca, Mg, S, Zn, Cu, B, Mn e Fe.

O pH foi determinado através de potenciômetro, na suspensão solo-água, em proporção 1:1. O teor de fósforo extraível, composto pelo P da solução do solo, e do P adsorvido à superfície das partículas e compostos de

Fe e Al do solo, foi determinado pelo extrator Mehlich-I e o valor medido por um colorímetro. O potássio extraível, fração composta pelo potássio da solução e pelo adsorvido aos sítios de troca do solo, foi também determinado pelo extrator Mehlich-I e o teor obtido por fotometria de chama. A matéria orgânica foi determinada por combustão úmida do solo através da utilização de bicromato de sódio e ácido sulfúrico, com medição do teor feita por um colorímetro.

Para o cálcio, magnésio, manganês e alumínio trocáveis, a extração foi feita com cloreto de potássio 1M, titulando-se o alumínio com hidróxido de sódio, na presença de fenoftaleína. A outra fração do extrato foi dividida para a determinação de cálcio, manganês e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

O enxofre disponível foi extraído com uma solução de fosfato de cálcio e o teor determinado por turbidimetria com cloreto de bário. O cobre e o zinco disponíveis foram extraídos por ácido clorídrico a 0,1M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica, enquanto a extração de boro disponível foi realizada com água quente e determinação feita por colorimetria. A extração do ferro disponível foi realizada com solução extratora de oxalato de amônio 0,2M a pH 3,0 (TEDESCO et al, 1995).

#### **3.5.4. Análise foliar**

Com o objetivo de determinar os teores foliares de nutrientes minerais, durante o mês de fevereiro, nos anos de 1995 e 1996, foram coletadas as 3<sup>as</sup> e 4<sup>as</sup> folhas a partir do fruto. A coleta foi realizada em 7 ramos frutíferos de cada quadrante da planta, perfazendo 56 folhas por tangerineira, numa altura mediana da copa, compondo uma amostra de 168 folhas por parcela.

Após a coleta, as folhas foram lavadas em água destilada e embaladas em sacos de papel. Em seguida foram secadas em estufa, com temperatura em torno de 65°C por um período de 72 horas. A seguir, as amostras foram moídas, acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas, e posteriormente analisadas no Laboratório de Análises de Solos e Tecidos do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Fe, Cu e B.

Na determinação de N, P, K, Ca e Mg foi realizada uma única digestão úmida com  $H_2O_2$  e  $H_2SO_4$ , com mistura de digestão. A recuperação destes nutrientes é semelhante à obtida com os métodos Kjeldahl para o nitrogênio e por digestão nítrico-perclórica para os outros nutrientes (JOHNSON & ULRICH, citados por TEDESCO et al., 1995). O teor de N foi obtido pelo procedimento de digestão, baseado no método para solos, recomendado por BREMMER, citado por TEDESCO et al. (1995), com inclusão de  $H_2O_2$ . Os teores de P, Ca e Mg foram obtidos por espectrofotometria de absorção atômica, enquanto o K por fotometria de chama.

Para o Zn, Cu, Mn, Fe e S foi feita a digestão do tecido vegetal com  $HNO_3-HClO_4$  e posterior leitura dos teores através da espectrofotometria de absorção atômica.

Para o boro realizou-se a queima das folhas em forno 'mufla' a 550-650°C e posterior leitura em espectrofotômetro de absorção atômica a 435nm (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

### **3.6. Análises estatísticas**

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os diversos tratamentos de adubação, procedeu-se a análise de variância dos dados. Foi adotado o modelo de parcelas subdivididas, considerando-se como



parcelas principais, os sistemas de adubação do solo e como sub-parcelas, o fator anos.

A comparação entre as médias dos tratamentos foi efetuada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Na realização de todas as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico SANEST.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise química do solo

Nas Tabelas 5, 6, 7, 8 e 9 são apresentados os resultados das análises do solo, realizadas em março de 1995 e março de 1996, na profundidade de zero a 15cm. A análise de variância encontra-se no Apêndice 4. Nos Apêndices 1 e 2 estão os resultados das análises de solo, nas profundidades de 15 a 30cm e 30 a 45cm, referentes ao ano de 1996, que não serão comentados neste trabalho. Nos Apêndices 9 a 13 encontram-se os padrões de fertilidade para a interpretação dos resultados de análise do solo.

#### 4.1.1. pH, teores de alumínio (Al) e manganês (Mn) do solo

Na observação da Tabela 5, verifica-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos para pH, Al e Mn do solo nos dois anos avaliados.

Nos tratamentos 2 (correção da acidez do solo antes do plantio, até pH 6,5), 3 (esterco de aves + calcário) e 4 (esterco de bovinos + calcário) verificou-se a presença dos maiores valores de pH do solo. O inverso aconteceu com os teores de Al e de Mn.

No tratamento testemunha praticamente não ocorreu variação no pH, que passou de 5,5 para 5,35, decorridos oito anos da implantação do pomar.

TABELA 5 - Teores de Al, Mn e pH do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Mn (ppm)		Al (me/dl)		pH	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	12,00 b	56,25 c	0,22 c	0,35 bc	5,35 c	5,35 b
2. pH 6,5 pré-plantio	2,75 b	28,00 d	0,00 c	0,06 c	6,35 a	5,72 a
3. Esterco de aves + calc.	6,25 b	19,25 d	0,00 c	0,00 c	6,17 a	6,05 a
4. Esterco bovino + calc.	9,50 b	36,25 d	0,00 c	0,00 c	5,77 b	5,85 a
5. N + K + calc.	57,25 a	113,50 b	1,37 ab	0,47 b	4,02 d	4,57 c
6. N + K + calc. + P plantio	50,25 a	109,50 b	1,22 b	0,70 b	4,02 d	4,37 c
7. N + P + K + calc.	51,00 a	111,00 b	1,27 b	0,62 b	4,05 d	4,57 c
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	44,00 a	137,00 a	1,17 b	0,65 b	4,00 d	4,42 c
9. N + P + K sem calc.	47,50 a	145,75 a	1,65 a	1,47 a	3,80 d	4,25 c

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Nos tratamentos com adubações minerais houve aumento dos teores de Al e Mn do solo. O pH do solo reduziu para uma média de 3,98 em 1995 e 4,47 em 1996, valores considerados muito baixos segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), constantes no Apêndice 9. Isto deveu-se, provavelmente, ao contínuo uso de sulfato de amônio como fonte nitrogenada, fato observado também por BASSO (1976), MORAES et al. (1979), MALAVOLTA (1983), ADAMS (1984) e SAROOSHI et al. (1994). ZANETTE (1977), num pomar de laranjeiras 'Pêra', em solo podzólico vermelho-escuro, de textura franco-argilosa, constatou que após treze anos, houve uma redução do pH do solo de 5,5 para 4,5, causada pelo efeito de acidificação, pelo uso de sulfato de amônio. Para PORTELINHA (1995), num pomar de tangerineiras 'Montenegrina', o contínuo uso de sulfato de amônio diminuiu o pH do solo de 5,47 para 4,12, sete anos após o plantio.



O aumento do pH médio de 3,98 em 1995 para 4,47 em 1996, nos tratamentos com adubação mineral, deveu-se, provavelmente, ao fato das coletas de solo terem sido realizadas em sítios mais afastados do tronco das plantas, região de menor concentração da aplicação dos fertilizantes nos anos anteriores.

Para TEDESCO (1995), são necessários 9,5kg de calcário (PRNT 65%) para neutralizar a acidificação do solo, provocada por 1kg de fertilizante nitrogenado mineral, na forma de sulfato de amônio. Nesta pesquisa foram utilizados somente em torno de 3,3kg de calcário por kg de sulfato de amônio, evidenciando que a quantidade de calcário usada foi insuficiente para inativar o  $Al^{+3}$  e o  $Mn^{+2}$  do solo e manter o pH próximo a 6,0.

A ausência da calagem de reposição anual, no tratamento 9, apesar da pouca redução do pH, em valores absolutos, aumentou o teor de alumínio trocável do solo em relação aos tratamentos com calagem e acrescidas de adubação mineral.

Os teores de Mn do solo, acima de 5ppm, principalmente nos tratamentos com adubação mineral, são considerados altos, segundo padrões apresentados no Apêndice 13, pelo GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1994). Estes teores se relacionaram com o baixo pH do solo, de conformidade com as observações feitas por MORAES et al. (1979), VOLKWEISS & TEDESCO (1984), QUÁGGIO (1985), SIQUEIRA et al. (1987) e PORTELINHA (1995).

#### **4.1.2. Teores de fósforo (P) e potássio (K) do solo**

No tratamento testemunha, o teor de fósforo no solo manteve-se baixo desde a implantação do pomar (Tabela 1) até 1996 (Tabela 6).

A correção do solo com fósforo antes do plantio (tratamento 6), não aumentou significativamente o teor deste elemento no solo, embora tenha ocorrido acréscimos, em valores absolutos, quando comparados ao tratamento testemunha, oito anos após o plantio.

TABELA 6 - Teores de P, K e M.O. (matéria orgânica) do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	P (ppm)		K (ppm)		M.O. (%)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	3,50 c	5,00 c	113,00 b	114,00 f	1,67 a	1,90 c
2. pH 6,5 pré-plantio	6,25 c	7,75 c	113,50 b	119,00 ef	1,70 a	1,93 c
3. Esterco de aves + calc.	99,70 a	222,25 a	166,25 a	248,25 ab	1,70 a	2,15 ab
4. Esterco bovino + calc.	7,50 c	7,50 c	129,25 ab	152,75 de	1,77 a	2,25 a
5. N + K + calc.	4,75 c	6,25 c	151,25 ab	283,25 a	1,67 a	1,95 c
6. N + K + calc. + P plantio	7,00 c	8,50 c	156,00 a	234,00 b	1,72 a	1,90 c
7. N + P + K + calc.	39,00 bc	121,50 b	126,00 ab	209,25 bc	1,65 a	2,03 bc
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	91,25 a	207,75 a	143,25 ab	224,00 b	1,70 a	2,10 b
9. N + P + K sem calc.	63,50 ab	107,00 b	154,25 ab	173,25 cd	1,70 a	2,03 bc

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

As adições anuais de fósforo (tratamentos 7, 8 e 9) aumentaram os teores deste elemento no solo, atingindo níveis altos, com maior evidência quando foi usada a dose dupla de P.

A adubação com esterco de bovinos praticamente não alterou o teor de P no solo, quando comparada aos tratamentos 1, 2, 5 e 6 (sem reposição anual com fósforo). Na adubação com esterco de aves, houve uma significativa elevação do teor de P do solo, equivalente à adubação mineral com dose dupla de P. A diferença nos níveis de fósforo no solo, entre as adubações

orgânicas, foi devida à maior quantidade total de P aplicada ao solo pelo esterco de aves (Tabela 4).

Por ocasião da instalação do experimento até o ano de 1996, os teores de potássio no solo (Tabelas 1 e 6), em todos os tratamentos, foram classificados como suficientes, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), constantes no Apêndice 9.

Tanto as adubações minerais quanto as orgânicas aumentaram os teores de K do solo. A adubação com esterco de aves proporcionou alto teor de K no solo, equivalente ou superior às adubações minerais. O esterco de bovinos propiciou efeito semelhante em 1995, porém muito menor em 1996. A diferença nos teores de K do solo, entre as fontes orgânicas, foi devida, provavelmente, à menor quantidade de K aplicada ao solo, pelo esterco de bovinos (Tabela 4).

#### **4.1.3. Teor de matéria orgânica (M.O.) do solo**

Os teores de matéria orgânica do solo (Tabela 6) foram baixos em todos os tratamentos, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), constantes no Apêndice 9. Em 1995, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Já, em 1996, os maiores teores ocorreram nos tratamentos de adubação orgânica, com leve predominância do esterco de bovinos sobre o esterco de aves. Neste ano houve uma elevação dos teores de M.O. em todos os tratamentos, provavelmente decorrentes do local de coleta das amostras do solo, mais afastado do tronco das árvores e mais próximo da faixa de entrelinha das plantas, com vegetação espontânea ceifada periodicamente.



