

A APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO AO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS NÃO AFETOU O RENDIMENTO DE FRUTOS DE CULTIVARES DE MACIEIRA¹

APPLICATION OF NITROGEN TO THE SOIL IN DIFFERENT STAGES DID NOT AFFECT ON FRUIT YIELD OF APPLE CULTIVARS

Paulo Roberto Ernani² Jaques Dias³ Mário Borges³

RESUMO

Tanto o excesso quanto a deficiência de N causam efeitos negativos na produtividade e na qualidade dos frutos de macieira. Como a taxa de absorção de N pelas árvores de macieira é afetada pela demanda das mesmas, dentro da estação de crescimento, e pelo N disponível no solo, é importante conhecer a necessidade da adição suplementar desse nutriente e a melhor época para aplicá-lo. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da época de aplicação de N ao solo na produtividade de frutos de duas cultivares de macieira. Os experimentos, um para a Gala e outro para a Fuji, foram conduzidos de 1990 a 1996, em Vacaria, RS, num pomar plantado em 1988, na densidade de 1481 árvores ha⁻¹, sobre um Latossolo Bruno com 4,0% de matéria orgânica, 60% de argila e pH 6,9. Os tratamentos constaram de 50kg de N ha⁻¹ nos três primeiros anos, e 60kg de N ha⁻¹ nas outras três safras, aplicados no inchamento das gemas (IG), ou na queda de pétalas (QP), ou dividido 2/3 no IG + 1/3 na QP, ou 2/3 na QP + 1/3 trinta dias após. O N foi sempre aplicado sobre a superfície do solo, sem incorporação, numa faixa de 2,0m ao longo da fila de plantio. Houve também um tratamento sem a aplicação de N. A produtividade média anual de frutos variou de 40 a 112t ha⁻¹ para a cultivar Gala e de 38 a 76t ha⁻¹ para a Fuji, e a produtividade média da Gala, no período, foi 35% superior à da Fuji. A aplicação de N ao solo, independentemente da época, não teve efeito na produtividade de frutos, no tamanho das brotações, na concentração de N nas folhas e no diâmetro do tronco das duas cultivares. Presume-se, portanto, que a quantidade de N liberada a partir da decomposição da matéria orgânica do solo foi suficiente para atender à demanda das plantas e permitir uma alta produtividade de frutos de macieira.

Palavras-chave: nutrição de macieiras, nitrogênio, Gala, Fuji.

SUMMARY

Excess or deficiency of N have deleterious effects on apple yield and fruit quality. Since the rate of N uptake by apple

trees depends on crop requirement within the season and on N available in the soil, it is important to know the need for supplemental N addition and the best application time. This study was carried out to evaluate the effect of timing of N application to the soil on fruit yield of apple cultivars. The experiments, one for 'Gala' and other for 'Fuji', were conducted from 1990 to 1996 in an orchard planted in 1988, with a density of 1481 trees ha⁻¹, in an Oxisol with pH of 6.9, 4.0% of organic matter, and 60% of clay. Nitrogen treatments (50kg ha⁻¹ year⁻¹ during the first three growing seasons, and 60kg ha⁻¹ year⁻¹ afterwards) were applied at bud break (BB), or at petal fall (PF), or split 2/3 at BB + 1/3 at PF, or 2/3 at PF + 1/3 thirty-days later, always broadcast over the soil surface, without incorporation, in a 2-m-wide strip in the planting row. There was also a treatment without N addition. Average annual fruit yield varied from 40 to 112t ha⁻¹ for 'Gala', and from 38 to 84t ha⁻¹ for 'Fuji', and in the entire period it was 35% greater for 'Gala' than for 'Fuji'. Application of N to the soil, regardless of timing, had no effect on fruit yield, on N content in the leaves, and on canopy growth of both cultivars, in any year evaluated. It was assumed that N released from soil organic matter decay was sufficient to promote normal growth and high fruit productivity for these two apple cultivars.

Key words: apple nutrition, nitrogen, 'Fuji', 'Gala'.

INTRODUÇÃO

O uso de Nitrogênio tem causado preocupações aos produtores e aos cientistas devido ao seu impacto na produção vegetal e no meio ambiente. Níveis adequados de N no solo são importantes para o desenvolvimento dos vegetais e para a produtividade, porém o excesso é prejudicial, pois pode contaminar o lençol freático devido à alta mobilidade desse nutriente no perfil do solo.

