

Teor de nitrogênio e reservas nitrogenadas em folhas e ramos do ano de macieiras submetidas à adubação nitrogenada foliar

Gustavo Brunetto ^{1*}
Djalma Eugênio Schmitt ¹
Bruno Salvador Oliveira ¹
Vitor Gabriel Ambrosini ¹
Ângela Valéria Casali ²
Diniz Fronza ³
Danilo Rheinheimer dos Santos ³
Eduardo Giroto ⁴
George Wellington de Melo ⁵

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias
CEP 88034-000, Florianópolis – SC, Brasil

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, Brasil

³ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

⁴ Instituto Federal Rio Grande do Sul, Ibirubá – RS, Brasil

⁵ Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves – RS, Brasil

* Autor para correspondência
brunetto.gustavo@gmail.com

Submetido em 02/02/2012
Aceito para publicação em 27/06/2012

Resumo

As aplicações foliares de nitrogênio (N), quando necessárias, têm sido usadas para complementar a adubação de frutíferas via solo. Entretanto, informações sobre os efeitos da frequência, quantidade de N a ser aplicada, e a importância do aumento do teor de N e de suas reservas nas folhas e ramos do ano são escassas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de aplicações foliares de N no teor e nas reservas nitrogenadas das folhas e ramos do ano em macieiras. O estudo foi conduzido em um pomar de macieira (cultivar Eva), safra 2007/08, na área experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS, sobre um planossolo hidromórfico. Os tratamentos consistiram em 1 e 2 aplicações foliares de 0; 1,11; 2,23; 3,31; 4,41; e 5,51g de N planta⁻¹. Os resultados mostraram que as aplicações foliares de N proporcionaram aumento nos teores de N nas folhas inteiras, especialmente até o 8º dia após a aplicação, porém, não afetam o teor de N nos ramos do ano. A adubação nitrogenada por via foliar não aumentou o teor total de aminoácidos e proteínas nas folhas inteiras e nos ramos do ano.

Palavras-chave: Absorção de N; Adubação foliar; Aminoácidos; Distribuição de N; Proteínas

Abstract

Nitrogen content and nitrogen reserves in annual leaves and offshoots of apple trees undergoing foliar nitrogen fertilization. Foliar applications of nitrogen (N), when needed, have been used to supplement the fertilization of fruit trees through the soil. However, information on frequency effects, N amount to be applied, and the importance of increasing N content and N reserves in the leaves and offshoots are few. This paper aimed at evaluating the effect of foliar N applications on the N content and reserves in annual leaves and offshoots of apple trees. The study was carried out in an apple trees orchard (Eva cultivar), crop 2007/2008, in the experimental area of the Polytechnic College of Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), in the town of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, on a hydromorphic planosol. The treatments consisted of 1 and 2 foliar applications of 0; 1.11; 2.23; 3.31; 4.41; and 5.51g of N plant⁻¹. The results showed that foliar N applications resulted in increased N contents in the whole leaves, especially up to the 8th day after application, but they do not affect N content in the annual offshoots. Nitrogen fertilization via the leaves did not increase the total content of amino acids and proteins in the annual whole leaves and offshoots.

Key words: Amino acids; Leaf fertilization; N absorption; N distribution; Proteins

Introdução

No Estado do Rio Grande do Sul (RS), o cultivo da macieira é realizado, especialmente, nos Campos de Cima da Serra, onde predominam solos de textura média ou argilosa e com médio a alto teor de matéria orgânica, conferindo-lhes boa capacidade de suprimento de nitrogênio (N), pois essa é proporcional a mineralização da matéria orgânica lábil no solo. Porém, com o surgimento de cultivares menos exigentes em períodos de frio, responsáveis pela quebra de dormência, a macieira passou a ser cultivada em outras regiões do Estado, como na Depressão Central. Nesta região a implantação dos pomares é normalmente realizada em solos de textura mais arenosa e com baixo a médio teor de matéria orgânica, que, por consequência, apresentam baixa disponibilidade de N no solo, o que pode diminuir o crescimento vegetativo das macieiras e até a produção de frutos (MALAGUTI et al., 2006). Por isso, acredita-se que a aplicação de N via solo e/ou via foliar seja necessária, uma vez que esse nutriente pode estimular o crescimento das macieiras, aumentar a produção de frutos, porém doses elevadas podem afetar negativamente a qualidade dos frutos (BASSO; SUZUKI, 2002; DRAKE et al., 2002; PROENÇA et al., 2002; FALLAHI et al., 2006; NAVA, 2007).