#### 4.1.4. Teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo

Nos tratamentos 5 a 9, os teores de cálcio e de magnésio no solo (Tabela7), na sua maioria, foram baixos, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995 (Apêndice 9). Nestes tratamentos, a aplicação de sulfato de amônio provavelmente tenha aumentado a quantidade de ânions  $\text{SO}_4^{-2}$  e  $\text{NO}_3^-$ , fracamente adsorvidos no solo, e que podem ter favorecido o deslocamento destes cátions ( $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ ) da camada superficial para as camadas mais profundas do solo, pela lixiviação. Observações semelhantes foram feitas por MALAVOLTA & VIOLANTE NETO (1989).

A ausência da calagem de reposição, no tratamento 9, possivelmente tenha contribuído para uma redução ainda mais significativa dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  do solo, quando comparado aos demais tratamentos de calagem com calcário dolomítico e acrescidas de adubação mineral.

TABELA 7 - Teores de Ca e Mg do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Ca (me/dl)		Mg (me/dl)	
	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	2,30 b	2,20 b	0,95 c	0,95 b
2. pH 6,5 pré-plantio	3,52 a	3,57 a	1,50 b	1,67 a
3. Esterco de aves + calc.	3,12 a	3,82 a	1,80 a	1,72 a
4. Esterco bovino + calc.	2,62 b	3,80 a	1,47 b	1,60 a
5. N + K + calc.	1,35 cd	2,25 b	0,62 d	0,72 c
6. N + K + calc. + P plantio	1,15 de	1,72 c	0,45 e	0,50 d
7. N + P + K + calc.	1,25 cd	1,67 c	0,45 e	0,70 c
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	1,60 c	1,92 bc	0,52 de	0,82 bc
9. N + P + K sem calc.	0,75 e	1,00 d	0,17 f	0,27 e

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Assim sendo, verifica-se que teria sido necessário aumentar a quantidade de calcário dolomítico a ser aplicado nos tratamentos com adubação mineral, objetivando corrigir a acidez fisiológica provocada pelas adubações com sulfato de amônio.

Altos teores de magnésio e médios teores de cálcio no solo foram encontrados nos tratamentos 3 e 4 (com adubação orgânica) e no tratamento 2 (solo corrigido a pH 6,5 antes do plantio), que coincidiram com os maiores valores de pH observados nestes tratamentos (Tabela 5).

#### 4.1.5. Teores de enxofre (S), zinco (Zn) e cobre (Cu) do solo

Os teores de enxofre, zinco e cobre no solo (Tabela 8), em todos os tratamentos, estão na faixa considerada suficiente, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995).

TABELA 8 - Teores de S, Zn e Cu, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	S (ppm)		Zn (ppm)		Cu (ppm)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	11,57 d	9,12 b	1,57 b	1,47 c	1,92 a	1,97 ab
2. pH 6,5 pré-plantio	9,55 d	8,82 b	1,95 b	1,32 c	1,48 b	1,50 d
3. Esterco de aves + calc.	12,55 d	21,15 a	4,37 a	12,10 a	1,92 a	1,60 cd
4. Esterco bovino + calc.	10,62 d	11,52 b	2,75 ab	4,02 b	1,67 b	1,75 bc
5. N + K + calc.	54,75 ab	21,30 a	1,27 b	1,37 c	1,65 b	1,85 ab
6. N + K + calc. + P plantio	42,40 c	23,17 a	1,45 b	1,27 c	1,70 b	1,85 ab
7. N + P + K + calc.	53,70 ab	22,45 a	1,60 b	1,42 c	1,65 b	2,05 a
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	59,40 a	21,85 a	1,42 b	1,47 c	1,65 b	1,90 ab
9. N + P + K sem calc.	49,60 b	21,62 a	1,67 b	1,52 c	1,65 b	1,80 bc

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Na Região Metropolitana de Porto Alegre, a contribuição no fornecimento de S ao solo pela água das chuvas, segundo GUEDES et al. (1985), pode chegar a 50kg/ha em seis meses, provenientes principalmente das atividades industriais. Isto pode explicar a presença de bons teores deste elemento em todos os tratamentos.

Nos dois anos considerados, os tratamentos com adubação mineral proporcionaram os maiores teores de S no solo, possivelmente devido à utilização de sulfato de amônio, fonte de N e S (21% de N e 23% de S). Em 1996, a adubação com esterco de aves proporcionou teores de S no solo significativamente semelhantes aos tratamentos com adubação mineral. No mesmo ano, os teores deste elemento no solo foram superiores no tratamento com esterco de aves em relação ao de bovinos, o que pode ser explicado pelas diferentes quantidades aplicadas por ocasião da adubação (Tabela 4).

Os teores de zinco no solo foram suficientes em todos os tratamentos, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995). As adubações orgânicas proporcionaram os maiores teores de zinco, significativamente superiores aos demais tratamentos. Entre os adubos orgânicos, o maior teor de Zn no solo foi encontrado no tratamento com esterco de aves, possivelmente devido a maior quantidade aplicada deste elemento (Tabela 4).

Os teores de cobre no solo foram suficientes em todos os tratamentos. Em 1995, verificou-se a presença de maiores teores de cobre nos tratamentos testemunha e com esterco de aves. Já, em 1996, os maiores teores foram encontrados nos tratamentos 1, 5, 6, 7 e 8. Os tratamentos com adubação mineral apresentaram os valores mais baixos de pH do solo (Tabela 5) que, segundo BOHNEN (1995), favorece a disponibilidade de cobre no solo.



Os resultados encontrados não estão de acordo com o esperado, sugerindo que outros fatores, além do pH, interferiram na disponibilidade de cobre.

#### 4.1.6. Teores de boro (B) e ferro (Fe) do solo

Apesar das diferenças significativas nos conteúdos de boro no solo entre os tratamentos (Tabela 9), praticamente todos os teores estão inclusos na faixa de suficiência, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), índices constantes no Apêndice 11.

TABELA 9 - Teores de B e Fe do solo, na profundidade de zero a 15cm, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	B (ppm)		Fe (%)	
	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	0,40 abc	0,60 cd	0,11 c	0,16 a
2. Correção pH plantio	0,35 bc	0,57 cd	0,10 d	0,15 a
3. Esterco de aves + calc.	0,42 abc	0,72 ab	0,12 bc	0,16 a
4. Esterco bovino + calc.	0,45 ab	0,75 a	0,11 c	0,14 a
5. N + K + calc.	0,45 ab	0,65 abc	0,13 bc	0,15 a
6. N + K + calc. + P plantio	0,32 c	0,62 bcd	0,13 bc	0,15 a
7. N + P + K + calc.	0,37 abc	0,52 d	0,14 ab	0,16 a
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	0,47 a	0,60 cd	0,15 a	0,16 a
9. N + P + K sem calc.	0,35 bc	0,62 bcd	0,15 a	0,14 a

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Os maiores teores de boro, observados em 1996, nos tratamentos 3, 4 e 5 corresponderam aos verificados em 1995. Neste ano, no entanto, os tratamentos 1, 7 e 8 também apresentaram teores mais elevados de B no solo e, estranhamente em 1996, nestes tratamentos, ocorreram os teores mais

baixos. Esse comportamento contraditório dificulta a explicação dos resultados obtidos.

Em 1995, os teores de ferro no solo foram maiores nos tratamentos com adubação mineral, predominantemente nos tratamentos 8 e 9. Isto pode ser justificado pela presença de menores índices de pH, nestes tratamentos, aumentando a disponibilidade de Fe na solução do solo, de conformidade com as observações feitas por BOHNEN (1995). O que causou estranheza foi a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos, no ano de 1996. Isto sugere que o pH não é o único fator que afetou a disponibilidade de ferro no solo.

#### **4.2. Análise Foliar**

A análise foliar constitui um bom indicativo do estado nutricional das plantas, uma vez que a concentração foliar em nutrientes é o resultado conjunto de fatores atuantes no solo, dos inerentes à própria planta e do ambiente (CHAPMAN, 1960).

A análise de variância dos teores foliares de nutrientes estão inseridos no Apêndice 5. Os resultados das análises foliares, realizadas em março de 1995 e março de 1996, constam nas Tabelas 10, 11, 12 e 13. A interpretação dos resultados de análise foliar para macro e micronutrientes encontra-se nos Apêndices 14 e 15.

##### **4.2.1. Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)**

Os resultados apresentados na Tabela 10 mostram que os teores foliares de N em todos os tratamentos, inclusive na testemunha, situaram-se dentro dos níveis considerados satisfatórios, segundo padrões da COMISSÃO

DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995). Os maiores teores foliares de N foram encontrados nos tratamentos com adubações minerais.

Em 1995, as adubações orgânicas proporcionaram teores foliares de N semelhantes ao tratamento testemunha. Em 1996, porém, a adubação com esterco de aves proporcionou teores foliares de N mais elevados do que o esterco de bovinos e os tratamentos 1 (testemunha) e 2 (correção do pH do solo a pH 6,5 antes do plantio). A diferença entre as fontes orgânicas foi devida a maior quantidade de N aplicada por planta, do esterco de aves em relação ao de bovinos (Tabela 4).

TABELA 10 - Teores foliares de N, P e K, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	N (%)		P (%)		K (%)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	2,25 b	2,40 c	0,19 b	0,12 b	1,45 a	1,04 a
2. pH 6,5 pré-plantio	2,35 b	2,47 c	0,24 a	0,15 a	1,40 ab	0,93 abc
3. Esterco de aves + calc.	2,45 b	2,82 b	0,16 c	0,11 b	1,37 ab	1,00 ab
4. Esterco bovino + calc.	2,35 b	2,57 c	0,21 b	0,15 a	1,45 a	0,90 abc
5. N + K + calc.	2,83 a	3,17 a	0,13 d	0,10 b	1,37 ab	0,71 d
6. N + K + calc. + P plantio	2,80 a	2,97 ab	0,12 d	0,10 b	1,25 b	0,85 bcd
7. N + P + K + calc.	2,83 a	3,03 ab	0,13 d	0,10 b	1,22 b	0,76 cd
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	2,87 a	2,97 ab	0,14 cd	0,10 b	1,35 ab	0,79 cd
9. N + P + K sem calc.	2,80 a	3,10 a	0,13 d	0,10 b	1,32 ab	0,81 cd

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Tanto em 1995, quanto em 1996, a concentração foliar de P foi inferior nos tratamentos com esterco de aves e com adubação mineral. Nestes, os conteúdos foliares de P foram satisfatórios em 1995, passando para baixos teores em 1996, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO



SOLO - RS e SC (1995). Paralelamente, nestes tratamentos, verificou-se a presença de altos teores foliares de N, aumento do crescimento vegetativo das árvores e da produção de frutos (como será visto mais adiante), resultando em efeito de diluição de P nos tecidos da planta, à semelhança de observações feitas por REESE & KOO (1975), ZANETTE (1977), BASSO et al. (1983), HUME et al. (1985), MAGALHÃES (1987) e ANDROULAKIS et al. (1992).

Nos tratamentos 7, 8 e 9, em que houve adição anual de adubação fosfatada, verificou-se a presença de altos índices de P total no solo (Tabela 6), contrastando com baixos teores observados nos tratamentos 5 (sem adubação fosfatada) e 6 (com correção de fósforo apenas antes do plantio). Apesar destas diferenças no solo, não se observou variações nos conteúdos foliares de P entre os tratamentos com adubação mineral, o que pode ter sido devido ao baixo pH do solo que, segundo ANGHINONI & VOLKWEISS (1995), diminui a disponibilidade de P às plantas, pela formação de compostos de baixa solubilidade no solo. Observações semelhantes foram feitas por SMITH (1966) e MALAVOLTA & VIOLANTE NETO (1989). Além disso, é preciso considerar que o fósforo apresenta baixa mobilidade no solo, segundo consideração feita por VAN RAIJ (1991).

Outro fator que poderia explicar a semelhança nos teores foliares de P é a presença de microorganismos do solo, como as micorrizas arbusculares que, por um lado podem ser prejudicadas por altas concentrações de P no solo (tratamentos 3, 7, 8 e 9), e por outro, tem a capacidade de solubilizar o fósforo indisponível à planta. Desta forma, as micorrizas podem ter contribuído para a presença de teores foliares semelhantes nos tratamentos 5 e 6 (com ausência de adubação fosfatada anual), em relação aos demais tratamentos com reposição anual de fósforo.