¹ Executado com recursos financeiros da Agropecuária Schio Ltda.

² Engenheiro Agrônomo, PhD., Núcleo Avançado de Pesquisa em Solos Ácidos (NAPSA), Universidade do Estado de Santa Catarina CP 281, Lages, SC. E-mail: prernani@cav.udesc.br. Pesquisador do CNPq.

³ Engenheiro Agrônomo, Agropecuária Schio Ltda..

A ausência de determinação de N em amostras de solo para fins de recomendação de adubação dificulta a quantificação da dose adequada de N a ser aplicada. Como o N promove um grande impacto visual na coloração e no desenvolvimento das plantas, os agricultores normalmente aplicam-no em excesso, principalmente em pomares (WEINBAUM *et al.*, 1992; TAGLIAVINI *et al.*, 1996), nos quais o custo dos fertilizantes representa pouco dentro do custo produtivo total.

A existência de um nível adequado de N é muito importante para a produtividade e a qualidade dos frutos de macieira (LORD *et al.*, 1981; BASSO & SUZUKI, 1992). A deficiência desse nutriente diminui o desenvolvimento das árvores (STILES, 1994; MILLAR & THOMSON, 1989) e a produção de frutos (STILES, 1994), enquanto que o excesso prejudica o desenvolvimento da coloração vermelha dos frutos e diminui a qualidade (STILES, 1994; RAESE *et al.*, 1997) e a capacidade de armazenagem dos mesmos, devido à ocorrência de várias desordens fisiológicas.

A maior demanda de N pelas árvores de macieira ocorre na primavera, durante a divisão celular, que acontece aproximadamente 45 dias após a plena floração. A aplicação de N nesse período estimula o desenvolvimento vegetativo e aumenta o tamanho dos frutos. Aplicações mais tardias podem interferir negativamente na coloração vermelha dos frutos. Em muitas regiões produtoras, o N é aplicado após a colheita dos frutos com o objetivo de aumentar as reservas das árvores (O'KENNEDY *et al.*, 1975), pois ele é retranslocado para as folhas e gemas na primavera seguinte (MILLARD & THOMSON, 1989).

A recomendação de N para a cultura da macieira nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina não especifica doses ou época de aplicação, porém, sugere que sejam considerados vários aspectos relacionados com as plantas, como vigor, produtividade, concentração de N nas folhas e sintomas de deficiência de N (COMISSÃO, 1995). BASSO & SUZUKI (1992) sugerem que o N seja aplicado em duas épocas, metade na primavera e metade após a colheita dos frutos. ERNANI *et al.* (1996) aplicaram N após a colheita dos frutos e não observaram nenhum efeito no desenvolvimento das árvores e na produção de frutos das cultivares Gala e Fuji.

Em função dos grandes efeitos do N sobre a produtividade e a qualidade dos frutos de macieira, das grandes flutuações em sua disponibilidade com a variação nas condições de solo e de clima, e da inexistência de métodos analíticos para avaliar a necessidade de aplicação, as doses adequadas a serem

aplicadas devem ser obtidas a partir de experimentos regionais de campo. O presente trabalho objetivou avaliar a resposta das cultivares Gala e Fuji à aplicação de N ao solo, em diferentes épocas, dentro da estação inicial de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em Vacaria, RS, de 1990 a 1996, e incluiu dois experimentos de campo, respectivamente para as cultivares Gala e Fuji. As áreas experimentais foram implantadas dentro de um pomar comercial, plantado em 1988, sobre porta-enxerto MM-106, na densidade de 1481 plantas por hectare (4,50m x 1,50m). Previamente ao plantio das mudas, o solo (Latosolo bruno) recebeu calcário e fertilizantes fosfatados e potássicos, e, após isso, a camada arável apresentou pH em água = 6,9, P (Mehlich-1) = 10mg kg⁻¹, K trocável = 180mg kg⁻¹, matéria orgânica = 4,0%, e argila = 60%.

