

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL EM MAÇÃS DA SELEÇÃO AVANÇADA M-58/07

RICARDO SACHINI¹
CRISTHIAN LEONARDO FENILI²
VERA LUCIA VIEIRA SCAPIN³
PAULA TONATTO CARLOS PEREIRA⁴
BIANCA SCHVEITZER⁵
CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS⁶

Resumo: O baixo teor de cálcio em maçãs é o principal fator nutricional associado ao amadurecimento, perda de qualidade e aumento da incidência de doenças e distúrbios fisiológicos durante o armazenamento refrigerado de maçãs. A determinação dos teores minerais dos frutos da macieira são de grande importância para avaliar as condições nutricionais, principalmente, o potencial de conservação das frutas em câmaras refrigeradas. O objetivo desse trabalho foi avaliar os teores minerais da seleção avançada M.58/07 na safra 2017/2018. As análises minerais foram realizadas com frutos provenientes de pomar localizado no município de Caçador, SC. Determinou-se os teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), e as relações N/Ca, K/Ca, (K+Mg)/Ca. Os teores minerais avaliados e suas relações, apresentaram concentrações satisfatórias conforme recomendação da literatura, em relação a distúrbios fisiológicos pós-colheita.

Palavras-chave: *Malus domestica*, nutrição mineral, melhoramento genético.

EVALUATION OF MINERAL COMPOSITION IN FRUITS OF APPLE OF THE ADVANCED SELECTION M-58/07

Abstract: *Low calcium content in apples is the main nutritional factor associated with ripening, loss of quality and increased incidence of diseases and physiological disorders during refrigerated storage of apples. The determination of the mineral contents of the fruits of the apple tree are of great importance to evaluate the nutritional composition, mainly the conservation potential of the fruits in refrigerated chambers. The objective of this work was to evaluate the mineral composition of advanced selection M.58/07 in the 2017/2018 grown season. The mineral analyzes were related to fruits from the orchard located in the county of Caçador, SC. It was determined the contents of Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium*

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando em Produção Vegetal pela UDESC Lages/SC.

² Engenheiro Agrônomo, doutorando em Produção Vegetal pela UDESC Lages/SC.

³ Graduanda em Agronomia, UNIARP - Caçador/SC.

⁴ Graduanda em Biologia, UNIARP - Caçador/SC.

⁵ Bacharel e doutora em Química. Docente na UNIARP e Química na Epagri - Caçador/SC.

⁶ Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia, docente na UDESC Lages/SC.

(Ca), Magnesium (Mg) and relationships N/Ca, K/Ca, (K+Mg)/Ca. The evaluated mineral composition and their relationships, presented satisfactory concentrations according to literature recommendations, in relation to postharvest physiological disturbances.

Keywords: *Malus domestic*, mineral nutrition, genetical enhancement.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçã expandiu-se significativamente nas últimas duas décadas. Além da tradição de mais de 30 anos no cultivo comercial da fruta, fatores como a produção de variedades modernas, disponibilidade de terras, regiões com condições climáticas favoráveis, bem como preocupações com produtividade, embalagem e conservação, transformaram o Brasil em um grande produtor mundial da fruta (BITTENCOURT et al., 2011).

A cadeia produtiva da maçã possui inserção destacada no cenário da fruticultura brasileira, o que lhe confere inquestionável importância na cadeia agroalimentar do país. Boa parte dessa cadeia está concentrada em grandes empresas que cultivam extensas áreas com avançado nível de integração vertical nas estruturas de classificação, embalagem e comercialização. Essas empresas possuem pomares, câmaras frigoríficas para o armazenamento e *packing house* (local onde se embalam mercadorias para envio) para a classificação e embalagem da fruta, além de realizarem as vendas para o mercado atacadista (BITTENCOURT, 2008).

De modo geral, verifica-se que a produção brasileira está concentrada em quatro estados: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. Nos dois primeiros estados a produção e a participação na produção total foram significativamente crescentes. Já nos outros dois não houve incremento e a participação se manteve a mesma ao longo dos anos. Santa Catarina e Rio Grande do Sul são os maiores produtores brasileiros, representando mais de 95% da produção total. Apenas Santa Catarina responde por 59% da produção nacional (BITTENCOURT, 2008).