Segundo os padrões do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1994) e da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), os teores de K nas folhas, no ano de 1995 (Tabela 10), podem ser considerados adequados ou satisfatórios em todos os tratamentos, passando para teores baixos no ano de 1996. Neste ano, a redução dos teores foliares de K, em todos os tratamentos, provavelmente ocorreu devido à migração para os frutos, em função do aumento da produção, conforme será discutido mais adiante. Resultados similares foram obtidos por HUME et al. (1985), ANDROULAKIS et al. (1992), INTRIGLIOLO et al. (1993) e SOUZA et al. (1993).

Nos dois anos avaliados, não houve diferença nos teores foliares de K entre os tratamentos com adubação mineral. De modo geral, porém, houve redução dos teores foliares de K, nestes tratamentos, em relação aos demais. Isto pode ser atribuído à maior disponibilidade de N no solo, que causou maior crescimento das plantas, e em consequência, uma diluição de K no tecido.

#### **4.2.2. Teores foliares de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)**

Os dados apresentados na Tabela 11 mostram que, tanto no ano de 1995 quanto no de 1996, em todos os tratamentos, a concentração foliar de Ca e Mg atingiu níveis considerados satisfatórios, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995) e do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1994), constantes nos Apêndices 14 e 15.

Verifica-se, em 1995, que no tratamento 2 o teor de cálcio foi significativamente superior aos teores encontrados nos demais tratamentos.

No ano de 1996, a concentração foliar de cálcio foi semelhante em praticamente todos as fontes e níveis de adubação, com exceção do

tratamento 5 (com N, K + calagem anual), que apresentou teor significativamente inferior aos demais tratamentos. É possível que isto tenha ocorrido devido ao menor suprimento de cálcio ao solo, pela ausência da adubação fosfatada.

TABELA 11 - Teores foliares de Ca, Mg e S, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Ca (%)		Mg (%)		S (%)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	3,97 c	3,62 a	0,51 a	0,37 b	0,19 b	0,21 c
2. pH 6,5 pré-plantio	4,67 a	3,95 a	0,51 a	0,42 b	0,19 b	0,22 bc
3. Esterco de aves + calc.	4,30 b	3,72 a	0,51 a	0,42 b	0,20 ab	0,21 c
4. Esterco bovino + calc.	4,32 b	3,75 a	0,51 a	0,47 a	0,18 b	0,22 bc
5. N + K + calc.	3,97 c	3,22 b	0,46 b	0,41 b	0,20 ab	0,24 a
6. N + K + calc. + P plantio	4,27 bc	3,77 a	0,44 b	0,39 b	0,20 ab	0,25 a
7. N + P + K + calc.	4,32 b	3,72 a	0,45 b	0,40 b	0,22 a	0,25 a
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	4,15 bc	3,80 a	0,46 b	0,42 b	0,20 ab	0,24 a
9. N + P + K sem calc.	4,12 bc	3,62 a	0,42 b	0,32 c	0,20 ab	0,24 a

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Para o magnésio, no ano de 1995, verifica-se que nos tratamentos com adubação mineral, os teores foliares foram significativamente inferiores aos demais tratamentos.

Já, em 1996, a adubação com N, P, K e sem o uso da calagem de reposição anual (tratamento 9) proporcionou o menor teor foliar de Mg, possivelmente devido à ausência de reposição de calcário dolomítico, resultando em menor teor de Mg trocável no solo (Tabela 7), em relação aos demais tratamentos. Isto se refletiu em menor absorção deste nutriente pela planta (Tabela 11). Em 1996, houve sensível redução dos teores foliares de



magnésio nos tratamentos 1, 2 e 3, com valores semelhantes aos tratamentos com adubação mineral. Esta resposta pode estar relacionada à maior translocação deste elemento das folhas para os frutos em desenvolvimento, devido à grande carga de frutinhos, apresentada neste ano.

Os teores foliares de enxofre, tanto em 1995 quanto em 1996, foram considerados satisfatórios em praticamente todos os tratamentos, embora muito próximos do limite considerado baixo, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995).

O maior conteúdo de enxofre do solo, nos tratamentos com adubação mineral (Tabela 8), propiciado pela adubação com sulfato de amônio (com 21% de N e 23% de S), se traduziu em concentrações foliares de S significativamente superiores aos demais tratamentos, principalmente em 1996.

Entre as adubações orgânicas, o maior conteúdo de S no solo do tratamento 3 (com esterco de aves), verificado no ano de 1996, não se traduziu em diferenças a nível foliar, provavelmente devido à imobilização de parte do enxofre pela biomassa microbiana.

#### **4.2.3. Teores foliares de zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn)**

Conforme pode ser visualizado na Tabela 12, em 1996 não houve diferença entre os tratamentos para os teores foliares de Zn, mas em 1995, as concentrações foliares deste elemento foram menores nos tratamentos com adubação mineral.

Segundo padrões do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS CITROS (1994) e da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), os teores de zinco são classificados como deficientes em todos os tratamentos, tanto no ano de 1995, quanto em 1996. Essa

deficiência também pôde ser observada visualmente nas plantas, através de sintomas nas folhas, embora os teores de zinco extraíveis no solo estivessem na faixa considerada suficiente. Para BOHNEN (1995), o zinco é facilmente adsorvido às superfícies dos óxidos de ferro e de alumínio, e à matéria orgânica, resultando em ligações de grande estabilidade. Além disso, os baixos teores foliares de zinco coincidiram com altos teores de manganês no solo (Tabela 5). Segundo CAMARGO (1991), existe antagonismo de absorção entre Zn e Mn, conseqüentemente, a alta disponibilidade de Mn no solo deve ter diminuído a absorção de Zn pelas tangerineiras, sendo essa, provavelmente, a principal causa dos baixos teores foliares de Zn.

TABELA 12 - Teores foliares de Zn, Cu e Mn, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Zn (ppm)		Cu (ppm)		Mn (ppm)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	12,75 a	10,00 a	4,90 b	4,00 d	25,00 d	17,75 d
2. pH 6,5 pré-plantio	12,50 a	10,50 a	4,75 b	3,25 de	17,25 d	18,50 d
3. Esterco de aves + calc.	12,50 a	9,25 a	4,25 b	2,75 e	23,75 d	20,50 d
4. Esterco bovino + calc.	12,50 a	10,00 a	4,50 b	3,50 de	22,75 d	22,75 d
5. N + K + calc.	10,25 b	9,75 a	6,25 a	6,00 ab	144,25 c	381,50 b
6. N + K + calc. + P plantio	9,75 b	10,50 a	6,25 a	5,25 bc	163,50 bc	387,25 b
7. N + P + K + calc.	10,00 b	9,75 a	6,25 a	5,50 abc	187,50 b	403,25 b
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	10,00 b	10,50 a	5,00 b	5,00 c	143,50 c	343,50 c
9. N + P + K sem calc.	9,50 b	10,50 a	6,00 a	6,25 a	247,00 a	578,50 a

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

A deficiência foliar de Zn também foi constatada por PORTELINHA (1995), numa pesquisa sobre sistemas de manejo do solo em tangerineiras



'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), cultivadas em solo podzólico vermelho-escuro, de textura franco-argilosa.

Os teores foliares de cobre estiveram inversamente relacionados ao pH do solo. Nos tratamentos de adubação mineral, tanto no ano de 1995 quanto em 1996, a redução do pH do solo proporcionou a elevação dos teores foliares de cobre, à níveis considerados satisfatórios, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), constados no Apêndice 14. Constatação semelhante foi feita por BOHNEN (1995).

Os tratamentos 1 (testemunha), 2 (correção do pH do solo a 6,5 antes do plantio), 3 (esterco de aves + calcário) e 4 (esterco de bovinos + calcário), que apresentaram valores de pH mais elevados (Tabela 5), propiciaram as mais baixas concentrações foliares de cobre em 1995, passando para níveis deficientes em 1996. Para BOHNEN (1995), valores mais elevados de pH provocam diminuição dos teores de cobre na solução do solo, o que pode explicar a redução dos teores foliares deste elemento nos tratamentos citados.

Para o manganês, verifica-se na Tabela 12 que as maiores concentrações foliares ocorreram nos tratamentos com adubação mineral, provavelmente devido ao baixo pH do solo (Tabela 5), aumentando a disponibilidade de manganês às plantas, de conformidade com as citações feitas por MORAES et al. (1979), VOLKWEISS & TEDESCO (1984) e BOHNEN (1995). Nestes tratamentos, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), os teores foliares de Mn são classificados como altos, com exceção do tratamento 9, onde o teor foi excessivo em 1996.

ZANETTE & KOLLER (1979) e BASSO et al. (1983), também constataram que as adubações com sulfato de amônio aumentaram a



absorção de manganês pelo sistema radicular de laranjeiras 'Pêra' e 'Valência'.

#### 4.2.4. Teores foliares de ferro (Fe) e boro (B)

Observa-se na Tabela 13, que, em 1995, os teores foliares de Fe, em todos os tratamentos, situaram-se na faixa considerada satisfatória e, em 1996, em níveis altos, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995). Em 1995, os teores foliares de Fe não foram afetados pelos tratamentos, havendo, no entanto, uma tendência de valores maiores nos tratamentos com adubação mineral. Em 1996, de modo geral, as concentrações foliares foram significativamente mais elevadas nos tratamentos com adubação mineral, salientando-se os tratamentos 7, 8 e 9, em que o mais baixo pH do solo (Tabela 5) pode ter causado a elevação dos conteúdos foliares de ferro, em concordância com as observações feitas por BOHNEN (1995).

Para o boro, em 1996, a análise foliar revelou maiores teores no tratamento testemunha, seguidos dos tratamentos 2 (com correção do pH do solo a 6,5 antes do plantio), 3 (esterco de aves + calcário) e 4 (esterco de bovinos + calcário). Teores mais baixos foram constatados com as adubações minerais.

Para BOHNEN (1995), os solos mais ácidos apresentam maior disponibilidade de boro, o que está em desacordo com os resultados obtidos pela análise foliar. Entretanto, as adubações nitrogenadas, na forma nítrica ou amoniacal, reduzem os teores de boro nas folhas, devido a existência de um antagonismo entre o N e o B no solo, segundo observações feitas por REESE & KOO (1975), MORIN (1983), RODRIGUEZ (1987) e ANDROULAKIS et al. (1992). Para HADAS & HAGIN (1972), a adubação potássica pode provocar

aumento na adsorção de B às partículas do solo e diminuir a absorção deste elemento pela planta. Além disso, apesar de ser um elemento pouco móvel na planta, pode ter havido efeito de diluição do boro no tecido vegetal, nos tratamentos com adubação mineral, devido ao maior crescimento vegetativo das plantas, como será visto mais adiante (Tabela 14).

TABELA 13 - Teores foliares de Fe e B, em função de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore). Amostragens realizadas em março de 1995 e março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Fe (ppm)		B (ppm)	
	1995	1996	1995	1996
1. Testemunha	78,75 a	131,00 c	-	86,50 a
2. pH 6,5 pré-plantio	80,50 a	136,25 c	-	77,50 b
3. Esterco de aves+ calc.	82,75 a	131,75 c	-	72,25 b
4. Esterco bovino + calc.	82,50 a	132,75 c	-	78,25 b
5. N + K + calc.	89,50 a	159,25 b	-	61,50 cd
6. N+ K+ calc.+ P plantio	88,50 a	158,25 b	-	63,50 c
7. N + P + K + calc.	93,25 a	180,50 a	-	55,50 d
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	90,75 a	169,50 ab	-	57,75 cd
9. N + P + K sem calc.	89,25 a	182,00 a	-	57,75 cd

Médias seguidas de mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Embora tenha havido diferenças significativas nas concentrações foliares de boro entre os tratamentos, os teores encontrados situaram-se em níveis considerados satisfatórios pelos padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), em todos os tratamentos.

#### 4.3. Crescimento do perímetro do tronco das tangerineiras

Na Tabela 14, constam as médias das medições anuais de crescimento do perímetro do tronco das tangerineiras, no período de 1989 a 1996. A análise de variância está inserida no Apêndice 6.

Analisando-se os dados de perímetro do tronco, verifica-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, a partir das medições efetuadas no ano de 1991. De modo geral, a partir de 1993, não ocorreram alterações expressivas entre os diversos tratamentos.

No final do período analisado, as medições demonstraram que o maior crescimento das plantas foi obtido pelo tratamento 8, sem diferir, no entanto, das demais adubações minerais. O menor crescimento das plantas foi observado nos tratamentos 1 e 2, significativamente inferior às adubações orgânicas e minerais. As parcelas que receberam adubações orgânicas tiveram um crescimento significativamente semelhante aos tratamentos 5, 6, 7 e 9.

