

Exportação de nutrientes pelos frutos de macieira 'Gala' e 'Fuji' em pomares com diferentes produtividades e regiões

Bianca Schweitzer¹, Leandro Hahn² e José Luiz Petri³

Resumo – O objetivo deste trabalho foi quantificar os nutrientes exportados por frutos de maçã colhidos em pomares com diferentes produtividades e regiões. A partir das análises dos teores minerais de N, P, Ca, K e Mg, determinados em polpa de frutos colhidos na safra 2017/2018 em cultivares 'Gala' e 'Fuji' nas regiões de São Joaquim (SC) e Fraiburgo (SC), estimou-se a exportação de nutrientes em pomares com produtividades de 10 a 80t ha⁻¹. Todos os teores minerais analisados nos dois cultivares e nas duas regiões mantiveram-se dentro dos valores adequados para as duas regiões produtoras. Os resultados mostram que a diferença de exportação entre os cultivares é pouco expressiva, assim como as diferenças entre regiões, podendo-se adotar valores médios para os cultivares e regiões.

Termos para Indexação: Adubação; *Malus domestica* Borkh; Nutrição mineral.

Exportation of nutrients by fruit of 'Gala' and 'Fuji' apple in orchards with different productivity and regions

Abstract – The objective of this work was to quantify the nutrients exported by apple fruits harvested in orchards with different productivities and regions. From the mineral content of N, P, Ca, K and Mg determined in flesh of fruits harvested in the 2017/2018 growing season in 'Gala' and 'Fuji' cultivars in the regions of São Joaquim (SC) and Fraiburgo (SC), it was estimated the export of nutrients in orchards with yields of 10 to 80t ha⁻¹. All the mineral contents analysed in the two cultivars and in the two regions remained within the adequate values for the two producer regions. The results show that the export difference between the cultivars is not very expressive, as well as the differences between regions, and it is possible to adopt average values for the cultivars and regions.

Index terms: Fertilization; *Malus domestica* Borkh; Mineral nutrition.

A qualidade das maçãs depende de vários fatores, desde o cultivar-copa, porta-enxerto, clima, técnicas de manejo das plantas ao longo de toda a safra e também da disponibilidade de nutrientes no solo (ERNANI et al., 2002; WARGO et al., 2003). Por sua vez, um bom equilíbrio nutricional do pomar está relacionado com o crescimento, a sanidade das plantas, a produção e a qualidade dos frutos. Qualquer desequilíbrio nutricional causado pela deficiência ou pelo excesso de nutrientes pode levar ao desenvolvimento de distúrbios fisiológicos, principalmente em pós-colheita. Por exemplo, aplicações excessivas de nitrogênio estimulam o crescimento vegetativo, facilitando a incidência de doenças, dificultando as pulverizações e diminuindo a cor vermelha da epiderme dos frutos. Souza et al. (2013) concluíram que doses muito altas de N no

solo aumentaram o teor de nitrogênio (N), porém diminuíram o teor de amido, a acidez titulável e a cor vermelha em frutos 'Fuji'. Doses excessivas de N ainda podem diminuir a qualidade das maçãs armazenadas em câmaras frias, pois diminuem a firmeza da polpa, a respiração e a produção de etileno (FALLAHI et al., 2010). Já a deficiência de N ou K acaba reduzindo o crescimento das plantas e frutos (SOUZA et al. 2013). Por outro lado, o excesso de potássio (K) pode competir pelos sítios de absorção de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no sistema radicular, diminuindo a absorção destes cátions e ocasionando distúrbios fisiológicos nos frutos.

A adubação de manutenção visa basicamente à reposição dos nutrientes exportados do pomar anualmente pelos frutos, visto que folhas e ramos de poda permanecem na área do pomar,

promovendo a ciclagem de nutrientes. Complementarmente à reposição dos nutrientes via colheita, normalmente são realizadas avaliações da necessidade de adubação pela análise do solo e/ou foliar. Por fim, a tomada de decisão quanto às doses a serem aplicadas também leva em consideração outros fatores, tais como porta-enxerto, cultivar e o crescimento vegetativo dos ramos anuais (CQFS-RS/SC, 2016). Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar os nutrientes exportados pelos frutos de maçã 'Gala' e 'Fuji', em pomares com diferentes produtividades, nas duas maiores regiões produtoras do estado de Santa Catarina, Fraiburgo e São Joaquim.