A aplicação de N via foliar pode ser realizada para complementar a adubação do nutriente via solo. Parte do N aplicado que entra em contato com a folha

é absorvido, incorporado às estruturas carbonadas e transportado para os pontos de crescimento. No período de senescência das folhas, parte do N contido nas mesmas pode ser redistribuído para outros órgãos, como os ramos, onde pode ser acumulado na forma de compostos nitrogenados, como os aminoácidos e as proteínas (FALLAHI et al., 2002; MENGEL, 2002; TAGLIAVINI e TOSSELI, 2005). No ciclo subsequente, estes compostos podem ser remobilizados e utilizados no crescimento de tecidos jovens da planta (MANRU et al., 1990; TAGLIAVINI et al., 1997; ERNANI et al., 2000; TOSSELI et al., 2002; BRUNETTO et al., 2005; 2008). Entretanto, o aumento do teor total de N nas partes produzidas anualmente, como as folhas e outros órgãos de reserva como os ramos, está associado à dose do nutriente e à frequência de aplicação. Por isso, torna-se necessária a realização de ensaios experimentais para avaliar o efeito das aplicações na nutrição mineral das plantas de macieiras. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de aplicações foliares de N no seu teor e nas reservas nitrogenadas nas folhas e nos ramos do ano em macieiras.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em um pomar de macieira da cultivar Eva, plantado em 2005, localizado na área experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa

Maria, RS (Latitude 29°42'S, Longitude 53°49'W e 95m de altitude). A cultivar Eva foi enxertada sobre o porta-enxerto M7, plantadas em camaleão, com espaçamento entre plantas de 1,5m e entre linhas de 3m, totalizando 2.220 plantas por hectare, e conduzidas em sistema linear central. O solo foi classificado como Planossolo Hidromórfico (EMBRAPA, 2006) e antes da instalação do experimento apresentava os seguintes atributos, seguindo a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995): argila, 220g.kg⁻¹; matéria orgânica 31g.kg⁻¹; pH em água 5,7; Índice SMP 6,0; Ca trocável 7,2cmol_c.dm⁻³; Mg trocável 3,7cmol_c.dm⁻³; Al trocável 0,0cmol_c.dm⁻³; P disponível (extrator Mehlich-1) 50,2mg.dm⁻³ e K trocável (extrator Mehlich-1) 208mg.dm⁻³. O clima da região é o "Cfa", subtropical úmido, sendo os dados climáticos do período experimental apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Características climáticas da área experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no ano de 2008. Santa Maria, RS.

Mês	Temperatura do ar (°C)	Precipitação Pluviométrica (mm)	Dias com Precipitação (un.)	Umidade relativa do ar (%)	Insolação (horas)
Março	22,9	106,9	10	79	238,4
Abril	18,9	131,9	09	80	222,1

Os tratamentos consistiram nas doses 0 (água); 1,11; 2,23; 3,31; 4,41 e 5,51g de N por planta⁻¹, equivalente a 2,46; 4,95; 7,35; 9,10 e 12,23kg de N.ha⁻¹, aplicados uma e duas vezes. A primeira aplicação de N foi realizada aos 90 dias após a colheita de maçã (25/03/08) e a segunda oito dias após a primeira aplicação (02/04/08), com as mesmas doses de N. A ureia diluída em água foi utilizada como fonte de N e 300mL desta solução foi aplicada na parte aérea de cada planta (aproximadamente, 660L.ha⁻¹). Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador manual no intervalo entre oito e dez horas da manhã. O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, com três repetições e cinco plantas por parcela, sendo as três centrais avaliadas. As parcelas foram distribuídas ao longo da linha de plantio.