Em todos os tratamentos, o crescimento das plantas esteve fortemente relacionado com os teores foliares de nitrogênio (Tabela 10). Para FERRI (1985), o nitrogênio é um constituinte básico de aminoácidos e proteínas e é essencial para a divisão e expansão celular, crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo ZANETTE & KOLLER (1979), PAREDES & MILLO (1988), DU PLESSIS & KOEN (1988) e DELHOM & MILLO (1989), a deficiência de N é associada à falta de vigor e crescimento lento das plantas cítricas.



TABELA 14 - Crescimento do perímetro do tronco de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), medido 10cm acima do ponto de enxertia, em função de fontes e níveis de adubação. Médias individuais e conjuntas de oito anos - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Perímetro do tronco (cm)									
	Anos									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
1. Testemunha	2,29 a	4,13 a	7,81 abc	9,58 cd	11,46 de	13,25 c	15,36 d	17,06 c		
2. pH 6,5 pré-plantio	1,94 a	3,62 a	7,37 c	9,34 d	11,24 e	13,33 c	15,81 d	17,59 c		
3. Esterco de aves + calc.	2,08 a	4,27 a	8,62 a	10,68 ab	12,37 bc	14,40 b	17,11 c	18,88 b		
4. Esterco bovino + calc.	2,03 a	4,22 a	7,71 bc	9,44 d	12,15 cd	14,43 b	17,32 bc	19,06 b		
5. N + K + calc.	2,10 a	3,89 a	7,92 abc	10,44 abc	12,82 abc	15,27 ab	18,01 ab	19,77 ab		
6. N + K + calc.+ P plantio	2,12 a	4,11 a	8,01 abc	10,13 bcd	12,77 abc	14,99 ab	17,85 ab	19,14 ab		
7. N + P + K + calc.	1,95 a	3,95 a	8,04 abc	10,44 abc	13,20 ab	15,04 ab	18,13 ab	19,76 ab		
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	2,08 a	4,09 a	8,36 ab	11,02 a	13,32 a	15,53 a	18,34 a	19,97 a		
9. N + P + K sem calc.	2,02 a	3,37 a	7,64 bc	10,05 bcd	13,13 ab	15,10 ab	18,19 ab	19,46 ab		

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

#### **4.4. Produção de frutos**

##### **4.4.1. Peso total de frutos produzidos por planta**

A análise de variância, em relação ao peso total dos frutos produzidos por planta, nos anos de 1991 a 1995, está inserida no Apêndice 7. No Apêndice 8, encontra-se a análise de variância para o somatório das produções obtidas nas cinco safras.

Na Tabela 15, observa-se que a partir da segunda safra houveram diferenças significativas entre os tratamentos, em relação ao peso total dos frutos produzidos por planta.

Verifica-se, também, que houve alternância de produções ao longo das cinco primeiras safras, indicando que o raleio de frutos (Apêndice 3), realizado no mês de fevereiro, foi insuficiente para controlá-la. Essa alternância de produção deve ter contribuído para uma resposta nem sempre regular, aos tratamentos, de ano para ano, em face das diluições e concentrações de nutrientes nas folhas, em função de maiores fluxos de crescimento, nos anos de baixa produção, e translocação para os frutos, em anos de maior produção. Por isso, parece mais coerente interpretar o efeito das adubações e das calagens sobre a produção total das cinco safras.

No somatório das cinco safras, os resultados mostraram que as adubações minerais e orgânicas propiciaram aumentos no peso total da produção, quando comparados aos tratamentos 1 (testemunha) e 2 (correção do pH do solo a 6,5 antes do plantio). As adubações minerais, de modo geral, proporcionaram maiores produções do que as adubações orgânicas, principalmente com esterco de bovinos.

As maiores produções (proporcionadas principalmente pelas adubações minerais) mostraram-se diretamente relacionadas aos teores foliares de nitrogênio e ao maior crescimento das plantas, concordando com as

observações feitas por EMBLETON (1975), MAGALHÃES (1987), DELHOM & MILLO (1989) e INTRIGLIOLO et al. (1993). As menores produções, (observadas nos tratamentos 1 e 2), relacionaram-se às mais baixas concentrações foliares de nitrogênio e na conseqüente redução do crescimento vegetativo das plantas (Tabela 14), de conformidade com as observações feitas por PAREDES & MILLO (1988), DU PLESSIS & KOEN (1988) e DELHOM & MILLO (1989).

TABELA 15 - Peso total de frutos produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de fontes e níveis de adubação. Médias individuais e conjuntas de cinco safras - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Peso de frutos produzidos em Kg/planta					Somatório das cinco safras
	Safras					
	1991	1992	1993	1994	1995	
1. Testemunha	1,57 a	3,94 b	2,95 c	19,89 c	1,42 b	29,77 de
2. pH 6,5 pré-plantio	0,78 a	4,35 b	2,38 c	11,61 d	3,97 b	23,09 e
3. Esterco de aves + calc.	3,43 a	8,25 b	2,16 c	29,58 ab	3,57 b	46,99 bc
4. Esterco bovino + calc.	2,99 a	6,29 b	6,08 bc	22,24 bc	4,58 b	42,18 cd
5. N + K + calc.	3,22 a	11,21 ab	6,01 bc	27,01 bc	5,49 ab	52,94 abc
6. N + K + calc. + P plantio	3,57 a	7,53 b	14,03 a	23,88 bc	12,66 a	61,67 ab
7. N + P + K + calc.	3,70 a	10,64 ab	12,80 ab	22,33 bc	9,39 ab	58,86 ab
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	4,37 a	15,90 a	6,34 bc	36,10 a	4,76 b	67,47 a
9. N + P + K sem calc.	3,05 a	7,36 b	11,10 ab	23,40 bc	7,47 ab	52,38 abc

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Entre os tratamentos com adubações minerais não houve diferença significativa no peso total da produção das cinco safras. Essas semelhanças permitem supor que a adubação com fósforo é dispensável para proporcionar aumentos significativos na produção de frutos. Resultados semelhantes foram



obtidos por ALDRICH & BUCHANAN (1954), que não obtiveram resposta produtiva à adubação fosfatada em pomares cítricos que apresentavam teores foliares iguais ou superiores a 0,10% de P.

Entretanto, observa-se que no tratamento 6 (com correção de fósforo no plantio), houve uma tendência de aumento da produção de frutos em aproximadamente 16,5%, quando comparada ao tratamento 5 (sem adubação corretiva com P). Embora essa diferença não tenha sido significativa, ela foi expressiva em valores absolutos. A concentração foliar de P no tratamento 6, no entanto, foi semelhante à do tratamento 5 (Tabela 10), indicando que a queda da produção não esteve relacionada aos teores de P. Uma possível hipótese poderia ser a redução do teor foliar de cálcio no tratamento 5, em relação ao tratamento 6 (Tabela 11).

Por outro lado, no tratamento 9 (com N, P, K e sem calagem anual), a ausência da calagem de manutenção, em valores absolutos, reduziu a produção em aproximadamente 11%, quando comparada ao tratamento 7 (com calagem anual). A ausência da reposição anual com calcário diminuiu significativamente os teores de cálcio e magnésio do solo (Tabela 7), com tendência de redução dos teores foliares (Tabela 11). No tratamento 9, ocorreu também um acréscimo significativo no teor foliar de manganês, considerado excessivo. Isto pode ter provocado alguma toxidez, resultando em menor produção, embora não significativa, em relação ao tratamento 7. Considerações semelhantes foram também feitas por MORAES et al. (1979), VOLKWEISS & TEDESCO (1984) e KAMINSKI (1989).

Assim, a adubação corretiva com fósforo, antes do plantio, poderia ser considerada satisfatória, não havendo a necessidade de adubações posteriores de manutenção com P, devendo-se aumentar, porém, a quantidade de calcário dolomítico a ser reposta anualmente

Entre as adubações orgânicas, verifica-se que não houve diferença significativa no peso total dos frutos, embora tenha havido uma tendência de maior produção na adubação com esterco de aves. Isto pode ter sido motivado pelas maiores quantidades de N aplicadas na adubação com esterco de aves (Tabela 4), proporcionando maiores teores foliares de N nas plantas deste tratamento (Tabela 10).

O menor desempenho produtivo dos tratamentos com adubação orgânica (principalmente com esterco de bovinos) em relação às adubações minerais, deve estar relacionado à menor quantidade total de N aplicado ao solo pelas adubações orgânicas (Tabelas 2 e 4). Isto resultou em menores teores foliares de N, nestes tratamentos, quando comparados às adubações minerais. Observações similares também são referidas por RODRIGUEZ (1980), MALAVOLTA (1983), BIGGI (1986), DELHOM & MILLO (1989), QUÁGGIO (1991), CANTARELLA et al. (1994) e KOLLER (1994). Isto permite deduzir que as adubações orgânicas poderiam proporcionar maiores produções, desde que suplementadas com N mineral ou através da utilização de maiores dosagens do adubo orgânico.

As menores produções de frutos foram obtidas pelos tratamentos 1 (testemunha) e 2 (solo corrigido a pH 6,5 antes do plantio), o que pode ser atribuído, principalmente, aos menores teores foliares de N e à redução no crescimento das plantas, diminuindo seu potencial produtivo. Estes resultados conferem com as observações feitas por ZANETTE (1977), em que a supressão de N na adubação da laranjeira 'Pêra' provocou sensível redução, tanto no número de frutos quanto no peso da produção. Para SMITH (1966), DU PLESSIS & KOEN (1988), PAREDES & MILLO (1988), DELHOM & MILLO (1988), LOVATT et al. (1992) e SOUZA et al. (1993), há fortes evidências de que a intensidade de florescimento e, conseqüentemente a produção, é



dependente da quantidade de carboidratos presentes na planta e, principalmente, do conteúdo foliar de nitrogênio. Embora os teores foliares de N, nestes tratamentos, sejam interpretados como satisfatórios para as plantas cítricas, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995), supõe-se que possam estar aquém das necessidades das tangerineiras 'Montenegrina'.

Os tratamentos 1 e 2 não diferiram entre si, indicando que a simples correção do pH do solo, antes do plantio, não foi suficiente para aumentar a produção de frutos, concordando com o que já havia sido observado por ZANETTE (1977). A presença de satisfatórios teores foliares de cálcio, em ambos os tratamentos, indicou que haviam teores suficientes deste elemento no solo para suprir as necessidades da planta, tanto no ano de 1995, quanto em 1996.

Os tratamentos 1 e 2, com baixa produção e crescimento lento das plantas, apresentaram teores foliares de nutrientes, na sua maioria, considerados satisfatórios. Assim, deduz-se que os teores foliares de nutrientes, observados isoladamente, não permitem fundamentar recomendações de adubação em pomar novo de tangerineiras 'Montenegrina'. Desta forma, torna-se necessário levar em consideração outros parâmetros conjuntamente, como a análise do solo e as quantidades de nutrientes exportados pela colheita de frutos.

#### **4.4.2. Peso e número total de frutos de primeira, segunda, terceira e primeira + segunda produzidos por planta.**

Nas Tabelas 16 e 17, encontram-se as produções com peso e número de frutos totais das safras, nos anos de 1991 a 1995, classificados nas categorias de primeira, segunda e terceira, além da produção resultante do



somatório da primeira e segunda categoria. As análises de variância estão no Apêndice 8.

