



Fontes e doses de adubação afetam a maturação e qualidade dos frutos de macieiras 'Daiane'⁽¹⁾.

Leandro Hahn⁽²⁾; Clori Basso⁽³⁾; Marcelo José Vieira⁽⁴⁾; Atsuo Suzuki⁽⁵⁾; Luiz Carlos Argenta⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho parcialmente financiado pela Associação Brasileira de Produtores de Maçã (ABPM).

⁽²⁾ Pesquisador Epagri, Estação Experimental de Caçador, Professor Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, SC. E-mail: leandrohahn@epagri.sc.gov.br; ⁽³⁾ Eng.-Agr., Ph.D., Pesquisador aposentado Estação Experimental de Caçador, Epagri, Caçador, SC. E-mail: clori@brturbo.com.br; ⁽⁴⁾ Eng.-Agr., M.Sc., Centro de Ciências Agroveterinárias, UDESC, Lages, SC. E-mail: marvieira@gmail.com; ⁽⁵⁾ Eng.-Agr., M.Sc., Estação Experimental de Caçador, Epagri, Caçador, SC. E-mail: suzuki@epagri.sc.gov.br; ⁽⁶⁾ Eng.-Agr., D.Sc., Estação Experimental de Caçador, Epagri, Caçador, SC. E-mail: argenta@epagri.sc.gov.br.

RESUMO: Realizou-se o estudo para analisar os efeitos de diferentes doses e fontes de N e da suplementação com K, P e Ca sobre a maturação e qualidade dos frutos de macieiras 'Daiane'. No experimento, realizado na Estação Experimental da Epagri, em Caçador-SC, durante nove anos, testou-se oito tratamentos, sendo uma testemunha e três doses de N como ureia, uma dose de N como cama de aviário, uma dose de K associada à ureia, uma dose de P associado à ureia e K e uma dose de Ca aplicada via foliar associado à ureia via solo. A aplicação das três doses de N como ureia (50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N) não afetou a maturação e a qualidade dos frutos. A aplicação anual de 9,33 t ha⁻¹ de cama de aviário diminuiu a qualidade das maçãs 'Daiane' pela redução da intensidade de cor vermelha da epiderme e da firmeza da polpa na colheita, e pelo aumento da severidade do escurecimento senescente da polpa após a armazenagem refrigerada.

Termos de indexação: *Malus domestica*, distúrbios fisiológicos, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O adequado fornecimento de nutrientes via solo e sua complementação foliar na macieira é um dos fatores determinantes para obtenção de alta produtividade e qualidade de frutos (Ferguson & Boyd, 2002; Ernani et al., 2008).

Solos das principais regiões produtoras de maçã de Santa Catarina, normalmente, possuem altos teores de matéria orgânica, e sua decomposição pode suprir grande parte do nitrogênio (N) necessário para o desenvolvimento da macieira (Basso & Suzuki, 1992; Ernani & Dias, 1999). Mesmo assim, frequentemente, produtores fertilizam seus pomares com N, excedendo as necessidades das plantas, devido, em parte, ao baixo custo deste nutriente na produção da macieira (Freire et al., 1999). O excesso de N aumenta a suscetibilidade dos frutos de macieira à ocorrência de distúrbios

fisiológicos durante o armazenamento refrigerado, como "bitter pit", "cork spot" e "depressão lenticelar", dentre outros (Luchi et al., 2001).

A adubação orgânica em pomares de macieira tem sido impulsionada pela grande oferta de resíduos oriundos dos criatórios animais a baixo custo em relação aos fertilizantes minerais industrializados. Destaca-se a grande disponibilidade de cama de aviário na região Oeste Catarinense. O uso indiscriminado da mistura de cama de aviário e fertilizantes minerais, sem levar em conta as características químicas do resíduo e do solo, nem a necessidade das plantas, é frequente em pomares de macieira.

O estudo objetivou avaliar os efeitos de diferentes doses e fontes de N e da suplementação com K, P e Ca sobre a maturação e a qualidade dos frutos de macieiras 'Daiane'.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento num pomar de macieira cv. 'Daiane' sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro M-9, na Estação Experimental da Epagri, em Caçador-SC (latitude 26°46'32" S, longitude 51°00'50" W, altitude 960 metros). O pomar foi plantado em 1999 num solo classificado como Nitossolo Bruno distrófico típico.