Para estimativa da exportação de nutrientes pelos frutos dos dois cultivares de maior importância para o setor produtivo, frutos de 82 e 180 pomares

Recebido em 10/10/2018. Aceito para publicação em 5/2/2019.

<http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.3>

¹ Química, Dr^a, Epagri / Estação Experimental de Caçador, Rua Abílio Franco, 1500, CEP 88501-032, Caçador, SC. fone (49) 3561-6830, e-mail: biancaschweitzer@epagri.sc.gov.br;

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Caçador, e-mail: leandrohahn@epagri.sc.gov.br

³ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Estação Experimental de Caçador, e-mail: petri@epagri.sc.gov.br;

comerciais de maçãs ‘Gala’ e 100 e 76 pomares de maçãs ‘Fuji’, da região de Fraiburgo e São Joaquim, SC, respectivamente, foram amostrados. A análise dos teores minerais foi realizada no Laboratório de Ensaio Químico da Epagri, Estação Experimental de Caçador. As concentrações de Ca, K, Mg, N e P na polpa dos frutos (mg kg^{-1} de massa fresca) foram determinadas após solubilização com ácido sulfúrico concentrado e peróxido de hidrogênio 30%, conforme metodologia do laboratório (SCHVEITZER & SUZUKI, 2013). Após a digestão úmida, foram feitas as diluições para determinação dos elementos K, Ca e Mg através do espectrofotômetro de absorção atômica (PerkinElmer, modelo AA200). Os teores de N foram determinados pelo método Kjeldahl e de P foi pelo método molibdato/vanadato em meio ácido, e a concentração determinada pela leitura em espectrofotômetro UV-VIS em 420nm (SCHVEITZER & SUZUKI, 2013). A partir dos teores minerais de K e P, calcularam-se os valores de K_2O e P_2O_5 pela multiplicação dos teores minerais de K por 1,205 e de P por 2,29, respectivamente.

A partir dos teores minerais analisados nos cultivares e regiões (Tabela 1), calculou-se a exportação de N, P, K, Ca e Mg em pomares com produtividades de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 t ha^{-1} nos frutos na safra 2017/2018 (Tabelas 2-3). Para obtenção da exportação de nutrientes pelas macieiras foi utilizada a seguinte equação:

Exportação de nutriente = Concentração de nutriente x produtividade das macieiras (1)

Pode-se observar que a variação dos teores minerais entre os cultivares ‘Gala’

e ‘Fuji’ é pouco expressiva, bem como as diferenças entre as duas regiões analisadas (Tabelas 2-3). O nutriente que tem a maior exportação pelos frutos é o K, seguido de N, P, Mg e Ca. Para pomares de alta produtividade, verifica-se que a significativa exportação de K pode diminuir os teores disponíveis deste elemento no solo, especialmente em solos da região de São Joaquim, os quais são mais rasos e dispõem naturalmente de teores mais baixos de K em comparação aos solos da região de Fraiburgo. Nava & Dechen (2009) verificaram em experimento em São Joaquim o surgimento de sintomas visuais de deficiência de K nas folhas de maçãs ‘Fuji’ já no quarto ano após a ausência de adubação potássica, quando os teores de K disponíveis no solo se reduziram para menos de 60mg dm^{-3} .

A correção dos solos de cultivo de macieira exige altas doses de calcário, o que fornece altas doses de Ca e Mg aos solos. Mesmo com altas produtividades dos pomares, o exaurimento destes elementos do solo ocorre de maneira muito lenta e gradual no transcorrer dos anos. Apesar disso, pela importância do Ca para a conservação da qualidade dos frutos em armazenagem, os teores deste elemento no solo precisam ser sempre monitorados.