Atualmente, os maiores entraves à cultura estão relacionados ao manejo fitossanitário, isto é, determinadas doenças e pragas que elevam os custos de produção, em alguns casos causando prejuízos imensuráveis. Assim, o desenvolvimento de novas cultivares vem tornando-se cada vez mais necessário, especialmente com resistência a doenças como a sarna da macieira (*Venturia*

inaequalis) e mancha foliar de *Glomerella* (*Colletotrichum gloeosporioides*), por exemplo. Também importante ter-se diferentes plantas com exigências de frio, assim os trabalhos de poda, raleio e colheita podem ser intercalados, além de ter-se frutas frescas por um período maior (IAC, 2018; PASA; CASTRO; SILVA, 2012).

O programa de melhoramento genético está desenvolvendo novas cultivares de macieiras. Um exemplo é a seleção avançada M.58/07, que foi desenvolvida em 2000, por meio da hibridação do cruzamento entre 'Imperatriz' e 'Baronesa'. As principais características apresentadas pela seleção avançada M.58/07, destaca-se sua alta resistência à mancha foliar de *glomerella* e alguma resistência à sarna da macieira, embora não seja totalmente resistente a essa doença. Demanda médio requerimento de frio o que lhe confere boa adaptação à maioria das regiões de cultivo de macieiras no Brasil. Tem alta precocidade em frutificação, iniciando a produção já na segunda folha e alto potencial produtivo, pois apresenta boa frutificação efetiva. Os frutos são grandes, com polpa crocante, suculenta e alto teor de açúcar.

A determinação dos teores minerais nos frutos de maçã vem sendo estudado há muito tempo, e o desequilíbrio entre os minerais pode indicar maior riscos das frutas desenvolverem distúrbios fisiológicos na pós-colheita (NACHTIGALL; FREIRE, 1998; BASSO, 2002; AMARANTE et al., 2012). O conhecimento dos valores minerais e suas correlações é de extrema importância para os produtores na tomada de decisão quanto ao destino dos frutos após a colheita, venda imediata ou armazenagem em câmaras refrigeradas. Para esse fim, a análise de teores minerais na polpa fresca dos frutos, cerca de três semanas antes da colheita comercial, é muito usada (FERGUSON; WATKINS, 1989; ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; BASSO, 2002).

Desequilíbrios minerais nos frutos podem ocorrer mesmo quando há manejo adequado das plantas e da fertilidade do solo. Diversos autores relataram que teores de Ca abaixo de 40 mg kg⁻¹ (em polpa fresca) as maçãs apresentam maior predisposição a ocorrência de distúrbios fisiológicos e a maior incidência de doenças (ARGENTA; SUZUKI, 1994; NEILSEN et al., 2008; AMARANTE et al., 2012).

Baixos teores de P em maçãs, também interferem na qualidade dos frutos após a colheita. Teores de P abaixo de 100 mg kg⁻¹, Neilsen et al. (2008) verificou maior ocorrência de pingo-de-mel e menor potencial de armazenamento.

O Ca apresenta baixa mobilidade nas plantas e seu aporte para os frutos fica restrito ao xilema. Ao decorrer do desenvolvimento dos frutos os vasos do

xilema são comprimidos perdendo sua funcionalidade, e reduzindo significativamente o transporte dos nutrientes aos frutos (LANG; RYAN, 1994; TAIZ; ZEIGER, 2006). O aporte de K, Mg e N aos frutos é contínuo, o que resulta no aumento nas relações K/Ca, Mg/Ca e N/Ca, e em frutos com maior suscetibilidade a distúrbios fisiológicos como '*bitter pit*' (ARGENTA; SUZUKI, 1994; AMARANTE et al., 2012).