Os tratamentos (8) consistiram na aplicação de três doses de N como ureia, uma dose de N como cama de aviário, uma dose de K associada à ureia, uma dose de P associado à ureia e K e uma dose de Ca associado à ureia. Não houve suplementação de N, K, P e Ca nas macieiras do tratamento testemunha.

Os fertilizantes minerais e a cama de aviário foram aplicados em doses crescentes durante os primeiros três anos após o plantio do pomar (entre os anos 1 e 3). A partir do 3º ano após o plantio, os fertilizantes foram anualmente aplicados em doses constantes, correspondentes a cada tratamento. A partir do quarto ano do pomar (safra 2002/03), o N via solo foi aplicado na forma de ureia, ano em que



também se iniciou as adubações com P, K e Ca.

A cama de aviário foi aplicada nas doses de 2.660, 5.320 e 9.330 kg ha⁻¹ de matéria seca no primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente, em dose única na época da aplicação dos tratamentos na primavera. A composição média da cama de aviário aplicada no período experimental foi de 24, 40 e 55 g kg⁻¹ de N, K₂O e P₂O₅, respectivamente, equivalente à aplicação anual de 224, 373 e 513 kg ha⁻¹ de N, K₂O e P₂O₅, respectivamente, a partir do 3º ano após o plantio.

As aplicações de K como cloreto de potássio e de P como superfosfato triplo foram feitas na primavera, em dose única, na mesma data da aplicação dos demais tratamentos programados para aquela época. O tratamento com Ca via foliar, na forma de nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂) a 0,6%, foi aplicado a cada 15 dias, iniciando-se as aplicações no estádio fenológico J (frutos com tamanho de azeitona) até a data de colheita, a partir do 4º ano.

As parcelas com 5 plantas, sendo as três centrais úteis, foram arranjadas num delineamento experimental em blocos completamente casualizados, com quatro repetições.

A maturação e a qualidade das maçãs foram analisadas um dia após a colheita e após a armazenagem, no 7º ano após o plantio do pomar. Cada repetição foi composta de 40 frutos para as análises da intensidade de cor vermelha da epiderme, firmeza da polpa e severidade de podridões e distúrbios fisiológicos, e três subamostras de 10 frutos para análises dos teores de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT). Os frutos destinados à armazenagem foram bandejados, embalados em caixa de papelão forrada internamente com bolsa plástica de PEBD de 20 µm de espessura, refrigerados em 36 h após a colheita. Os frutos foram armazenados a 0,5°C ± 0,5°C por 150 dias sob atmosfera do ar (21% de O₂) e a seguir mantidos a 23°C por 7 dias, antes de serem analisados.

A firmeza da polpa, a intensidade de cor vermelha e os teores de SS e AT foram analisados conforme descrito por Souza et al., (2013). A severidade do distúrbio "bitter pit" foi determinada pela análise do número de pintas de cortiça por fruto: 1) ausência de sintoma; 2) < 4 pits; 3) 5 a 9 pits; 4) > 9 pits. O grau de severidade do distúrbio escurecimento peduncular foi determinado num único corte transversal ao fruto, na região proximal ao pedúnculo, próximo à margem superior da cavidade carpelar, enquanto o grau de severidade do distúrbio escurecimento pistilar da polpa foi determinado num único corte transversal ao fruto, na região distal ao pedúnculo, no quarto inferior do fruto. A severidade destes dois distúrbios foi analisada como: 1) ausência de sintoma; 2) inicial (1

a 30% da secção transversal com coloração amarronzada, predominantemente clara e difusa; moderado; 3) 30% a 60% da secção transversal com coloração amarronzada difusa, parcialmente clara e parcialmente escura e; 4) severa (mais de 60% da secção transversal com coloração amarronzada, predominantemente marrom-escura e difusa). A severidade de podridões foi analisada atribuindo-se os seguintes escores: 1) ausência de sintoma; 2) uma ou duas lesões com somatório de diâmetro(s) inferior a 1 cm e; 3) uma ou duas lesões com somatório de diâmetro(s) superior a 1 cm de diâmetro, respectivamente.

Para avaliação dos resultados foi realizada análise de variância considerando os efeitos dos tratamentos e dos anos. Todos os procedimentos foram implementados usando o programa "R", versão 3.0.3 (Team RDC, 2014) ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com aplicação de doses crescentes de N (50, 75 e 100 kg ha⁻¹) não afetaram a maturação e a qualidade dos frutos (**Tabelas 1 e 2**) em relação ao tratamento testemunha. Estes resultados são similares aos obtidos para macieiras cv. 'Golden Delicious', 'Fuji' e 'Gala' cultivadas em solos com altos teores de matéria orgânica do planalto catarinense (Basso & Suzuki, 1992; Ernani & Dias, 1999; Nava et al., 2007; Ernani et al., 2008).