O N é o segundo elemento mais exportado pelos frutos. A reposição deste elemento depende principalmente dos teores de matéria orgânica do solo que, se forem altos, podem suprir a exportação do nutriente por alguns anos, principalmente em pomares localizados na região de Fraiburgo, SC (BASSO & SUZUKI, 1992) e Vacaria, RS (ERNANI & DIAS, 1999). No entanto, em pomares

localizados em São Joaquim, SC, Gava & Dechen (2009) observaram diminuição de produtividade de frutos já no segundo ano após a ausência de adubação nitrogenada. Os autores discutem que respostas à adubação de N naquela região estão provavelmente ligadas ao tipo de solo, o qual é bastante raso e pedregoso, diferentemente dos solos de Vacaria e Fraiburgo, os quais são profundos e sem pedras. Os solos rasos não somente limitam o volume de solo explorado pelas raízes, mas também reduzem a capacidade de armazenagem de água, a qual é diretamente associada com o suprimento de N e a mineralização da matéria orgânica do solo. Além da reposição de N pela exportação do elemento nos frutos, a indicação de adubação nitrogenada deve levar em conta também o crescimento dos ramos do ano, a produtividade e os teores foliares de N (CQFS-RS/SC, 2016).

A utilização de critérios agrônômicos para a tomada de decisão da quantidade e forma de aplicação de fertilizantes deve ser preconizada num planejamento de adubação de macieiras. Deve-se evitar aplicações desnecessárias de fertilizantes no que causam desequilíbrios nutricionais à planta, diminuição da qualidade das frutas, impactos negativos ao meio ambiente, bem como gastos desnecessários ao produtor (HAHN et al., 2018).

Entre pequenos produtores do estado, é muito comum a ausência de análise de solo e foliar. Nestes casos, a quantidade de macronutrientes que deve ser reposta no ciclo de produção seguinte pode ser estimada pela produtividade do pomar e dos resultados de teores minerais médios dos frutos de maçã. ▶

Tabela 1. Concentração média dos minerais em polpa de maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ nas regiões de Fraiburgo e São Joaquim, SC, safra 2017/2018
Table 1. Average concentration of minerals in the flesh of ‘Gala’ and ‘Fuji’ in the regions of Fraiburgo and São Joaquim, SC, growing season 2017/2018

Região	N	P	K	Ca	Mg
----- mg Kg ⁻¹ -----					
‘Gala’					
Fraiburgo	324,4 ± 40,8	175,3 ± 43,7	1033,3 ± 233,7	52,4 ± 7,8	58,4 ± 12,2
São Joaquim	286,0 ± 32,2	190,3 ± 46,4	1099,5 ± 260,2	54,7 ± 11,7	57,3 ± 15,7
‘Fuji’					
Fraiburgo	329,2 ± 53,4	203,5 ± 43,2	1088,9 ± 243,1	42,1 ± 5,9	50,3 ± 8,1
São Joaquim	301,0 ± 36,5	227,7 ± 68,2	1115,2 ± 293,5	40,6 ± 7,2	48,7 ± 11,3

Tabela 3. Minerais exportados pela 'Gala' na região de Fraiburgo e São Joaquim, SC
 Table 3. Minerals exported by 'Gala' in the regions of Fraiburgo and São Joaquim, SC

Produtividade t ha ⁻¹	N	P	K kg ha ⁻¹	Ca	Mg	K ₂ O	P ₂ O ₅
Fraiburgo							
10	3,2	1,8	10,0	0,5	0,6	12,1	4,0
20	6,5	3,5	20,1	1,0	1,2	24,2	8,0
30	9,7	5,3	30,1	1,6	1,8	36,3	12,0
40	13,0	7,0	40,1	2,1	2,3	48,4	16,1
50	16,2	8,8	50,2	2,6	2,9	60,4	20,1
60	19,5	10,5	60,2	3,1	3,5	72,5	24,1
70	22,7	12,3	70,2	3,7	4,1	84,6	28,1
80	26,0	14,0	80,3	4,2	4,7	96,7	32,1
São Joaquim							
10	2,9	1,9	11,0	0,5	0,6	13,2	4,4
20	5,7	3,8	22,0	1,1	1,1	26,5	8,7
30	8,6	5,7	33,0	1,6	1,7	39,7	13,1
40	11,4	7,6	44,0	2,2	2,3	53,0	17,4
50	14,3	9,5	55,0	2,7	2,9	66,2	21,8
60	17,2	11,4	66,0	3,3	3,4	79,5	26,1
70	20,0	13,3	77,0	3,8	4,0	92,7	30,5
80	22,9	15,2	88,0	4,4	4,6	106,0	34,9