Considerando que a perda na qualidade e a ocorrência de distúrbios fisiológicos que ocorrem em maçãs, estão associados aos baixos teores de Ca e elevados teores de Mg, K e N nos frutos, se faz necessário caracterizar a composição mineral nos frutos da seleção avançada M.58/07 para determinar seu potencial de armazenagem. Portanto, o objetivo deste trabalho foi diagnosticar a composição mineral e comparar com os padrões mínimos para o armazenamento de frutos da macieira seleção avançada M.58/07.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram colhidos durante a maturação comercial na safra de 2017/2018, provenientes de pomares experimentais da Epagri - Estação Experimental em Caçador, SC (26°49'07,0859" S e 50°59'06,7278" O; altitude: 960 m), de plantas da seleção avançada M.58/07 com sete anos de idade, sobre porta-enxerto M-9, com densidade de plantio de 2.500 plantas ha⁻¹. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições, constituídas cada uma por 10 frutos.

Realizou-se análise dos teores de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), nitrogênio (N) e fósforo (P) na polpa dos frutos (mg kg⁻¹ de massa fresca), retirando-se uma fatia longitudinal de 1 cm de espessura, em forma de cunha, com casca, sem a parte central do carpelo, indiferente da sua posição no fruto, segundo metodologia descrita por Schweitzer; Suzuki (2013). As amostras foram solubilizadas com ácido sulfúrico concentrado e peróxido de hidrogênio 30%, e submetidas a aquecimento a 150° C por 2 horas. Após, realizou-se as diluições para determinação dos elementos K, Ca e Mg através do espectrofotômetro de absorção atômica (SCHWEITZER; SUZUKI, 2013), marca PerkinElmer modelo AA200. O método utilizado para determinar o teor de N foi o Kjeldahl (LABCONCQ, 2005). O teor de P foi determinado pelo método molibdato/vanadato em meio ácido, e a concentração

determinada através da leitura em espectrofotômetro UV-VIS, marca Varian, em absorvância de 420 nm (nanômetro) (SCHVEITZER; SUZUKI, 2013).

RESULTADOS

As concentrações dos teores minerais da seleção avançada M.58/07 na safra 2017/2018 estão descritos a seguir (Tabela 1).

Tabela 1: Teores minerais obtidos para a seleção M.58/07, na safra 2017/2018.
Table 1. Mineral contents obtained for selection M.58/07, in the 2017/2018 grown season.

| | Ca | Mg | P | N | K |
|---------------------------------|--------------------------------|---------|-----------|------------|-------------|
| | -----mg kg ⁻¹ ----- | | | | |
| Seleção avançada M.58/07 | 36,7 | 42,6 | 185,3 | 329,3 | 913,0 |
| Valores recomendados | > 40 * | < 40 ** | > 100 *** | < 500 **** | < 950 ***** |

* (CURRY, 2003; AMARANTE; STEFFENS; ERNANI, 2010); ** (NACHTIGAL; FREIRE, 1998); *** (NEILSEN et al., 2008); **** (AMARANTE et al., 2012); ***** (TERBLANCHE, 1981; AMARANTE et al., 2012);

As relações entre os minerais N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca na safra 2017/2018 estão apresentados a seguir (Tabela 2).

Tabela 2: Relação entre os minerais N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca obtidos para a seleção avançada M.58/07, na safra 2017/2018.

Table 2: Relationship between the minerals N/Ca, K/Ca and (K+Mg)/Ca obtained for selection M.58/07, in the 2017/2018 grown season.

| | N/Ca | K/Ca | (K+Mg)/Ca |
|---------------------------------|------|------|-----------|
| Seleção avançada M.58/07 | 9,0 | 24,9 | 26,1 |
| Valores recomendados* | < 14 | < 25 | < 30 |

*(Argenta; Suzuki, 1994; BASSO, 2006);

DISCUSSÃO

O Ca é o nutriente diretamente relacionado com a qualidade dos frutos, pois apresenta-se associado com as membranas celulares, conferindo rigidez aos tecidos e preservando as características de permeabilidade seletiva do sistema de membranas. Quando em baixas concentrações, a permeabilidade seletiva da membrana celular é afetada, conduzindo a danos na célula e causando sua desintegração e a morte celular (AMARANTE; CHAVES; ERNANI, 2006).