Nas macieiras submetidas a uma aplicação das doses de N, foram coletadas oito folhas completas (limbo + pecíolo) do terço médio dos ramos do ano, nos diferentes lados da planta após 1, 2 e 3 horas, e 1, 4, 8, 12, 16 e 20 dias depois da aplicação. Nas macieiras que receberam duas aplicações das doses de N foram coletadas oito folhas completas após 1, 2 e 3 horas, e 1, 4, 8, 12 e 16 dias depois da segunda aplicação. Posteriormente a cada coleta, as folhas foram lavadas com água destilada, para a remoção do N remanescente na superfície das mesmas, armazenadas e reservadas. Aos 20 dias após a primeira aplicação de N e aos 16 dias após a segunda aplicação foram coletados quatro ramos do ano de cada planta, nos diferentes lados da planta, armazenados e reservados.

As folhas e os ramos foram secos em estufa a 65°C até peso constante (aproximadamente 72 horas), moídos e preparados para a análise de N total, conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Parte das folhas e ramos coletados aos 20 e 16 dias após a primeira e a segunda aplicação de N, respectivamente, foram armazenadas sob temperatura de -15°C até o momento das análises de reserva. As amostras de folhas e ramos foram maceradas em gral de pedra ágata com o auxílio de N líquido e 500mg de cada amostra foram utilizados para as análises de aminoácidos e proteínas totais conforme metodologias descritas em Passos (1996). Foram utilizadas três repetições de cada amostra para as análises realizadas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o software SAS, versão 2008, as médias foram ajustadas usando equações de regressão.

Resultados e Discussão

De maneira geral, a aplicação foliar de doses de N aumentou os teores do nutriente nas folhas completas de macieira da cultivar Eva, coletadas nas diferentes épocas (Tabela 2). Com uma aplicação das doses crescentes de N, os melhores ajustes para o aumento do seu teor nas folhas foram obtidos quando elas foram coletadas em 3h e 8 dias depois da aplicação. Por outro lado, com

duas aplicações das doses de N, os melhores ajustes demonstrando o aumento dos teores de N nas folhas foram verificados quando as mesmas foram coletadas em 2 e 3h, e 1 dia após a aplicação. Essa tendência de maiores teores de N nas folhas coletadas nas primeiras horas depois da aplicação foliar do nutriente também foi observada por Sanches et al. (1990), em Fallahi et al. (2002) e Tosseli et al. (2002) em macieira, e por Brunetto et al. (2008), em plantas de videira. Isto pode ser atribuído à cutícula pouco espessa das folhas, a presença de grandes espaços intercelulares no tecido lacunoso e grande número de pêlos encontrados na face adaxial das folhas, que facilitam a retenção e posterior absorção do N nas primeiras horas após a aplicação (ROSECRANCE et al., 1998; ORBOVIC et al., 2001; BALDI et al., 2004). Além disso, a absorção do N nas primeiras horas após a aplicação pode acontecer com maior intensidade devido a alta capacidade da ureia em alterar a permeabilidade da membrana celular, aumentando a velocidade de absorção de nutriente (YAMADA et al., 1965; FREIRE

et al., 1981; NESTBY; TAGLIAVINI, 2005). Convém relatar que os teores de N nas folhas submetidas a duas aplicações foliares do nutriente apresentaram a tendência de serem maiores que os obtidos nas folhas com uma aplicação de N, tanto que, para a maioria das épocas de coleta foram obtidos os melhores ajustes entre as doses aplicadas e os teores de N nas folhas coletadas.

As folhas absorvem parte do N aplicado que é redistribuído para outras partes da planta, como relatado por Brunetto (2004) e Brunetto et al. (2005), em videira. No entanto, no presente estudo, não foi detectado aumento no teor de N nos ramos do ano com as doses de N aplicadas (Tabela 3). É possível que o N mobilizado e redistribuído das folhas pode ter sido acumulado em outros órgãos perenes da planta, como os ramos de mais de um ano, caule e raízes (FALLAHI et al., 2002; BRUNETTO et al., 2005). Além disso, parte do N aplicado pode ter sido perdido para a atmosfera por volatilização na forma de amônia, conforme relatado por Orbovic et al. (2001), ou ainda o N residual aderido

TABELA 2: Nitrogênio total nas folhas de macieira submetidas a aplicações foliares de nitrogênio. Santa Maria, RS. 2008.