TABELA 16 - Peso total de frutos de primeira, segunda, terceira e primeira + segunda categoria, produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de fontes e níveis de adubação. Somatório das safras de 1991 a 1995 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Peso total (em Kg/planta)			
	Primeira	Segunda	Terceira	1a + 2a
1. Testemunha	7,42 b	20,29 c	2,06 de	27,71 bc
2. pH 6,5 pré-plantio	4,93 b	17,08 c	1,08 e	22,01 c
3. Esterco de aves + calc.	5,62 b	35,96 ab	5,41 cd	41,58 a
4. Esterco bovino + calc.	14,45 a	25,59 bc	2,14 de	40,04 ab
5. N + K + calc.	4,95 b	37,87 a	10,12 b	42,82 a
6. N + K + calc. + P plantio	6,04 b	46,99 a	8,64 bc	53,03 a
7. N + P + K + calc.	3,97 b	44,91 a	9,98 b	48,88 a
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	6,65 b	46,60 a	14,22 a	53,25 a
9. N + P + K sem calc.	5,70 b	38,12 a	8,56 bc	43,82 a

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Pode-se observar, na Tabela 16, que na adubação com esterco de bovinos (tratamento 4), a reduzida produção de frutos de segunda foi compensada pela maior produção de frutos de primeira categoria, resultando em produção de frutos de primeira + segunda semelhantes significativamente aos demais tratamentos com adubação mineral e ao esterco de aves, e superiores aos tratamentos 1 e 2. Concomitantemente, houve uma redução significativa da produção de frutos de terceira categoria. Esta resposta deve ter ocorrido devido ao menor teor foliar de N (Tabela 10), principalmente em relação aos tratamentos com adubação mineral. Em consequência, deve ter

havido uma redução da intensidade de florescimento, aumentando a porcentagem de brotos florais com folhas, cujos frutos tendem a alcançar um tamanho final mais elevado do que os procedentes de brotos florais sem folhas, predominantes em plantas com intenso florescimento (FONFRIA et al., 1991). Estes fatores provavelmente tenham favorecido o incremento do tamanho e do peso médio dos frutos, de conformidade com as constatações feitas por MARODIN (1986), SCHWARZ (1989) e NIENOW (1989).

TABELA 17 - Número total de frutos de primeira, segunda, terceira, primeira + segunda e total produzidos por tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de fontes e níveis de adubação - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Número de frutos/planta				
	Primeira	Segunda	Terceira	1 <sup>a</sup> + 2 <sup>a</sup>	Total
1. Testemunha	61,7 b	215,5 b	32,9 de	277,2 cd	310,1 de
2. pH 6,5 pré-plantio	38,7 b	180,8 b	17,9 e	219,5 d	237,4 e
3. Esterco de aves + calc.	44,4 b	395,3 a	90,8 cd	439,7 ab	530,5 bc
4. Esterco bovino + calc.	110,7 a	269,7 b	30,6 de	380,4 bc	411,0 cd
5. N + K + calc.	41,2 b	426,5 a	167,7 b	467,7 ab	635,4 ab
6. N + K + calc. + P plantio	48,0 b	526,4 a	140,7 bc	574,4 a	715,1 ab
7. N + P + K + calc.	32,7 b	506,2 a	163,3 b	538,9 a	702,2 ab
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	52,5 b	526,7 a	239,8 a	579,2 a	819,0 a
9. N + P + K sem calc.	46,3 b	428,3 a	142,2 bc	474,6 ab	616,8 b

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

A reduzida produção de frutos de terceira categoria e o alto índice de frutos de melhor qualidade (primeira e segunda categoria), propiciados pela adubação com esterco de bovinos, são de grande interesse para o citricultor. O valor comercial dos frutos de primeira + segunda categoria chega a ser

quatro a cinco vezes superior ao dos frutos de terceira. Estes, por serem pequenos, oneram muito os custos da colheita. Além disso, é difícil encontrar mercado para frutos de terceira, de pequeno tamanho e, geralmente, mais ácidos. A diminuição da necessidade de raleio de frutos (Apêndice 3) diminuiu, também, o custo de produção, por economia de mão-de-obra.

O uso de maiores dosagens de esterco de bovinos ou a suplementação com N mineral poderão ser boas alternativas, visando aumentar a produção de frutos, desde que este aumento de N não altere muito a elevada proporção de frutos de primeira e segunda categorias.

Os tratamentos 3, 5, 6, 7, 8 e 9 apresentaram as maiores produções de frutos de segunda categoria, significativamente semelhantes entre si. Por outro lado, observando-se o Apêndice 3, verifica-se que, de modo geral, a quantidade de frutos raleados foi maior nestes tratamentos. Nas adubações minerais, também ocorreu maior produção de frutos de terceira categoria, em relação aos demais tratamentos, com destaque para o tratamento 8 (com dose dupla de P). Assim, observa-se que a maior produção total de frutos desse tratamento foi devida ao acentuado aumento da proporção de frutos de terceira, de má qualidade e indesejáveis comercialmente, devido ao menor preço pago ao produtor, conforme observações feitas também por SCHWARZ (1989).

Estas constatações demonstram que a intensidade de raleio de frutos deveria ter sido mais intensa, principalmente nos tratamentos com adubação mineral e com esterco de aves, o que poderia proporcionar menor quantidade de frutos de qualidade inferior, em benefício dos frutos de primeira e segunda categoria. No entanto, para FONFRIA et al. (1991) a técnica de raleio de frutos é pouco útil para aumentar o tamanho final dos frutos, visto que, para ser eficaz é necessário um raleio muito intenso, diminuindo notavelmente a



produção total de frutos. A antecipação da época de raleio de frutos poderia ser uma prática a ser adotada, pois segundo FONFRIA et al. (1991), é necessário que se realize esta prática o quanto antes possível, visando diminuir a competição dos frutos jovens por nutrientes e metabólitos. Para os referidos pesquisadores, a aplicação no outono/inverno, de auxinas e giberelinas, visando reduzir a floração, é uma prática mais eficiente para a obtenção de frutos maiores, uma vez que o tamanho final do fruto depende mais do número de flores produzidas do que da intensidade de raleio de frutos.

As adubações de manutenção com fósforo, nas doses simples (tratamento 7) e dupla (tratamento 8) não contribuíram para aumentar significativamente o número e o peso total dos frutos de primeira + segunda categorias, quando comparados ao tratamento 6, sem reposição anual com fósforo. Assim, em princípio, a adubação corretiva com fósforo pode ser considerada satisfatória, não havendo necessidades de adubações posteriores de manutenção com P, o que contribui para a diminuição dos custos de produção, a não ser que a continuidade dessa pesquisa indique o contrário.

#### **4.5. Considerações finais**

A presença de baixos valores de pH, em todos os tratamentos de adubação mineral, evidenciou que houve insuficiente reposição de calcário para a manutenção do pH próximo a 6,0, considerado ideal para as plantas cítricas, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995). Torna-se necessária a reposição anual de maiores quantidades de calcário dolomítico e que, provavelmente, terão influência na disponibilidade de elementos minerais no solo e, possivelmente, nos teores foliares de alguns nutrientes.

Em todos os tratamentos constatou-se a presença de teores foliares de zinco deficientes, segundo padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC (1995). Não foi possível determinar se isto afetou a produção de frutos, devido a falta de parâmetros para a comparação. Sugere-se para futuras pesquisas, a inclusão de tratamentos de adubação com zinco, objetivando relacionar os teores no solo e nas folhas, com a produção de frutos.

Em todos os tratamentos, nas cinco primeiras safras, a produção por planta foi baixa. O porta-enxerto *Poncirus trifoliata*, considerado de pouco vigor (KOLLER et al., 1985), possivelmente tenha contribuído para a pequena produção por planta. Constatações similares foram feitas por FIGUEIREDO et al. (1979), ALVARENGA et al. (1986), ZHUANG et al. (1993) e PANZENHAGEN et al. (1994). É preciso ressaltar, no entanto, que no cômputo da produção total estão incluídas as baixas produções obtidas na primeira safra (devido ao pequeno porte das plantas) e na quinta safra. Esta última, devida à alternância de produção, que reduziu a produção de frutos em todos os tratamentos.

A desuniformidade produtiva, verificada nas sucessivas safras, indica que trabalhos dessa natureza devem ser avaliados por um longo período de anos. Dessa forma, é possível que se obtenha dados mais conclusivos, permitindo que a influência específica de fontes e níveis de adubação do solo se sobressaia sobre outros fatores, como variações climáticas e a variabilidade natural no início da produção, característica comum da tangerineira 'Montenegrina', como também foi constatado por PORTELINHA (1995).

O presente trabalho revela a importância de se pesquisar diversas dosagens de adubação com N, específicas para a cv. Montenegrina, visando diminuir a necessidade de raleio e melhorar a qualidade final dos frutos, uma

vez que a intensidade de florescimento e produção são fortemente influenciados pelos teores foliares de N. Além disso, seria conveniente pesquisar a associação de adubações orgânicas e minerais.



## 5. CONCLUSÕES

1. Os teores foliares de nutrientes, isoladamente, não são indícios suficientes para fundamentar recomendações de adubação em pomares novos de tangerineira 'Montenegrina';

2. As adubações com N, P e K aumentaram os teores foliares de N e não se refletiram em aumento nos teores de P e K.

3. Adubações com N aumentaram o crescimento e a produção das plantas, mas proporcionaram maiores quantidades de frutos de terceira categoria;

4. A correção do solo com P, na instalação do pomar, foi suficiente para assegurar uma produção de frutos similar às obtidas pelas adubações de reposição anual deste nutriente, até oito anos após o plantio;

5. As adubações com sulfato de amônio diminuíram o pH do solo;

6. Nas adubações com esterco de aves, o crescimento das plantas e a produção de frutos foram, em geral, eqüivalentes aos obtidos pelas adubações minerais;

7. A adubação com esterco de bovinos diminuiu a produção total em relação às adubações minerais, mas aumentou a proporção de frutos de maior valor comercial;

8. As quantidades de adubos orgânicos usadas foram insuficientes para se eqüivalerem às adubações com sulfato de amônio, no suprimento de nitrogênio às tangerineiras.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, F. 1981. Nutritional imbalances and constraints to plant growth on acid soils. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.4, n.1, p.81-87.
- ADAMS, F. 1984. **Soil Acidity and Liming**. Madison: American Society of Agronomy. 380p. v.5: Crop response to lime in Southern United States.
- ALDRICH, D.G.; BUCHANAN, J.R. 1954. Soil phosphorus supply in healthy and phosphorus deficient orchards in Southern California. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Geneva, v.63, n.1, p.32-36.
- ALVARENGA, L.R.; BENDEZU, J.M.; TEIXEIRA, S.L.; GAMA, A.M.P. 1986. Comportamento da laranjeira 'Valência' (*Citrus Sinensis* (L.) Osb.) sobre 12 porta-enxertos em Porteirinha - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986. Brasília. *Anais...* Brasília: SBF. v.1, p. 153-159.
- ANDERSON, C.A. 1971. Effects of soil pH and calcium on yields and fruits quality of young Valencia oranges. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Winter Haven, v.84,p.4-11.
- ANDERSON, C.A. 1987. Fruits yields, tree size and mineral nutrition relationships in Valencia orange trees affected by liming. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.10, n.9, p.1907-1916.
- ANDROULAKIS, I.I.; LOUPASSAKI, M.H.; BEIDOU, F.; TZOMBANAKIS, I. 1992. The effect of NPK fertilizers on the yield and mineral contents of leaves and grapefruit. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7, 1992, Acireale. *Citriculture Proceedings...* Acireale: International Society of Citriculture. v.2, p. 624-627.
- ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S.J. 1995. Fósforo. In: GIANELLO, C; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 265p. Notas de aula da disciplina AGR 03 317 - Fertilidade do Solo.
- BASSO, C. 1976. **Avaliação do estado nutricional da laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* Osbeck), rendimento e qualidade dos frutos em um experimento de adubação e cinco pomares**. Porto Alegre. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1976.
- BASSO, C.; MIELNICZUK, J.; BOHNEN, H. 1983. Influência da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranjas Valência. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.1, p.17-21.



- BAUMGARTNER, J.G; SEMPIONATO, O.R.; GAVA, M.A.; TODAKA, F.K. 1994. Relações entre análises de solo e de folhas na avaliação do estado nutricional da laranjeira 'Pêra'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994. Salvador. **Anais...** Salvador: SBF. v.2, p.495-496.
- BIGGI, E. 1986. **Os citros**. Campinas: E. Biggi. 232p.
- BOHNEN, H. 1995. Micronutrientes. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 265p. Notas de aula da disciplina AGR 03-317 - Fertilidade do Solo.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. 1973. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul**. Recife: DNPA. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CAETANO, A.C. 1985. Adubação dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, n.6, p.458-464.
- CAMARGO, O.A. 1991. Reações e interações de micronutrientes no solo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p. 243-266.
- CANTARELLA, H.; QUÁGGIO, J.A.; BATAGLIA, O.C.; VAN RAIJ, B. 1994. Response of citrus NPK fertilization in a network of field trials in São Paulo state, Brazil. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7, 1992, Acireale. **Citriculture Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture. v.2, p. 607-612.
- CASTRO, P.R.C.; FERRAZ, L.C.C.B. 1982. Aspectos da fisiologia dos citros. In: CICLO DE PALESTRAS TÉCNICAS SOBRE CITRICULTURA, 4, 1980/1982, Limeira. **Anais...** Cordeirópolis: Instituto Agrônomo, p.115-117.
- CHAPMAN, H.D. 1960. **Leaf and soil analysis in citrus orchards**. Berkeley: University of Califórnia. Division of Agricultural Science. 53p.
- CHAPMAN, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.) **The citrus industry**. Berkeley: Universidad of Califórnia. v.2, p.127-289.
- CHAPMAN, J.C. 1982. The effect of potassium and nitrogen fertilizers on the yield, fruit quality and leaf analysis of Imperial mandarins. **Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Port Melbourne, v.22, n. 117, p.331-336.
- COHEN, A. 1983. **Fertilización de los cítricos**. Berna: Instituto Internacional de la Potassa. 48p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC. 1995. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul, 1994. p. 1-224.