Tanto altas adições de N (224 kg ha⁻¹) quanto de K₂O (373 kg ha⁻¹) podem explicar a menor firmeza de polpa. Neste estudo, altas doses de N fornecidas pela cama de aviário proporcionaram um maior crescimento vegetativo das plantas (dados não apresentados), o que pode ter reduzido a incidência de radiação no interior das plantas e estar relacionado à menor cor vermelha, a qual resulta do acúmulo de antocianinas nos frutos (Johnson, 1996; Fallahi, 2000). Além disso, altos teores de N favorecem o acúmulo de clorofila e reduzem a revelação de antocianinas nos frutos (Ferguson & Boyd, 2002).

Na avaliação após 150 dias de armazenagem, observou-se menor firmeza de polpa, maior ocorrência de podridões e maior severidade dos distúrbios fisiológicos escurecimento da polpa pistilar e "bitter pit" em frutos oriundos do tratamento com aplicação de cama de aviário (**Tabela 2**).

O escurecimento (amarronzamento) difuso da polpa de maçãs é considerado um sintoma de deterioração por senescência quando associado à baixa firmeza da polpa e textura farinácea, como observado em maçãs 'Daiane' do presente estudo, ou um dano por baixa temperatura quando



associado à textura úmida (Basso, 2002; Meheriuk et al., 1994). Escurecimento senescente da polpa de maçãs normalmente inicia na região distal ao pedúnculo (pistilar), como aquele observado no presente estudo, enquanto os danos por baixa temperatura normalmente são mais severos na região mediana ou próxima ao pedúnculo (Basso, 2002; Meheriuk et al., 1994). A menor severidade de escurecimento da polpa na região próximo ao pedúnculo em relação ao escurecimento na região pistilífera evidencia que as maçãs Daiane são mais susceptíveis ao escurecimento senescente que ao escurecimento por dano de frio. Adicionalmente, os resultados do presente estudo evidenciam que o excesso de N, P e K adicionados pelo tratamento com cama de aviário aumentam os riscos de distúrbios fisiológicos associados à senescência em maçãs Daiane. Excesso de N e K e deficiência de Ca, normalmente, aumentam os riscos de escurecimento difuso da polpa de maçãs (Fallahi et al., 2010; Souza et al., 2013).

A aplicação do tratamento com aplicação anual de 75, 20 e 40 kg ha⁻¹ de N, K₂O e P₂O₅, respectivamente, diminuiu a firmeza dos frutos na colheita (**Tabela 1**) e afetou a qualidade da conservação dos frutos após 150 dias de armazenagem (**Tabela 2**), com uma incidência de 1,38 com escurecimento da polpa pistilar.

CONCLUSÕES

Aplicação de 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia não afeta a maturação e a qualidade de maçãs 'Daiane'.

A aplicação de 9,33 t ha⁻¹ de cama de aviário diminui a qualidade das maçãs 'Daiane' pela redução da intensidade de cor vermelha, da firmeza da polpa e pelo aumento da severidade do escurecimento senescente da polpa após a armazenagem refrigerada.

AGRADECIMENTOS

À Associação Brasileira de Produtores de Maçã (ABPM) pelo financiamento parcial desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: Epagri, Manual da cultura da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 609-636.
BASSO, C. & SUZUKI, A. Resposta da macieira cv. Golden Delicious à adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 16:223-227, 1992.
ERNANI et al. Addition of nitrogen had no effect on yield and quality of apples in a high density orchard carrying a

dwarf rootstock. Revista Brasileira de Fruticultura, 30:1113-1118, 2008.

ERNANI, P.R. & DIAS, J. Soil nitrogen application in the spring did not increase apple yield. Ciência Rural, 29:645-649, 1999.

FALLAHI, E. Productivity, postharvest physiology, and soil nitrate movement as influenced by nitrogen applications to 'Delicious' apple. Acta Horticulturae, 512:149-157, 2000.

FALLAHI, E. et al. Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. Acta Horticulturae, 868:49-60, 2010.

FERGUSON, I.B. & BOYD, L.M. Inorganic nutrients and fruit quality. In: KNEE, M. Fruit quality and its biological basis. Ohio: Wiley Blackwell, 2002. p.17-45.