Nitrogênio	Época de coleta das folhas após a aplicação de nitrogênio									Equação de regressão	R ²
	1 hora	2 horas	3 horas	1 dia	4 dias	8 dias	12 dias	16 dias	20 dias		
g.planta ⁻¹	Nitrogênio na folha inteira, g.kg ⁻¹										
	Uma aplicação foliar de N										
0	18,50 ¹	18,26 ²	18,36 ³	19,76 ^{ns}	17,03 ⁴	14,60 ⁵	17,13 ^{ns}	17,70 ⁶	20,00 ⁷	y = 20,604 – 1,3654x + 0,131x ²	0,26*
1,11	20,93	21,63	20,03	20,20	18,10	16,93	19,80	18,70	20,90	y = 23,556 – 1,7442x + 0,1534x ²	0,54*
2,23	21,86	21,43	21,00	21,33	18,30	16,86	17,76	19,60	20,90	y = 24,742 – 2,0607x + 0,1723x ²	0,59*
3,31	20,20	19,03	20,86	20,06	17,43	16,86	17,36	18,23	17,50	y = 21,247 – 0,7625x + 0,0373x ²	0,55*
4,41	19,70	20,63	20,53	18,40	19,16	17,40	18,30	18,30	18,80	y = 21,316 – 0,7877x + 0,052x ²	0,54*
5,51	20,63	22,00	20,76	21,43	17,43	16,53	17,33	18,80	19,90	y = 23,863 – 1,7228x + 0,1318x ²	0,48*
CV%	5,76	7,69	2,71	7,18	6,20	5,28	9,20	5,15	7,82		
	Duas aplicações foliares de N										
0	18,23 ⁸	17,00 ⁹	18,23 ¹⁰	17,86 ¹¹	16,90 ¹²	18,93 ¹³	17,80 ¹⁴	19,83 ¹⁵	-	y = 18,645 – 0,6594x + 0,0949x ²	0,47*
1,11	20,33	21,96	21,56	21,33	22,40	22,03	20,53	20,46	-	y = 19,616 + 1,1017x – 0,1274x ²	0,62*
2,23	19,53	21,40	22,26	20,86	20,30	20,50	21,40	21,10	-	y = 20,029 + 0,4293x – 0,0409x ²	0,09*
3,31	21,60	22,20	22,43	22,43	20,50	23,50	19,60	20,50	-	y = 21,212 + 0,6227x – 0,0949x ²	0,31*
4,41	19,90	22,56	23,40	22,53	21,96	21,60	18,30	19,16	-	y = 19,06 + 1,9264x – 0,257x ²	0,74*
5,51	21,23	21,80	22,00	24,23	23,10	22,10	21,30	22,30	-	y = 20,147 + 1,182x – 0,1258x ²	0,40*
CV%	6,53	7,39	7,36	5,84	9,21	7,94	7,61	5,89			

^{ns} = não significativo a 5% de erro; * = significativo a 5% de erro; (1) y = 19,128 + 1,2129x – 0,1948x² (R² = 0,37*); (2) y = 19,369 + 0,5779x – 0,0419x² (R² = 0,22*); (3) y = 18,559 + 1,3489x – 0,1817x² (R² = 0,89*); (4) y = 17,129 + 0,7493x – 0,1156x² (R² = 0,33*); (5) y = 14,929 + 1,3832x – 0,1988x² (R² = 0,81*); (6) y = 17,993 + 0,5505x – 0,0859x² (R² = 0,25*); (7) y = 20,756 – 0,7549x + 0,0892x² (R² = 0,22*); (8) y = 18,566 + 1,0079x – 0,1086x² (R² = 0,56*); (9) y = 17,763 + 2,7028x – 0,3650x² (R² = 0,81*); (10) y = 18,545 + 2,4584x – 0,3304x² (R² = 0,92*); (11) y = 18,501 + 1,4848x – 0,0951x² (R² = 0,87*); (12) y = 18,268 + 1,3858x – 0,1107x² (R² = 0,54*); (13) y = 19,328 + 1,621x – 0,2150x² (R² = 0,56*); (14) y = 18,730 + 0,8344x – 0,1086x² (R² = 0,15*); (15) y = 20,268 – 0,1678x + 0,0676x² (R² = 0,19*).

na parte externa das folhas pode ter sido lavado pela água das chuvas que aconteceram durante a condução do experimento (Tabela 1).