- CRUZ, L.S.P.; RODRIGUEZ, O.; IGUE, T. 1969. Efeito da adubação orgânica comparada com adubação mineral na formação de um pomar cítrico. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.21, n.2, p.361-362
- DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. 1994. *Citrus*. Wallingford: CABI. 254p. (Crop production science in horticulture, 2).
- DAVITADZE, M.M. 1991. Effect of liming on the productivity of young lemon orchards and fruit biochemical indices. *Subtropicheskie Kultury*, Russian, v.1, n.4, p.92-95.
- DECHEN, A.R.; RODRIGUEZ, O.; HIROCE, R.; VAN RAIJ, B.; TEÓFILO SOBRINHO, J. 1981. Efeito de 27 anos de adubação da laranjeira Baianinha com NPK, nos teores de K, Ca e Mg no solo e nas folhas e na produção de frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981, Recife. *Anais... Recife: SBF*. v.2, p.607-617.
- DELHOM, M.J.; MILLO, E.P. 1989. *Influência de las hormonas en el cuajado del fruto de los agrios*. Valencia: Conselleria d'Agricultura i Pesca. 95p.
- DONADIO, L.C.; VITTI, G.C.; BANZATTO, D.A.; CABRITA, I.R.M. 1987. Efeito da adubação na produção da laranjeira 'Natal'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987. Campinas. *Anais... Campinas: SBF*. v.1, p.315-318.
- DU PLESSIS, S.F.; KOEN, T.J. 1984. Effect of nutrition on fruit size of citrus. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1984, São Paulo. *Citriculture Proceedings... São Paulo: International Society of Citriculture*. v.1, p.148-150.
- DU PLESSIS, S.F.; KOEN, T.J. 1988. The effect of N and K fertilization on yield and fruit size of Valência. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6, 1988, Tel Aviv. *Citriculture Proceedings... Israel: International Society of Citriculture*. v.2, p.663-672.
- EMBLETON, T.W. 1975. Plant nutrition and citrus fruit crop quality and yield. *Hortscience*, St. Joseph, v.10, n.1, p.48-50.
- EMBLETON, T.W.; REITZ, H.J.; JONES, W.W. 1973. Citrus fertilization. In: REUTHER, W. (Ed.) *The citrus industry*. Berkeley: University of California. v.3, p.122-182.
- ESPIRITO SANTO, F.R.C. do. 1988. *Distribuição de óxidos de ferro em um catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 141f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1988.
- FERRI, M.G. 1985. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. 2.ed. São Paulo, EPU, v.1, p.77-114.

- FIGUEIREDO, J.O.; POMPEU Jr. J.; RODRIGUEZ, O.; CAETANO, A.A.; SANTOS, R.R.; CIONE, J.; ABRAMIDES, E. 1979. Competição de dez porta-enxertos para a mexeriqueira-do-rio (*Citrus deliciosa* Tenore). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, 1979, Pelotas. Anais... Pelotas: SBF. p.442-453.
- FONFRIA, M.A.; ORENGA, V.A.; MÁS, J.P. 1991. Tratamientos para aumentar el tamaño del fruto en los agrios. Valencia: Conselleria D'Agricultura i Pesca. 21p.
- GOEPFERT, C.F.; SALDANHA, E.L.S.; PORTO, O M. 1987. Resposta da laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* Osb.) a níveis de fertilizantes, médias de oito safras. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.23, n.2, p.203-215.
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. 1994. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. Laranja. Cordeirópolis, 3.ed. 27p.
- GUEDES, R.M.M. 1985. Enxofre na água da chuva e enxofre atmosférico na região metropolitana de Porto Alegre (RS), Brasil. Porto Alegre, 117f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1985.
- HADAS, A.; HAGIN, J. 1972. Boron adsorption by soils as influenced by potassium. *Soil Science*, Baltimore, v.113, n.3, p.189-193.
- HIROCE, R.; POMPEU Jr.; FIGUEIREDO, J.O. 1981. Efeito de dez porta-enxertos na composição mineral das folhas da laranja 'Valência'. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981. Recife. Anais... Recife: EMBRAPA-DDT/CNPq. v.2, p.626-633.
- HUME, L.J.; HEALVY, W.B.; TAMA, K.; HOSKING, W.J.; MANARANGI, A.; REYNOLDS, J. 1985. Responses of citrus (*Citrus sinensis*) to nitrogen-phosphorus-potassium (NPK) fertilizer on 2 soils of Raratonga, Cook Islands. 2. Effects of NPK fertilizer rate, soil properties, and leaf nutrient levels on yield and tree size. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v.28, n.4, p.487-495.
- IBGE. 1994. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, v.54, p.1-1 a 8-32.
- INTRIGLILO, F.; FISICHELLA, G.; TROPEA, M.; SAMBUCCO, G.; GIUFFRIDA, A.; FRAGOSO, M.A.C.; BEUSICHEM, M.L. Van. 1993. Influence of nitrogen nutrition on nutritional status and yield of Navelina orange. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM FOR THE OPTIMIZATION OF PLANT NUTRITION, 8, 1993. Lisboa. Optimization of plant nutrition. Lisboa. p.439-444.
- KAMINSKI, J. 1989. Acidez do solo e a fisiologia das plantas. In: SEMINÁRIO SOBRE ACIDEZ DO SOLO, 2, 1989, Santa Maria: Santa Maria, Ed. UFSM, p. 39-61.
- KAMPFER, M.; UEXKULL, H.R. Von. 1966. Nuevos conocimientos sobre la fertilización de cítricos. 3. ed. Hanover: Verlags Gesellschaft fur Ackerbau mbH.



- KIEHL, E.J. 1985. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 492 p.
- KÖEPPEN, W. 1948. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Econômica. 478p.
- KOLLER, O.C. ; SCHWARZ, S.F. 1995. Adubação do tangor 'Murcott' com fósforo e potássio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.33-36.
- KOLLER, O.C. 1994. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rígel. 446p.
- KOLLER, O.C.; BOEIRA, R.C.; SCHWARZ, S.F.; BERGAMIN, F.N.; BARRADAS, C.I.N. 1985. Resposta da laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) a três porta-enxertos e seis espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.7, p.39-57.
- KOO, R.C.J.1983. Nutrição e adubação dos citros. In: MOREIRA, C.S.; MALAVOLTA, E.; RODRIGUEZ, O.; SANCHEZ, A.C.; KOO, R.L. **Nutrição mineral e adubação dos citros**. 4. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato. p. 99-122 (Boletim técnico, 5).
- KOSEOGLU, A.T.; ERYUCE, N.; COLAKOGLU, H.; GERASOPOULOS, D.; OLYMPIOS, C.; PASSAM, H. 1995. The effects on N,P,K fertilizers on fruit yield and quality of satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marc.). **Acta Horticulturae**, Chania, Greece. v.6, n.379, p.89-96.
- LOVATT, C.J.; SAGEE, O.; ALI, A.G.; ZHENG, Y.; PROTACIO, C.M. 1992. Influência do nitrogênio, carboidratos e reguladores de crescimento de plantas no florescimento, frutificação e produção de citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 2, 1992. Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, p. 27-42.
- MAGALHÃES, A.F.J. 1987. Influência da adubação na composição mineral do solo, nas folhas e produção da laranjeira 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.9, n.3, p.31-37.
- MAGALHÃES, A.F.J.; CUNHA SOBRINHO, A.P. da. 1983. Efeitos de nutrientes sobre o desenvolvimento da laranja 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.5, p.47-53.
- MALAVOLTA, E. 1983. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: MOREIRA, C.S.; MALAVOLTA, E.; RODRIGUEZ, O.; SANCHES, A.C.; KOO, R.C.J. **Nutrição mineral e adubação dos citros**. 4. ed. Piracicaba: Instituto de Potassa & Fosfato, p.13-71 (Boletim Técnico, 5).
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. 1989. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 153 p.
- MARODIN, G.A.B. 1986. **Raleio químico e manual de frutinhas em tangerineira (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina**. Porto Alegre, 124f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1986.



- MEURER, E.J. 1995. Potássio. In: GIANELLO, C; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 265p. Notas de aula da disciplina AGR 03 317 - Fertilidade do Solo.
- MORAES, F.R.P.; GALLO, J.R.; IGUE, T.; FIGUEIREDO, J.I. 1979. Efeito de fertilizantes acidificadores sobre a concentração de alumínio e manganês em folhas e raízes de cafeeiro. *Bragantia*, Campinas, v.38, n.2, p.7-17.
- MOREIRA, S.; FRAGA, J.C.G.; ROESING, C. 1963. Adubação da laranjeira: Efeitos de N,P,K e esterco sobre a produção. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.15, n.3, p.224-225.
- MORENO, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. 42p.
- MORIN, C. 1983. **Cultivo de cítricos**. Lima: IICA. 598p., cap. 7: Nutrición de los cítricos.
- MOTA, F.S.; BEIRDORF, M.I.C.; GARCEZ, J.R.B. 1971. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina: normais agroclimáticos**. Porto Alegre: Ministério da Agricultura. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul. v.1. (Circular, 50).
- NIENOW, A.A. 1989. **Efeito de intensidades e épocas de raleio manual de frutinhas sobre a alternância de produção de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore)**. Porto Alegre, 120f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1989.
- OKADA, N.; OOSHIRO, A.; ISHIDA, T. 1994. Effect of the level of fertilizer application on the nutrient status of satsuma mandarin trees. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7, 1992, Acireale. *Citriculture Proceedings...* Acireale: International Society of Citriculture. v.2, p.575-579.
- PANZENHAGEN, N.V.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F.; SILVEIRA, D.F. 1994. Produção da tangerineira 'Montenegrina' propagada por enxertia sobre diversos porta-enxertos e por estaquia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. *Anais...* Salvador: SBF. v.2, p.415-416.
- PAREDES, F.L.; MILLO, E.P.; 1988. **Normas para la fertilización de los agrios**. Valência: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrárias. 29p. (Fullets divulgación, 5).
- PINTO SOBRINHO, A.; WEBER, O.B.; PASSOS, O.S. 1991. Porta-enxertos e nutrição mineral de citros no Brasil-1. *Informativo Coopercitros*, Bebedouro, n.52, p.18-19.
- PORTELINHA, N.V. 1995. **Sistemas de manejo do solo em pomar novo de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore)**. Porto Alegre, 117f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.

- QUAGGIO, J.A. 1985. Calagem para os citros. *Laranja*, Cordeirópolis, n.6, p. 167-178.
- QUAGGIO, J.A. 1991. **Respostas da laranjeira 'Valência' sobre o limoeiro 'Cravo' à calagem e ao equilíbrio de bases num latossolo vermelho-escuro, textura argilosa.** Piracicaba, 107f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade de São Paulo. 1991.
- QUAGGIO, J.A.; TEÓFILO, S.; DECHEN, A.R. 1994. Magnesium influences on fruit yield and quality of Valencia sweet orange on Rangpur lime. In: **INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS**, 7, 1992, Acireale. **Citriculture Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture. v.2, p.633-637.
- REESE, R.L.; KOO, R.C.J. 1975. N and K fertilization effects on leaf analysis, tree size and yield of three major Florida orange cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.100, n.2, p.195-198.
- RODRIGUEZ, O. 1980. Nutrição e adubação dos citros. In: **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill. v.2, p.387-428.
- RODRIGUEZ, O. 1987. Nutrição dos citros - contribuições da pesquisa no IAC. *Laranja*, Cordeirópolis, v.2, n.8, p.481-495.
- RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr.J.; AMARO, A.A. 1991. **Citricultura Brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill. v.1.
- SAROOSHI, R.; WEIR, R.G.; BARCHIA, I.M. 1994. Soil pH, extractable phosphorus, and exchangeable cations affected by rates of fertilizer nitrogen, phosphorus and potassium applied over several years to Valencia orange trees. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, New South Wales, v. 34, n. 3, p. 419-425.
- SCHWARZ, S.F. 1989. **Influência do raleio manual de frutinhas sobre a produção de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore).** Porto Alegre, 106f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1989.
- SIQUEIRA, O.J.F.; SCHERER, E.E; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A.; ERNANI, P.R. 1987. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT. 100p.
- SMITH, P.F. 1966. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F. (ed.) **Fruit Nutrition**. New Brunswick: Horticultural Publications Rutgers, p.174-207.
- SOUZA, P.V.D.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F.; BARRADAS, C.I.N. 1993. Influência de concentrações de etefon e pressões de pulverização foliar sobre a produção de frutos e o teor de substâncias de reserva em tangerineiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p.613-619.
- TEDESCO, M.J. 1976. **Princípios básicos de fertilidade do solo.** Porto Alegre: UFRGS. Faculdade de Agronomia. 196p.