De forma geral, o teor de Ca recomendado adequado para preservar a qualidade e prevenir a ocorrência de distúrbios fisiológicos pós-colheita em maçãs deve maior do que 40 mg kg⁻¹ (AMARANTE; STEFFENS; ERNANI, 2010). A

concentração de Ca encontrada para a seleção avançada M.58/07 foram de 36,7 mg kg⁻¹, ficaram abaixo do recomendado pela literatura, sendo frutos com possibilidades de predisposição a ocorrência de distúrbios fisiológicos.

O Mg compete com o Ca devido a similaridade iônica, nos processos celulares, porém, não desenvolve o mesmo papel do Ca. A deficiência de Ca e o excesso de Mg podem estar relacionados com a ocorrência de distúrbios fisiológicos (FREITAS et al., 2010). Menores predisposição a ocorrência de *'bitter pit'* foi relacionada com teores minerais de Mg inferiores a 40 mg kg⁻¹ (NACHTIGAL; FREIRE, 1998). A concentração de Mg encontrada para a seleção foi acima da recomendada pela literatura (42,6 mg kg⁻¹).

A concentração de P na seleção avançada M.58/07 foi de 185,3 mg kg⁻¹. Para maçãs 'Fuji' teores acima de 100 mg kg⁻¹ apresentaram maior potencial de armazenamento e menores ocorrência de pingo de mel (NEILSEN et al., 2008). Valores inferiores a 100 mg kg⁻¹ na polpa fresca de maçã favorecem a ocorrência de distúrbios fisiológicos pós-colheita (AMARANTE et al., 2012). Para a seleção avançada M.58/07 a concentração está adequada para uma boa conservação pós-colheita.

Frutos com altas concentrações de N apresentam maior risco de ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos, cosequentemente baixo potencial de conservação durante o armazenamento refrigerado (AMARANTE; STEFFENS; ERNANI, 2010). Os teores de N obtidos para a seleção avançada M.58/07 foram de 329,3 mg kg⁻¹, valor adequado para a preservação da qualidade pós colheita de maçãs segundo Amarante et al., (2012), recomendam que o teor de N seja inferior de 500 mg kg⁻¹, aumentando a qualidade e preservação na pós-colheita.

Na membrana plasmática celular o K compete com o Ca pelos sítios de ligações, no entanto não realiza a mesma função do Ca. Devido a essa competição, ocorre menor concentração de Ca e excesso de K, aumentando as possibilidades de ocorrência de distúrbios fisiológicos nos frutos durante o período de pós-colheita (NEUWALD; KITTEMANN; STREIF, 2008). Amarante et al. (2012) recomenda teores de K inferiores a 950 mg kg⁻¹ como limite adequado na conservação e qualidade dos frutos no período de armazenagem. A concentração de K encontrada para seleção avançada M.58/07 foi de 913,0 mg kg⁻¹, teor adequado conforme os recomendados pela literatura.

Maçãs com valores da relação entre os nutrientes N/Ca superiores a 14 apresentam maiores riscos de ocorrência de *'bitter pit'* (AMARANTE et al., 2012). O

valor encontrado para a relação N/Ca dos frutos da seleção avançada M.58/07 foi de 9,0, indicando uma boa relação entre esses minerais.

O valor recomendado para a relação entre os minerais K/Ca são inferiores a 25 (BASSO, 2006). O valor entre a relação dos minerais encontrado para a seleção avançada M.58/07 foi de 24,9, valor este considerado adequado conforme literatura.

Argenta; Suzuki (1994); Nachtigall; Freire, (1998), descrevem para maçãs 'Gala' e 'Golden Delicious' maior risco de ocorrência de distúrbio fisiológico, uma relação entre os nutrientes (K+Mg)/Ca maior que 27 e 32, respectivamente. Os valores da relação (K+Mg)/Ca para a seleção avançada M.58/07 foi de 26,1. Ou seja, está relação mineral indica frutos com pouca predisposição ao desenvolvimento de distúrbios fisiológicos.