As doses de N aplicadas em uma e duas vezes não afetaram o acúmulo de aminoácidos e proteínas nas folhas e ramos do ano (Tabela 3), concordando com os dados obtidos de N total nestes dois órgãos (Tabela 2). De acordo com Xia e Cheng (2004), em videira, aproximadamente 60% do carbono que é mobilizado das reservas é convertido em proteínas e aminoácidos e o restante é consumido pelo metabolismo respiratório. Com isso, pode-se inferir que a absorção e a metabolização do N aplicado via foliar pode não ter alterado a síntese de novos aminoácidos e proteínas nas folhas e nos ramos do ano. Essa baixa resposta da aplicação de N nos níveis de aminoácidos e proteínas pode ser explicado pelo teor de matéria orgânica do solo que foi de 31 g.kg⁻¹ e pelas adições de fertilizantes nitrogenados no solo em anos anteriores, que podem ter aumentado a disponibilidade

de formas minerais do nutriente no solo, o que diminui a necessidade da aplicação de N via foliar.

Diante do exposto, o presente estudo mostrou que as aplicações foliares de N favoreceram o aumento do teor desse nutriente nas folhas completas, especialmente, até o oitavo dia após a aplicação, porém não afetaram o teor de N nos ramos do ano, nem proporcionou o aumento do teor total de aminoácidos e proteínas nas folhas inteiras e nos ramos do ano.

Agradecimentos

Aos bolsistas do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria e aos laboratoristas Volmir Scanagatta e Alexandre Mussnich (Laboratório de Análise de Solo e Tecido da Embrapa Uva e Vinho), pelo auxílio nas análises.

TABELA 3: Aminoácidos totais e proteínas totais nas folhas e nitrogênio total, aminoácido total e proteínas totais nos ramos do ano de macieiras submetidas a aplicações foliares de nitrogênio. Santa Maria, RS. 2008.

Nitrogênio	Folhas		Ramos do ano		
	Aminoácidos Totais	Proteínas Totais	Nitrogênio Total	Aminoácidos Totais	Proteínas Totais
g.planta ⁻¹	-----%-----		g.kg ⁻¹	-----%-----	
Uma aplicação foliar de N					
0	0,874 ^{ns}	0,147 ^{ns}	10,20 ^{ns}	1,528 ^{ns}	0,163 ^{ns}
1,11	0,877	0,130	8,53	1,498	0,160
2,23	0,900	0,140	8,60	1,755	0,167
3,31	0,901	0,159	8,53	1,464	0,161
4,41	0,870	0,152	8,13	1,375	0,163
5,51	0,949	0,150	8,86	1,565	0,163
CV,%	11,68	11,09	9,25	10,49	2,19
Duas aplicações foliares de N					
0	0,827 ^{ns}	0,194 ^{ns}	10,73 ^{ns}	1,172 ^{ns}	0,184 ^{ns}
1,11	0,885	0,195	9,43	1,150	0,155
2,23	0,831	0,191	11,00	1,352	0,150
3,31	0,805	0,252	9,60	1,492	0,184
4,41	0,870	0,246	10,83	1,163	0,175
5,51	0,837	0,233	9,86	1,365	0,162
CV,%	19,96	16,20	16,11	17,72	10,39

^{ns} = não significativo ao nível de 5% de erro.