- TEDESCO, M.J. 1995. Nitrogênio. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 265p. Notas de aula da disciplina AGR 03-317 - Fertilidade do Solo.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS S.J. 1995. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 174p. (Boletim técnico de solos, 5).
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. 1985. **Soil Fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: Macmillan. 754p.
- VAN RAIJ, B. 1991. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 343p.
- VANNIERE, J.; MARCHAL, J. 1992. Rootstock on nutrition trials on clementina in Corsica. III- The effect of mineral nutrition on the mineral composition of leaves of clementina SRA 63. *Fruits*, Paris, v.47, n.1, p.45-49.
- VOLKWEISS, S.J. 1989. Química da acidez dos solos. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2, 1989, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Ed. UFSM. p.7-38.
- VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J. 1984. **A calagem dos solos ácidos: prática e benefícios**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 28p. (Boletim técnico de solos,1).
- ZANETTE, F. 1977. **Efeito do calcário e dos nutrientes N, P e K, na adubação, sobre o crescimento e a produção da laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* Osbeck)**. Porto Alegre. 57f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1977.
- ZANETTE, F.; KOLLER, O.C. 1979. Influência da supressão alternada dos nutrientes N, P, K e da calagem, na adubação, sobre a concentração foliar de Mn em laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* Osbeck). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, 1979, Pelotas. *Anais...* Pelotas: SBF. v.1, p.54-60.
- ZHUANG, Y.M.; WANG, R.J.; XIE, Z.N.; CHEN, L.X.; XU, W.B. 1993. Effects of rootstock on the growth, fruiting and leaf mineral content of Ponkan mandarin. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.3, n.20, p.209-215.



## 7. APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Resultados das análises de solo efetuadas em cada tratamento na profundidade de 15 a 30cm, em março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	pH	P (ppm)	K (ppm)	M.O. (%)	Al (me/dl)	Ca (me/dl)	Mg (me/dl)
1.Testemunha	5,22 b	3,00 d	86,00 d	1,62 a	0,45 c	2,50 bc	1,25 bc
2.pH 6,5 pré-plantio	5,97a	5,25 cd	100,25 d	1,67 a	0,08 d	3,22a	1,65 a
3.Esterco de aves + calc.	5,30 b	14,50 c	202,50 b	1,62 a	0,25 cd	2,47 bc	1,32 b
4.Esterco bovino + calc.	5,45 b	2,00 d	133,50 c	1,70 a	0,18 cd	3,00a	1,07 cd
5.N + K + calc.	4,62 c	2,50 d	251,25 a	1,62 a	0,47 c	2,60 b	1,00 d
6.N + K + calc.+ P plantio	4,30 d	3,75 d	197,50 b	1,70 a	1,17ab	2,45 bc	0,67 e
7.N + P + K + calc.	4,32 d	41,00 b	176,25 b	1,72 a	1,15ab	2,20 cd	0,95 d
8.N + P <sub>2</sub> + K + calc.	4,27 d	85,25a	175,50 b	1,75 a	1,35a	2,20 cd	0,97 d
9.N + P + K sem calc.	4,35 d	33,00 b	189,50 b	1,70 a	0,97 b	1,85 d	0,72 e

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Tratamentos	S (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
1.Testemunha	8,12 e	0,50 de	1,97 bc	0,62 b	36,75 d	0,14 a
2.pH 6,5 pré-plantio	5,62 e	0,35 e	1,70 d	0,60 bc	18,50 d	0,13 a
3.Esterco de aves + calc.	18,62 d	0,87 abc	1,85 cd	0,62 b	30,50 d	0,14 a
4.Esterco bovino + calc.	8,35 e	0,72 bcd	2,22 a	0,82 a	29,25 d	0,15 a
5.N + K + calc.	38,10 b	0,47 de	1,95 bc	0,47 c	87,00 b	0,13 a
6.N + K + calc.+ P plantio	48,25 a	0,92 ab	2,07 ab	0,55 bc	108,50 a	0,14 a
7.N + P + K + calc.	42,70 ab	1,02 a	2,22 a	0,62 b	109,75 a	0,14 a
8.N + P <sub>2</sub> + K + calc.	37,37 bc	0,55 cde	2,15 ab	0,62 b	59,50 c	0,14 a
9.N + P + K sem calc.	31,87 c	0,70 bcd	2,07 ab	0,60 bc	118,0 a	0,14 a

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro

APÊNDICE 2 - Resultados das análises de solo efetuadas em cada tratamento na profundidade de 30 a 45cm, em março de 1996 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	pH	P (ppm)	K (ppm)	M.O. (%)	Al (me/dl)	Ca (me/dl)	Mg (me/dl)
1. Testemunha	5,10 ab	3,25 cd	118,00 de	1,60 ab	1,10 bc	2,57 c	1,50 a
2. pH 6,5 pré-plantio	5,25 a	4,00 c	112,00 e	1,60 ab	1,02 bc	2,27 d	1,47 ab
3. Esterco de aves + calc.	4,87 b	10,00 b	149,50 cd	1,60 ab	0,90 c	2,60 c	1,45 ab
4. Esterco bovino + calc.	5,15 ab	2,50 cd	124,00 de	1,62 ab	0,90 c	2,92 ab	1,30 abc
5. N + K + calc.	4,55 c	1,50 d	189,50 b	1,60 ab	1,15 b	3,20 a	1,40 abc
6. N + K + calc. + P plantio	4,40 c	2,25 cd	237,00 a	1,55 b	1,25 b	3,05 a	1,17 c
7. N + P + K + calc.	4,42 c	8,50 b	185,00 bc	1,67 a	1,37 a	2,62 c	1,47 ab
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	4,45 c	21,00 a	183,00 bc	1,67 a	1,38 a	2,67 bc	1,22 bc
9. N + P + K sem calc.	4,42 c	8,50 b	177,70 bc	1,67 a	1,40 a	2,70 bc	1,30 abc

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro

Tratamentos	S (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)
1. Testemunha	10,12 a	0,20 b	1,90 bcd	0,62 b	13,00 cd	0,11 a
2. pH 6,5 pré-plantio	8,27 b	0,17 b	1,67 d	0,62 b	9,00 d	0,11 a
3. Esterco de aves + calc.	17,50 b	0,32 a	1,87 bcd	0,62 b	15,50 cd	0,11 a
4. Esterco bovino + calc.	11,00 b	0,22 b	2,25 a	0,77 a	10,50 d	0,12 a
5. N + K + calc.	54,52 a	0,17 b	1,80 cd	0,65 ab	18,50 cd	0,11 a
6. N + K + calc. + P plantio	51,52 a	0,27 ab	2,10 ab	0,60 b	49,25 a	0,11 a
7. N + P + K + calc.	55,70 a	0,27 a	2,12 ab	0,60 b	38,00 ab	0,11 a
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	48,60 a	0,27 ab	2,00 abc	0,72 ab	25,50 bc	0,11 a
9. N + P + K sem calc.	48,80 a	0,22 ab	2,12 ab	0,77 a	32,25 b	0,11 a

Médias seguidas da mesma letra (na coluna), não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro



APÊNDICE 3 - Número de frutos raleados em tangerineira 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), submetidas a fontes e níveis de adubação, nos anos de 1992 a 1995 - EEA/UFRGS.

Tratamentos	Número de frutos raleados/ planta				Total
	1992	1993	1994	1995	
1. Testemunha	22,7	0,0	7,0	7,8	37,5
2. pH 6,5 pré-plantio	3,5	0,0	8,6	4,0	16,1
3. Esterco de aves + calc.	20,2	0,0	126,8	22,4	169,4
4. Esterco bovino + calc.	14,1	17,4	52,2	22,7	106,4
5. N + K + calc.	40,6	0,0	145,6	67,4	253,6
6. N + K + calc. + P plantio	35,5	109,8	112,3	179,7	437,3
7. N + P + K + calc.	29,4	124,6	113,1	173,6	440,7
8. N + P <sub>2</sub> + K + calc.	32,7	40,8	267,8	52,9	394,2
9. N + P + K sem calc.	8,7	121,2	155,3	168,5	453,7

APÊNDICE 4 - Resumo da análise de variância para o efeito de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) sobre os teores de pH, P, K, M.O., Al, Ca, Mg, S, Zn, Cu, B, Mn e Fe no solo, nos anos de 1995 e 1996. EEA/ UFRGS.

Causas da variação	G.L	Quadrado Médio						
		pH	P	K	M.O.	Al	Ca	Mg
Blocos	3	-	-	-	-	-	-	-
Tratamentos	8	6,225*	33518,722*	11329,718*	0,041*	2,491*	7,708*	2,454*
Resíduo (A)	24	0,049	1694,958	632,094	0,008	0,046	0,072	0,011
Parcelas	35	-	-	-	-	-	-	-
Anos	1	0,587*	30586,888*	56672,222*	1,901*	1,505*	4,109*	0,233*
Tratamentos x Anos	8	0,301*	5498,138*	4072,878*	0,023*	0,269*	0,329*	0,027*
Resíduo (B)	27	0,051	610,704	665,398	0,005	0,077	0,091	0,012
TOTAL	71	-	-	-	-	-	-	-
CV Parcela principal (%)	-	3,191	51,575	10,629	3,521	24,080	8,596	7,747
CV Subparcela (%)	-	4,593	43,782	15,423	3,883	44,432	13,689	11,601

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Causas da variação	G.L.	Quadrado Médio					
		S	Zn	Cu	B	Mn	Fe
Blocos	3	-	-	-	-	-	-
Tratamentos	8	1470,744*	40,939*	0,122*	0,022*	9971,920*	0,00069*
Resíduo (A)	24	21,198	1,780	0,027	0,005	217,739	0,00023
Parcelas	35	-	-	-	-	-	-
Anos	1	4552,170*	13,957*	0,211*	0,957*	50350,222*	0,01445*
Tratamentos x Anos	8	621,582*	13,705*	0,079*	0,009*	1720,441*	0,00072*
Resíduo (B)	27	22,753	0,891	0,014	0,006	93,157	0,00020
TOTAL	71	-	-	-	-	-	-
CV Parcela principal (%)	-	12,598	38,534	6,686	9,915	18,111	7,742
CV Subparcela (%)	-	18,458	38,543	6,862	15,229	16,753	10,047

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE 5 - Resumo da análise de variância para o efeito de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) sobre os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe e Mn nos anos de 1995 e 1996, e B em 1996 - EEA/UFRGS.