Os tratamentos consistiram da aplicação anual de N em diferentes estádios de desenvolvimento vegetal. A dose de N (50kg ha⁻¹ nos três primeiros anos e 60kg ha⁻¹ nos demais) foi aplicada totalmente no inchamento das gemas (IG), ou na queda das pétalas (QP), ou parcelada 1/3 no IG + 2/3 na QP, ou 1/3 na QP + 2/3 no raleio dos frutos, 30 dias mais tarde. Usou-se também um tratamento sem N. Nas safras 91/92 e 93/94, a fonte de N foi o fertilizante Nitrocálcio (22% de N), e nas demais a uréia (45% de N), ambos aplicados sobre a superfície do solo, sem incorporação, numa faixa de 2,0m de largura acompanhando a fila de plantas. Os tratamentos começaram a ser aplicados na primavera de 1990 e a coleta dos dados a partir da safra 91/92. Usou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, e cada parcela foi formada por seis plantas, distribuídas ao longo da fila de plantio, das quais somente as quatro árvores centrais foram utilizadas para as determinações.

As áreas experimentais tiveram o mesmo sistema de manejo utilizado no pomar comercial, ou seja, aplicação de fertilizantes (exceto N), fungicidas, inseticidas, poda de inverno e de verão, raleio manual de frutos, e óleo mineral mais Hidrogênio Cianamida para estimular a quebra de dormência. Como a cobertura vegetal pode afetar a disponibilidade de N (MERWIN & STILES, 1994) e o desenvolvimento das árvores (BASSO & SUZUKI, 1992), uma faixa de 2m ao longo da fila foi mantida isenta de inóculos pela aplicação de herbicidas.

A produtividade de frutos foi avaliada, anualmente, pela pesagem de toda a produção da área útil de cada parcela. A concentração de N nas

folhas foi determinada em três anos (1992/93, 1993/94 e 1994/95), e a área transversal do tronco, o diâmetro dos frutos, e o comprimento da brotação anual, somente no final da última safra (1995/96).

Foram coletadas 40 folhas com pecíolo em cada unidade experimental, da parte central do ramo emitido no ano, no período que variou entre 110 a 125 dias após a plena floração. Elas foram secadas em estufa a 60°C, durante 4 dias, moídas, e digeridas com ácido sulfúrico e água oxigenada, a quente, sem mistura de digestão, conforme metodologia proposta por ADLER & WILCOX (1985). O N foi determinado por destilação em aparelho semi-micro-Kjeldahl. A área transversal do tronco foi medida na altura de 30cm acima da superfície do solo. O diâmetro de frutos e o comprimento das brotações emitidas no ano foram determinados em amostras de 200 frutos e de 50 ramos em cada unidade experimental.

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de frutos de macieira aumentou com a idade das árvores e variou entre anos e cultivares. A produção média anual variou de 40 a 112t ha⁻¹ para a Gala, e de 38 a 76t ha⁻¹ para a Fuji e, no total das cinco safras, a produtividade da Gala foi 35% maior do que a da Fuji (Tabela 1). Essas produtividades são muito maiores do que as observadas, anteriormente, em experimentos desenvolvidos na região sul do Brasil (PAVAN *et al.*, 1987; BASSO & SUZUKI, 1992; ERNANI *et al.*, 1997), e para a cultivar Gala podem ser explicadas, pelo menos em parte, pelo uso de árvores livres de vírus. As maiores produtividades médias de Gala e de Fuji foram obtidas, respectivamente, no quinto e no sexto ano após o plantio das árvores (Tabela 1).

A aplicação de N não influenciou o rendimento de frutos, independentemente da época de aplicação, parcelamento, cultivar ou ano (Tabela 1), apesar das altas produtividades obtidas, que em algumas safras foi superior a 100t ha⁻¹. Todo o N necessário para o desenvolvimento das árvores e para a produção de frutos foi, portanto, suprido pela matéria orgânica do solo. Nesse mesmo solo, ERNANI *et al.* (1997) estimaram que, aproximadamente, 110kg ha⁻¹ de N orgânico são mineralizados na camada de 0,3m de profundidade, durante o período que vai da primavera ao outono, e esses valores são bem inferiores aos 4mg kg⁻¹ semana⁻¹ obtidos por POTTKER & TEDESCO (1979). Essas quantidades são muito maiores do que a remoção anual

Tabela 1 - Produção de frutos das cultivares Gala e Fuji durante cinco safras em função da aplicação ou não de Nitrogênio¹ mineral em diferentes estágios de desenvolvimento durante a primavera. Média de quatro repetições.