FREIRE, C.J.S.; ZANCAN, C.; DITTMAR, E.A. Comportamento da macieira cv Gala/MM106 em função da adubação nitrogenada de primavera e de outono. Agropecuária Clima Temperado, 2:37-47, 1999.

IUCHI, V. L.; NAVA, G.; IUCHI, T. Distúrbios fisiológicos e desequilíbrios nutricionais em macieira. Florianópolis: Epagri/Jica, 2001. 74p.

JOHNSON, R.S. Manipulating vegetative and reproductive growth with water and nitrogen. In: MAIB, K. Tree fruit physiology: growth; development. Washington: Good Fruit Grower, 1996, p.81-87.

MEHERIUK, M. et al. Postharvest disorders of apples and pears. Agriculture Canada Publication1737E. Communications Branch. Ottawa: Agriculture Canada Ottawa, 1994. 66p.

NAVA, G. et al. Adubação de crescimento de macieira cv. Catarina sobre porta-enxerto Marubakaido em São Joaquim-SC. Revista Brasileira de Fruticultura, 29:359-363, 2007.

SOUZA, F. et al. Qualidade de maçãs 'Fuji' influenciada pela adubação nitrogenada e potássica em dois tipos de solo. Revista Brasileira de Fruticultura, 35:305-315, 2013.

TEAM RDC (2014) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em 01 abr. 2014.



Tabela 1 - Índices de maturação e qualidade de frutos na colheita de macieira 'Daiane' submetidas a tratamentos de adubação. Média de frutos colhidos no 7^o ano após o plantio.

Dose (kg ha ⁻¹)			Fonte de nutrientes	Firmeza (lb)	Acidez titulável (%)	Sólidos solúveis (%)	Cor vermelha da epiderme (%)
N	K ₂ O	P ₂ O ₅					
0	0	0	testemunha	19,1a	0,32	15,3	82,9a
50	0	0	ureia	18,0ab	0,31	15,4	80,4a
75	0	0	ureia	19,2a	0,31	15,1	79,9a
100	0	0	ureia	17,5ab	0,30	15,3	81,4a
224	373	513	cama aviário	17,0b	0,33	15,1	68,3b
75	60	0	ureia +KCl ¹	18,0ab	0,32	15,2	80,3a
75	20	40	ureia + KCl+SFT ²	16,8b	0,30	15,4	80,8a
75	0	0	ureia + NCa ³	18,2ab	0,31	15,0	81,8a
CV (%)				7,4	9,0	3,1	5,4

Medias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). ¹Cloreto de potássio; ²Superfosfato triplo; ³Nitrato de cálcio.

Tabela 2 - Maturação e qualidade de frutos após 150 dias de armazenagem de maçãs 'Daiane' submetidas a tratamentos de adubação. Média de frutos colhidos no 7^o ano após o plantio.

Dose (kg ha ⁻¹)			Fonte de nutrientes	Firmeza (lb)	Acidez titulável (%)	Sólidos Solúveis (%)	Podridão	EP Pist ⁴	EP Ped ⁵	"Bitter pitt"
N	K ₂ O	P ₂ O ₅								
0	0	0	testemunha	12,9a	0,20	15,0	1,00b	1,07c	1,00	1,00b
50	0	0	ureia	12,9a	0,20	15,3	1,00b	1,07c	1,00	1,01b
75	0	0	ureia	12,9a	0,19	15,3	1,00b	1,07c	1,00	1,00b
100	0	0	ureia	12,6a	0,20	15,3	1,03ab	1,07c	1,00	1,00b
224	373	513	cama aviário	10,9b	0,21	15,3	1,07a	1,64a	1,00	1,12a
75	60	00	ureia +KCl ¹	11,8ab	0,19	14,9	1,00b	1,12bc	1,00	1,00b
75	20	40	ureia + KCl+SFT ²	11,4ab	0,21	14,9	1,02ab	1,38ab	1,04	1,00b
75	0	0	ureia + NO ₃ Ca ³	11,8ab	0,21	15,3	1,00b	1,16bc	1,02	1,00b
CV (%)				6,0	8,6	3,2	2,4	10,0	2,4	2,0

Medias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). ¹Cloreto de potássio; ²Superfosfato triplo; ³Nitrato de cálcio; ⁴Escurecimento da polpa pistilar; ⁵Escurecimento da polpa peduncular.