Causas da variação	G.L.	Quadrado Médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	-	-	-	-	-	-
Tratamentos	8	0,5668*	0,00765*	0,0569*	0,3040*	0,0089*	0,00100*
Resíduo (A)	24	0,0232	0,00024	0,0147	0,0420	0,0012	0,00022
Parcelas	35	-	-	-	-	-	-
Anos	1	0,8888*	0,03125*	4,3267*	5,3901*	0,0896*	0,01805*
Tratamentos x Anos	8	0,0195	0,00089*	0,0165	0,0398	0,0022*	0,00026*
Resíduo (B)	27	0,0120	0,00016	0,0100	0,0387	0,0007	0,00010
TOTAL	71	-	-	-	-	-	-
CV Parcela principal (%)	-	3,954	7,928	7,731	3,656	5,545	4,907
CV Subparcela (%)	-	4,026	9,113	9,009	4,968	5,985	4,602

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Causas da variação	G.L.	Quadrado Médio				
		Zn	Cu	Fe	Mn	B
Blocos	3	-	-	-	-	-
Tratamentos	8	3,5000*	8,3576*	1341,310*	188344,23*	492,125*
Resíduo (A)	24	1,0231	0,2048	213,062	409,510	22,662
Parcelas	35	-	-	-	-	-
Anos	1	18,0000*	10,1250*	81473,389*	319466,88*	-
Tratamentos x Anos	8	5,3750*	0,7812	543,576*	35780,795*	-
Resíduo (B)	27	0,7037	0,3750	160,481	394,472	-
TOTAL	71	-	-	-	-	-
CV Parcela principal (%)	-	6,758	6,419	8,613	8,182	7,018
CV Subparcela (%)	-	7,926	12,282	10,571	11,357	-

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.



APÊNDICE 6 - Resumo da análise de variância para o efeito de fontes e níveis de adubação sobre o perímetro do tronco das tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), nos anos de 1989 a 1996 - EEA/UFRGS.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado Médio
		Perímetro do tronco/planta
Blocos	3	-
Tratamentos	8	9,135*
Resíduo (A)	24	1,376
Parcelas	35	-
Anos	7	1328,219*
Tratamentos x Anos	56	0,983*
Resíduo (B)	189	0,155
TOTAL	287	-
CV Parcela Principal (%)	3,791	
CV Sub-parcela (%)	3,606	

\* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE 7 - Resumo da análise de variância para o efeito de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) sobre a produção de frutos, nos anos de 1991 a 1995 - EEA/UFRGS.

Causas da variação	G.L.	Quadrado Médio				
		Peso Total	Peso(kg) 1 <sup>a</sup> .	Peso(Kg) 2 <sup>a</sup> .	Peso(Kg) 3 <sup>a</sup> .	Peso(Kg) 1 <sup>a</sup> + 2 <sup>a</sup>
Blocos	3	-	-	-	-	-
Tratamentos	8	174,27*	7,67*	102,07*	16,15*	88,76*
Resíduo (A)	24	20,27	2,23	10,86	1,11	17,87
Parcelas	35	-	-	-	-	-
Anos	4	2452,68*	20,70*	1212,43*	116,62*	1466,93*
Tratamentos x Anos	32	50,49*	7,11*	33,40*	7,96*	35,73*
Resíduo (B)	108	26,31	1,60	15,76	2,13	16,34
TOTAL	179	-	-	-	-	-
CV Parcela principal (%)	-	20,77	50,31	21,16	33,99	22,95
CV Subparcela (%)	-	52,92	95,25	56,99	105,45	49,06

\*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

APÊNDICE 8 - Resumo da análise de variância para o efeito de fontes e níveis de adubação em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) sobre o número e peso dos frutos de primeira, segunda, terceira, 1<sup>a</sup> + 2<sup>a</sup>, e total. Somatório de cinco safras - EEA/ UFRGS.

Causas de Variação	GL	Quadrado médio				
		Número 1 <sup>a</sup>	Número 2 <sup>a</sup>	Número 3 <sup>a</sup>	Número 1 <sup>a</sup> + 2 <sup>a</sup>	Número total
Tratamentos	8	2150,38*	71154,15*	22976,48*	64043,47*	153494,18*
Blocos	3	1388,12	19332,93	5945,11	27161,02*	54043,40*
Resíduo	24	640,42	6695,97	1654,11	8957,41	13389,22
Total	35					
CV		47,82	21,19	35,67	21,55	20,92

\*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro

Causas de Variação	GL	Quadrado médio				
		Peso 1 <sup>a</sup>	Peso 2 <sup>a</sup>	Peso 3 <sup>a</sup>	Peso 1 <sup>a</sup> + 2 <sup>a</sup>	Peso total
Tratamentos	8	38,35*	510,35*	80,76*	457,12*	857,77*
Blocos	3	24,28	153,19	19,02*	257,39*	398,17*
Resíduo	24	11,14	54,29	5,53	85,66	102,99
Total	35					
CV		50,29	21,16	34,00	22,34	20,97

\*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.



APÊNDICE 9 - Interpretação geral dos resultados de análise do solo para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

Teor no solo	Determinações					
	pH Água	Matéria Orgânica % (m/v)	Cátions trocáveis			
			Ca	Mg	Ca + Mg	K
			-----cmol <sub>c</sub> /L-----			(mg/L)
Limitante	-	-	-	-	-	≤ 20
Muito Baixo	≤ 5,0	-	-	-	-	21-40
Baixo	5,1-5,5	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 0,5	≤ 2,5	41-60
Médio	5,6-6,0	2,6-5,0	2,1-4,0	0,6-1,0	2,6-5,0	61-80
Suficiente	-	-	-	-	-	81-120
Alto	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 1,0	> 5,0	> 120

Unidades: % (m/v) = relação massa/volume; cmol<sub>c</sub>/L (centimol de carga por litro de solo) = me/100 ml ou me/dL; mg/L (miligrama por litro de solo) = ppm (massa/volume).

APÊNDICE 10 - Interpretação dos resultados de fósforo "extraível" do solo para as principais culturas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

Faixas de teor de P no solo	Classes de Solo*					
	1	2	3	4	5	6
	-----mg/L-----					
Limitante	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	-
Muito Baixo	1,1 a 2,0	1,6 a 3,0	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	-
Baixo	2,1 a 4,0	3,1 a 6,0	4,1-9,0	6,1-12,0	8,1 a 16,0	≤ 3,0
Médio	4,1 a 6,0	6,1 a 9,0	9,1 a 14,0	12,1 a 18,0	16,1 a 24,0	3,1-6,0
Suficiente	> 6,0	> 9,0	> 14,0	> 18,0	> 24,0	> 6,0
Alto	> 8,0	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 30,0	-

\* Classe 1: > 55 % argila e/ou solos Erexim, Durox, Vacaria, Santo Ângelo, Aceguá, Pouso Redondo, Boa Vista, etc.

Classe 2: 41 a 55 % argila e/ou solos Passo Fundo franco-argiloso e argiloso, Estação, Ciriaco, Associação Ciriaco-Charmua, São Borja, Oásis, Vila, Farroupilha, Rancho Grande, Içara, etc.

Classe 3: 26 a 40% argila e/ou solos Passo Fundo franco-arenoso e arenoso, Júlio de Castilhos, São Jerônimo, Alto das Canas, São Gabriel, Canoinhas, Jacinto Machado, Lages, etc.

Classe 4: 11 a 25 % argila e/ou solos Cruz Alta, Tupanciretã, Rio Pardo, Camaquã, Bagé, Bexigoso, Pelotas, São Pedro, Santa Maria, Pinheiro Machado, etc.

Classe 5: ≤ 10 % argila e/ou solos Bom Retiro, Tuia, Vacacaí, etc.

Classe 6: solos alagados (arroz irrigado por inundação).

NOTA: considerar como Classe 2 os solos Ciriaco, Associação Ciriaco-Charmua, São Borja, Oásis, Vila, Farroupilha, etc., que apresentam elevado teor de silte.

APÊNDICE 11 - Interpretação dos resultados das determinações de enxofre, cobre, zinco e boro para os solos e condições do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

Teor no solo	Enxofre	Cobre	Zinco	Boro
	-----mg/L-----			
Baixo	< 2,0	< 0,15	< 0,20	< 0,1
Médio	2,0-5,0	0,15-0,40	0,20-0,50	0,1-0,3
Suficiente	> 5,0*	> 0,40	>0,50	>0,3

\* 10 mg/L para leguminosas e culturas mais exigentes em enxofre (brássicas, liliáceas, etc).



APÊNDICE 12 - Padrões de fertilidade para a interpretação de resultados de análise de solo para citros<sup>(1)</sup> (GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS, 1994).

Classes de teores	P resina	Potássio	Magnésio	Saturação por bases
	mg/dm <sup>3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3(2)</sup> -----		%
Muito baixo	< 6	< 0,8	-	< 26
Baixo	6-12	0,8-1,5	< 4	26-50
Médio	13-30	1,6-3,0	4-8	51-70
Alto	> 30	> 3,0	> 8	> 70

<sup>(1)</sup>Manter no mínimo, 10% da CTC com Mg<sup>2+</sup> e 40% com Ca<sup>2+</sup>

<sup>(2)</sup>Esta é a nova representação, pelo SI. Os resultados expressos em mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (milimol de carga por decímetro cúbico) são 10 vezes maiores do que os expressos em meq/100 cm<sup>3</sup>, usados anteriormente.

APÊNDICE 13 - Interpretação preliminar de resultados de análise de solo para enxofre e micronutrientes (GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS, 1994).

Classes de teores	S-SO <sub>4</sub>	B	Cu	Mn	Zn
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----				
Baixo	< 5	< 0,20	< 0,3	< 1,5	< 0,7
Médio	5-10	0,20-0,60	0,3-1,0	1,5-5,0	0,7-1,5
Alto	> 10	> 0,60	> 1,0	> 5,0	> 1,5

APÊNDICE 14 - Interpretação de resultados de análise foliar para citros (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC, 1995).

Faixa de Interpretação	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----% (m/m)-----					
Deficiente	< 2,0	< 0,09	< 0,7	< 1,5	< 0,20	< 0,14
Baixo	2,0-2,2	0,09-0,11	0,7-1,1	1,5-2,9	0,20-0,29	0,14-0,19
Satisfatório	2,3-2,7	0,12-0,16	1,2-1,7	3,0-4,5	0,30-0,49	0,20-0,39
Alto	2,8-3,0	0,17-0,29	1,8-2,3	4,6-6,9	0,50-0,70	0,40-0,60
Excessivo	> 3,0	> 0,29	> 2,3	> 6,9	> 0,70	> 0,60

Faixa de Interpretação	Micronutrientes					
	Zn	Fe	Mn	Mo	Cu	B
	-----mg/kg-----					
Deficiente	< 18	< 35	< 18	< 0,05	< 3,6	< 20
Baixo	18-24	35-49	18-24	0,05-0,09	3,6-4,9	20-35
Satisfatório	25-49	50-120	25-49	0,10-1,0	5-12	36-100
Alto	50-200	121-200	50-500	1,1-5,0	13-20	101-200
Excessivo	>200	>200	> 500	> 5,0	> 20	> 200

FONTE: Adaptado de CPACC (1990); m/m = massa/massa



APÊNDICE 15 - Faixas para interpretação de teores de macro e de micronutrientes nas folhas de citros, com 6 meses de idade, em ramos com frutos (GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS, 1994).

Nutrientes	Baixo	Adequado	Excessivo
		-----g/kg <sup>(1)</sup> -----	
N	< 23	23-27	>30
P	< 1,2	1,2-1,6	> 2,0
K	< 10	10-15	> 20
Ca	< 35	35-45	> 50
Mg	< 2,5	2,5-4,0	> 5,0
S	< 2,0	2,0-3,0	> 5,0
		-----mg/kg-----	
B	< 36	36-100	> 150
Cu <sup>(2)</sup>	< 4,1	4,1-10,0	> 15,0
Fe	< 50	50-120	> 200
Mn	< 35	35-50	> 100
Zn	< 35	35-50	> 100
Mo	< 0,1	0,1-1,0	> 2,0

<sup>(1)</sup> Esta é a nova representação, pelo SI. Os resultados em g/kg são 10 vezes maiores que os expressos em percentagem (%). Os valores expressos em ppm e em mg/kg são numericamente iguais.

<sup>(2)</sup> Para a variedade de laranja Westin, os teores adequados de Cu sugeridos são de 10-20 mg/kg.

## VITA

Nestor Valtir Panzenhagen, filho de Ricardo Basílio Panzenhagen e Jeny Lacy Klein Panzenhagen, nasceu em 02 de agosto de 1968, em Saporanga, Rio Grande do Sul.

Estudou na Escola Municipal Libório Wingert e Escola Estadual Willy Oscar Konrath, onde completou seus estudos de primeiro grau. De 1984 a 1986 estudou na Escola Estadual de Segundo Grau de Saporanga, formando-se como Auxiliar de Laboratório de Análises Químicas. Em março de 1988 ingressou na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, graduando-se como Engenheiro Agrônomo em janeiro de 1994. Em março do mesmo ano iniciou seus estudos de Mestrado em Fitotecnia, Área de Concentração Horticultura, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.