Tratamento	Safras agrícolas					Média
	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	
----- t/ha -----						
Gala						
SEM N	43,7	75,1	120,4	94,0	105,1	87,7
IG	46,1	75,1	121,2	90,5	105,9	87,8
IG + QP	33,2	64,3	103,5	92,5	99,8	78,7
QP	41,0	64,4	111,5	84,6	95,3	79,4
QP + RA	35,0	66,6	105,9	90,8	94,9	78,6
Média	39,8 d	69,1 c	112,5 a	90,5 b	100,2 b	82,4
Fuji						
SEM N	38,8	61,1	54,8	67,3	84,4	61,3
IG	42,6	60,5	60,0	75,7	83,2	64,4
IG + QP	36,4	65,4	55,1	89,1	74,0	64,0
QP	35,0	58,0	51,3	66,4	60,7	54,3
QP + RA	36,9	61,0	62,8	69,5	77,1	61,5
Média	37,9 c	61,2 b	56,8 b	73,6 a	75,9a	61,1

¹ A partir da safra 90/91 até a safra 92/93, a dose de N aplicada foi de 50kg ha⁻¹; após, foi de 60kg ha⁻¹.

² SEM N = Sem a aplicação de N; IG = todo N aplicado no inchaço das gemas; QP = todo N aplicado na queda de pétalas; IG + QP = 2/3 do N aplicado no inchaço das gemas e 1/3 aplicado na queda de pétalas; QP + RA = 2/3 do N aplicado na queda de pétalas e 1/3 30 dias mais tarde, no raleio dos frutos.

³ Resultados dentro da linha, seguidos por letras diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Ausência de letras dentro da coluna significa inexistência de diferença estatística entre os tratamentos.

pela cultura da macieira, que é de aproximadamente 0,5kg t⁻¹ de frutos (WEINBAUM *et al.*, 1992). Além do N obtido pela mineralização da matéria orgânica do solo, há a contribuição do N presente nas folhas e ramos da própria macieira que vão para o solo no início do inverno, quando as árvores entram em dormência. DOU *et al.*, (1997) verificaram que a quantidade de N mineralizada a partir dos resíduos das árvores de citrus variou de 39 a 153kg ha⁻¹ ano⁻¹, em pomares localizados em solos arenosos da Flórida (USA).

Outros autores também não encontraram aumentos na produção de frutos de macieira, no extremo sul do Brasil, com aplicações de até 160kg ha⁻¹ ano⁻¹, na cultivar Golden Delicious (BASSO & SUZUKI, 1992); ou com aplicações de

até 60kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N nas cultivares Gala e Fuji, que haviam recebido 40kg ha⁻¹ de N na primavera (ERNANI *et al.*, 1996). Todos esses estudos, entretanto, foram conduzidos sobre o mesmo tipo de solo (Latosolo Bruno), mas as produtividades de frutos diferiram muito. Nos experimentos descritos acima, elas foram menores que 20 e 60t ha⁻¹, respectivamente, e no presente, a produtividade de frutos em alguns anos foi superior a 100t ha⁻¹ (Tabela 1), e mesmo assim não foi necessária a aplicação de fertilizantes nitrogenados.

A falta de resposta à aplicação de N pode também ter sido devido às temperaturas amenas que ocorrem no outono e no inverno no Sul do Brasil, relativamente a outros países produtores de maçã, e ao hábito perene das árvores de macieira. A temperatura favorece a mineralização da matéria orgânica e as plantas absorvem o N praticamente durante todo o ano, mesmo aquele liberado a partir do material senescente após a colheita. Isso diminui, ou mesmo evita a lixiviação, resultando no aumento da eficiência de uso do N nativo.

A aplicação de N, durante seis anos consecutivos, também não afetou a área transversal do tronco das árvores, o diâmetro dos frutos e o comprimento das brotações nas duas cultivares, independentemente da época de aplicação ou do parcelamento da adubação (Tabela 2).

A Fuji é uma cultivar de hábito mais vigoroso que a Gala, mas mesmo assim, as diferenças, na área transversal do tronco foram pequenas (Tabela 2), provavelmente devido ao uso de plantas livres de vírus na cultivar Gala. O comprimento dos ramos emitidos no ano, entretanto, foi maior na Fuji do que na Gala (Tabela 2). O diâmetro das frutas no período avaliado também foi semelhante entre as duas cultivares (Tabela 2), porém, como as frutas de Fuji são colhidas aproximadamente dois meses após as de Gala, os frutos maduros da Fuji são normalmente maiores que os da Gala.