Referências

- BALDI, E.; TOSELLI, M.; SCUDELLARI, D.; TAGLIAVINI, M. MARANGONI, B. La concimazione fogliare delle drupacee. **L'Informatore Agrario**, Verona, v. 21, p. 43-46, 2004.
- BASSO, C.; SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição da macieira. In: EPAGRI (Ed.). **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. 562 p.
- BRUNETTO, G. **Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado em plantas de videira**. 2004. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2004.
- BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; MELLO, G. W.; SANTOS, H. P.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; VIEIRA, R. C. B. Aplicação foliar de nitrogênio em videira: avaliação do teor na folha e das reservas nitrogenadas e de carboidratos nas gemas do ramo do ano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1119-1123, 2008.
- BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; GATIBONI, L. C.; URQUIAGA, S. Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado via foliar em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-114, 2005.
- DRAKE, S. R.; RAESE, J. T.; SMITH, T. J. Time of nitrogen application and its influence on golden delicious apple yield and fruit quality. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 25, n. 1, p. 143-157, 2002.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 374 p.
- ERNANI P. R.; DIAS, J.; BORGES, M. Aplicação de nitrogênio ao solo não afetou o rendimento de frutas de cultivares de macieira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 223-227, 2000.
- FALLAHI, E.; FALLAHI, B.; RETAMALES, J. B.; VALDÉS, C.; TABATABAEI, S. J. Prediction of apple fruit quality using preharvest mineral nutrients. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 721, p. 259-264, 2006.
- FALLAHI, E.; KHEMIRA, H.; RIGHETTI, T. L.; AZARENKO, A. N. Influence of foliar application of urea on tree growth, fruit quality, leaf minerals, and distribution of urea-derived nitrogen in apples. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 594, p. 603-610, 2002.
- FREIRE, M. F.; MONNERAT, P. H.; NOVÁIS, R. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição foliar: princípios e recomendações. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, p. 54-62, 1981.
- MALAGUTI, D.; ROMBOLA, A. D.; QUARTIERI, M.; LUCCHI, A.; INDERST, C.; MARANGONI, B.; TAGLIAVINI, M. Effects of the rate of nutrients by fertigation and broadcast application in 'gala' and 'fuji' apple. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 721, p.165-172, 2006.
- MANRU, G.; HUAIRUI, S.; HONGWEI, Z. A study on nitrogen nutrition of apple trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 274, p. 179-185, 1990.
- MENGEL, K. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 594, p. 33-47, 2002.
- NAVA, G. **Nutrição e rendimento da macieira em resposta às adubações nitrogenadas e potássica e o déficit hídrico**. 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo e Nutrição Mineral de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2007.
- NESTBY, R.; TAGLIAVINI, M. Foliar uptake and partitioning of urea-N by strawberry plants as affected by timing of supply and plant N status. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Asford, v. 80, n. 2, p 272-275, 2005.
- ORBOVIC, V.; ACHOR, D.; PETRACEK, P.; SYVERTSEN, J. P. Air temperature, humidity, and leaf age affect penetration of urea through grapefruit leaf cuticles. **HortScience**, Alexandria, v. 126, p. 44-50, 2001.
- PASSOS, L. P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 223 p.
- PROENÇA, M. M.; ERNANI, P. R.; DIAS, J. Rendimento e qualidade de frutos de macieira influenciados pela aplicação de N mineral em pomar com porta-enxerto anão. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 4, 2002, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. CD-ROM
- ROSECRANCE, R. C.; JOHNSON, R. S.; WEINBAUM, S. A. The effect of timing of post-harvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Asford, v. 73, p. 856-861, 1998.
- SANCHES, E. E.; RIGHETTI, T. L.; SUGAR, D.; LOMBARD, P. B. Response of "Comoce" pear trees to a postharvest urea spray. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Asford, v. 65, p. 541-546, 1990.
- TAGLIAVINI, M.; MILLARD, P.; QUARTIERI, M. Storage of foliar- absorbed nitrogen and remobilization for spring growth in young nectarine (*Prunus persica* var. nectarina) trees. **Tree Physiology**, Victoria, v. 18, 203-207, 1997.
- TAGLIAVINI, M.; TOSELLI, M. Foliar applications of nutrients. In: HILLEL, D. (Ed.). **Encyclopaedia of Soils in the Environment**. Oxford: Elsevier Ltd., 2005. p. 53-60.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise do solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5).
- TOSELLI, M.; TAGLIAVINI, M.; BRIS, K. L. E.; THALHERIMER, M.; PAOLI, N.; GIOACCHINI, P.; SCUDELLARI, D. Leaf uptake and tree partitioning of urea N affected by concentration and volume of sprayed solution and leaf age of apple trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 594, p. 591-594, 2002.
- XIA, G. H.; CHENG, L. L. Foliar urea application in the fall affects both nitrogen and carbon storage in young 'Concord' grapevines grown under a wide range of nitrogen supply. **HortScience**, Alexandria, v. 129, p. 653-659, 2004.
- YAMADA, Y.; JYUNG, W. H.; WITTEW, S. H.; BUKOVAC, M. J. The effects of urea on ion penetration through isolated cuticular membranes and ion uptake by leaf cells. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 87, p. 429-32, 1965.