Tabela 2. Minerais exportados pela 'Fuji' nas regiões de Fraiburgo e São Joaquim, SC
 Table 2. Minerals exported by 'Fuji' in the region of Fraiburgo and São Joaquim, SC

Produtividade t ha ⁻¹	N	P	K kg ha ⁻¹	Ca	Mg	K ₂ O	P ₂ O ₅
Fraiburgo							
10	3,3	2,0	10,9	0,4	0,5	13,1	4,7
20	6,6	4,1	21,8	0,8	1,0	26,2	9,3
30	9,9	6,1	32,7	1,3	1,5	39,4	14,0
40	13,2	8,1	43,6	1,7	2,0	52,5	18,6
50	16,5	10,2	54,4	2,1	2,5	65,6	23,3
60	19,8	12,2	65,3	2,5	3,0	78,7	28,0
70	23,0	14,2	76,2	2,9	3,5	91,8	32,6
São Joaquim							
10	3,0	2,3	11,2	0,4	0,5	13,4	5,2
20	6,0	4,6	22,3	0,8	1,0	26,9	10,4
30	9,0	6,8	33,5	1,2	1,5	40,3	15,6
40	12,0	9,1	44,6	1,6	1,9	53,8	20,9
50	15,1	11,4	55,8	2,0	2,4	67,2	26,1
60	18,1	13,7	66,9	2,4	2,9	80,6	31,3
70	21,1	15,9	78,1	2,8	3,4	94,1	36,5
80	24,1	18,2	89,2	3,2	3,9	107,5	41,7

Referências

BASSO, C.; SUZUKI, A. Resposta da macieira Cv. Golden Delicious à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p.223-227, 1992.

CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p.

ERNANI, P.R.; DIAS, J. Soil nitrogen application in the spring did not increase apple yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, p.645-649, 1999.

ERNANI, P.R.; DIAS, J.; FLORE, J.A. Annual additions of potassium to the soil increased apple yield in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.33, n.7-8, p.1291- 1304, 2002.

FALLAHI, E.; FALLAHI, B.; NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D.; PERVEY, F.J. Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.868, p.49-60, 2010.

HAHN, L.; BASSO, C.; ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J. Sources and Doses of Fertilizers Affect Foliar and Fruit Mineral Composition of 'Daiane' Apples. **Acta Horticulturae**, v.1217, p.411-416, 2018.

NACHTIGALL, G.R.; DECHEN, A.R. Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. **Scientia Agricola**, v.63, p.493-501, 2006.

NAVA, G.; DECHEN, A.R. Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral Composition of 'Fuji' apple. **Scientia Agricola**, v.66, p.377-385, 2009.

SCHWEITZER, B.; SUZUKI, A. Métodos de análises químicas de polpa fresca de maçã. Documentos nº 241. ISSN 0100-8986. Maio/2013 **Society for Horticultural Science**, v.132, p.713-719, 2007.

SOUZA, F.; ARGENTA, L.C.; NAVA, G.; ERNANI, P.R.; AMARANTE, C.V.T. **Rev. Bras. Frutic.**, v.35, n.1, Jaboticabal – SP Março 2013.

WARGO, J.M.; MERWIN, I.A.; WATKINS, C.B. Fruit size, yield, and market value of 'GoldRush' apple are affected by amount, timing and method of nitrogen fertilization. **Hort Technology**, Alexandria, v.13, p.153-161, 2003. ■