A concentração de N nas folhas esteve na faixa normal e, basicamente, não foi afetada pela aplicação de N. A concentração de N variou de 20,6 a 28,5g kg⁻¹ para a Fuji, e de 21,1 a 24,9g kg⁻¹ para a Gala (Tabela 3), e a maioria deles enquadra-se dentro da faixa normal que varia de 20,0 a 25,0g kg⁻¹ (BASSO *et al.*, 1986). A concentração de N nas folhas da Gala não foi afetada pela aplicação de N em nenhuma safra, independentemente do parcelamento, e não diferiu entre os anos. Na Fuji, entretanto, a concentração de N nas folhas foi maior na safra 1994/95, relativamente aos demais anos, e os tratamentos com N causaram diferenças somente na safra 1993/94, onde o N aplicado na queda das pétalas promoveu os maiores valores e o tratamento sem N, os menores (Tabela 3).

Tabela 2 - Área transversal do tronco (AT) a 30 cm de altura, diâmetro dos frutos (DF) e comprimento dos ramos emitidos na estação de crescimento (CR) das cultivares Gala e Fuji, 120 dias após a plena floração, em função da aplicação ou não de Nitrogênio¹ mineral em diferentes estádios de desenvolvimento durante a primavera. Média de quatro repetições.

Tratamento	Gala			Fuji		
	AT	DF	CR	AT	DF	CR
SEM N	30,6	47,5	13,2	30,7	47,1	17,7
IG	29,8	47,9	12,3	30,6	46,6	20,7
IG + QP	30,0	48,4	12,6	33,0	46,7	17,5
QP	29,6	47,9	13,6	30,5	47,4	21,3
QP + RA	29,7	48,4	15,0	32,2	46,3	20,1
Média	29,9	48,0	13,3	31,4	46,8	19,5

¹ A partir da safra 90/91 até a safra 92/93, a dose de N aplicada foi de 50kg ha⁻¹; após, foi de 60kg ha⁻¹.

² SEM N = Sem a aplicação de N; IG = todo N aplicado no inchamento das gemas; QP = todo N aplicado na queda de pétalas; IG + QP = 2/3 do N aplicado no inchamento das gemas e 1/3 aplicado na queda de pétalas; QP + RA = 2/3 do N aplicado na queda de pétalas e 1/3 30 dias mais tarde, no raleio dos frutos.

³ Ausência de letras significa inexistência de diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Não foi possível determinar a melhor época para a aplicação de N nas cultivares Gala e Fuji, porque a produção de frutos e o vigor das árvores não foram afetados pela aplicação desse nutriente. LORD *et al.* (1981) também não observaram efeito de diferentes fontes de N, aplicados na floração ou trinta dias após, na produção, desenvolvimento das árvores, nutrição das folhas, Ca nos frutos, "bitter pit", "cork spot", e na degeneração interna da polpa da cultivar Sturdeespur Delicious.

CONCLUSÕES

A adição de 50 e, posteriormente, 60kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N ao solo não afetou o rendimento de frutos, a área transversal do tronco, o diâmetro dos frutos e a concentração de N nas folhas das cultivares Gala e Fuji, independentemente da época de aplicação. Pressupõe-se, portanto, que todo o N necessário para o desenvolvimento das árvores e para a produção de frutos foi suprido pela matéria orgânica do solo. As maiores produtividades médias de frutos da Gala (112t ha⁻¹) e da Fuji (76t ha⁻¹) foram obtidas, respectivamente, cinco e seis anos

Tabela 3 – Concentração de N nas folhas das cultivares Gala e Fuji, coletadas 120 dias após a plena floração em função da aplicação ou não de Nitrogênio¹ mineral em diferentes estágios de desenvolvimento durante a primavera. Média de quatro repetições.