CONCLUSÃO

Os teores minerais avaliados apresentaram concentrações satisfatórias em relação a distúrbios fisiológicos pós-colheita, especialmente quando observadas as relações entre eles.

Contudo deve-se aprofundar mais os estudos em relação a seleção avançada M.58/07, pois os teores de Ca se encontraram abaixo do recomendado pela literatura na safra 2017/2018.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T. do; ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A.; BASSO, C.; Composição Mineral de maçãs "Gala" e "Fuji" produzidas no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 47, n. 4, p. 550-560, 2012.

AMARANTE, C. V. T. do; CHAVES, D. V.; ERNANI, P. R. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao '*bitter pit*' em maçãs 'Gala'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.841-846, 2006.

AMARANTE, C. V. T. do; STEFFENS, C. A.; ERNANI, P. R. Identificação pré-colheita do risco de ocorrência de '*bitter pit*' em maçãs "Gala" por meio de infiltração com magnésio e análise dos teores de cálcio e nitrogênio nos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 27-34, 2010.

ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de '*bitter pit*' em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.16, n.1, p.267-277, 1994.

BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, p. 609-636, 2006.

CURRY, E.; Factors Associated With Apple Lenticel Breakdown. **Postharvest Information Network**. Washington State University, p 1-9, 2003.

BITTENCOURT, C. C. **Panorama da cadeia da maçã no estado de Santa Catarina: uma abordagem a partir dos segmentos da produção e de *packing house***. Dissertação (mestrado em economia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L. F.; SANT'ANNA, P. R.; LONGO, O. C.; BARONE, F. M. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e *packing house*. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 4, p. 1199-1222, 2011.

FERGUSON, I. B.; WATKINS, C. B. '*Bitter pit*' in apple fruit. **Horticultural Reviews**, New York, v.11, p.289-355, 1989.

FREITAS, S. T.; AMARANTE, C. V. T.; LABAVITCH, J. M.; MITCHAM, E. J. Cellular approach to understand '*bitter pit*' development in apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.57, n.1, p.6-13, 2010.

IAC, Instituto Agrônomo. **Centro de frutas: Melhoramento**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/melhoramento.php>> Acesso em 11/08/2018.

LABCONCQ. **To Kjeldahl Nitrogen Determination Methods and Apparatus**. ExpotechUSA, Houston, Texas, USA, 2005. Disponível em: <<http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/KJELDAHLguide.PDF>> Acesso em:10/07/2018.

LANG, A.; RYAN, K. G. Vascular development and sap flow in apple pedicels. **Annals of Botany**, Oxford, v.74, p.381-388, 1994.

NACHTIGALL, G. R.; FREIRE, C. J. S. Previsão da incidência de '*bitter pit*' em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.20, n.2, p.158-166, 1998.

NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D.; TOIVONEN, P.; HERBERT, L. Annual bloom-time phosphorus fertigation affects soil phosphorus, apple tree phosphorus nutrition, yield, and fruit quality. **Hort Science**, v.43, p.885-890, 2008.

NEUWALD, D. A.; KITTEMANN, D.; STREIF, J. Possible prediction of physiological storage disorders in 'Braeburn' apples comparing fruit of different orchards. **Acta Horticulturae**, Wellington, n. 796, p. 211-216, 2008.

PASA, M. da S.; CASTRO, C. M.; SILVA, C. P. Recursos genéticos de macieira. Revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, p. 1-4, 2012.

SCHVEITZER, B.; SUZUKI, A. **Métodos de análises químicas de polpa fresca de maçã**. Documento n 241. ISSN 0100-8986. 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4 th ed. Sunderland: Sinauer Associates, p. 793, 2006.

TERBLANCHE, J. H. An integrated approach to orchard nutrition and '*bitter pit*' control. **The Deciduous Fruit Grower**, v.31, p.501-513, 1981.