Tratamento	Safras agrícolas			
	92/93	93/94	94/95	Média
	----- % -----			
	Fuji			
SEM N	2,27	2,02 b	2,69	2,33
IG	2,25	2,22 ab	2,85	2,44
IG + QP	2,38	2,27 ab	2,80	2,48
QP	2,12	2,52 a	2,98	2,54
QP + RA	2,06	2,25 ab	2,83	2,38
Média	2,22 B	2,26 B	2,83 A	2,44
	Gala			
SEM N	2,16	2,26	2,08	2,17
IG	2,14	2,38	2,12	2,21
IG + QP	2,27	2,14	2,11	2,17
QP	2,23	2,30	2,34	2,29
QP + RA	2,28	2,43	2,49	2,40
Média	2,22	2,30	2,23	2,25

¹ A partir da safra 90/91 até a safra 92/93, a dose de N aplicada foi de 50 kg ha⁻¹; após, foi de 60 kg ha⁻¹.

² SEM N = Sem a aplicação de N; IG = todo N aplicado no inchamento das gemas; QP = todo N aplicado na queda de pétalas; IG + QP = 2/3 do N aplicado no inchamento das gemas e 1/3 aplicado na queda de pétalas; QP + RA = 2/3 do N aplicado na queda de pétalas e 1/3 30 dias mais tarde, no raleio dos frutos.

³ Letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, significam existência de diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Ausência de letras significa inexistência de diferença estatística.

após o plantio das árvores, e, no período avaliado (cinco anos), a produtividade da Gala foi 35% superior à da Fuji.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, P.R., WILCOX, G.E. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.16, n.11, p.1153-1163, 1985.
- BASSO, C., SUZUKI, A. Resposta da maçeira Cv. Golden Delicious à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 223-227, 1992.
- BASSO, C., WILMS, F.W.W., SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição da maçeira. In: EMPASC. **Manual da cultura da maçeira**. Florianópolis : EMPASC, 1986. p.236-265
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo : SBCS - Núcleo Regional Sul/EMBRAPA/CNPQ, 1995. 224p.
- DOU, H., ALVA, A.K., KHAKURAL, B.R. Nitrogen mineralization from citrus trees residues under different production conditions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.4, p.1226-1232, 1997.
- ERNANI, P.R., DIAS, J., VANZ, L. Application of nitrogen to the soil after fruit harvest has not increased apple yield. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.33-37, 1997.
- LORD, W.J., BAKER, J.H., DAMON JUNIOR, R.A. Soil, tree, and fruit responses to lime and type and timing of nitrogenous fertilizer applications under Sturdeespur delicious apple trees. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.106, n.5, p.616-619, 1981.
- OLIVIER, C.M., WOOLDRIDGE, J., KOTZE, W.A.G. Apple quality as related to nitrogen and phosphorus nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.17, n.6, p.1005-1015, 1994.
- PAVAN, M.A., BINGHAM, F.T., PERYEA, F.J. Influence of calcium and magnesium salts on acid soil chemistry and calcium nutrition of apple. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.1526-1530, 1987.
- POTTKER, D., TEDESCO, M.J. Efeito do tipo e tempo de incubação sobre a mineralização da matéria orgânica e nitrogênio total em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.1, p.20-24, 1979.
- MERWIN, I.A., STILES, W.C. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.119, n.2, p.209-215, 1994.
- MILLARD, P., THOMSON, C.M. The effect of the Autumn senescence of leaves on the internal cycling of Nitrogen for the spring growth of apple trees. **Journal of Experimental Botany**, New York, v.220, n.40, p.1285-1289, 1989.
- O'KENNEDY, B.T., HENNERTY, M.J., TITUS, J.S. The effects of autumn foliar urea sprays on storage forms of nitrogen extracted from bark and wood of apple shoots. **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v.50, p.331-338, 1975.
- RAESE, J.T., DRAKE, S.R., WILLIAMS, M.W. Quality of fuji apples related to nitrogen levels. **Good fruit Grower**, Yakima, v.48, n.9, p.42-44, 1977.
- STILES, W.C. Nitrogen management in the orchard. In: PETERSON, A.B. AND STEVENS, R.G. (Eds). **Tree fruit nutrition**. Yakima, WA : Good Fruit Grower, 1994. p.41-50.
- TAGLIAVINI, M., SCUDELLAZI, D., MARANGONI, B., *et al.* Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. **Fertilizer Research**, Dorrecht, v.43, p.93-102, 1996.
- WEINBAUM, S.A., JOHNSON, R.S., DEJONG, T.M. Causes and consequences of overfertilization in orchards. **HortTechnology**, Alexandria, v.2, n.1, p.112-121, 1992.