

Amarante, C.V.T. do, Silveira, J.P.G., Macedo, C.K.B. de, Denardi, V., Steffens, C.A. 2015. Métodos de amostragem de tecidos do fruto para a análise mineral visando segregar maçãs 'Gala' quanto à ocorrência de rachaduras. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

Métodos de amostragem de tecidos do fruto para a análise mineral visando segregar maçãs 'Gala' quanto à ocorrência de rachaduras.

Amarante, C.V.T. do¹, Silveira, J.P.G.¹, Macedo, C.K.B. de¹, Denardi, V.¹, Steffens, C.A.¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Departamento de Agronomia, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. cassandro.amarante@udesc.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar o melhor método de amostragem de tecidos do fruto para a análise mineral, visando segregar maçãs 'Gala' quanto à ocorrência de rachadura da epiderme. Após armazenamento refrigerado, frutos sem e com rachadura na epiderme foram amostrados através dos seguintes métodos: amostragem em cunha longitudinal (com maior espessura na parte externa da casca de 10 mm), contendo tecidos de casca e polpa; amostragem apenas da casca (espessura de 2-3mm); amostragem da polpa logo abaixo da casca (espessura de 5 mm); e corte de uma fatia na região equatorial do fruto (espessura de 10 mm), seguido de remoção de quatro cilindros da polpa (diâmetro de 10 mm), na parte intermediária entre a casca e carpelo. Os diferentes tecidos amostrados foram avaliados quanto às concentrações de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg) e nitrogênio (N), em frutos sem e com rachadura. Na amostragem de casca e cunha (casca + polpa), frutos com rachadura apresentaram concentrações menores de Ca em relação aos frutos sem rachadura ($p=0,0008$ e $p=0,0255$, respectivamente, para os dois métodos de amostragem), não ocorrendo diferenças entre os dois grupos de frutos para as concentrações de K, Mg e N. Na amostragem de cilindro de polpa na região equatorial, frutos com rachadura apresentaram concentrações maiores de K, Mg e N em relação aos frutos sem rachadura ($p<0,05$), não ocorrendo diferenças entre os dois grupos de frutos para as concentrações de Ca. Na amostragem de polpa logo abaixo da casca, frutos com rachadura apresentaram concentrações menores de Ca e maiores de K, Mg e N em relação aos frutos sem rachadura ($p<0,05$). Os resultados obtidos mostram que a ocorrência de rachadura em maçãs 'Gala' está associada às baixas concentrações de Ca na casca e na polpa logo abaixo da casca, tecidos em que esse distúrbio se manifesta.

PALAVRAS-CHAVE: *Malus domestica* Borkh., fruto, distúrbio fisiológico, pós-colheita, cálcio.

36 **ABSTRACT**

37 **Methods of fruit tissue sampling to assess mineral concentration to**
38 **segregate 'Gala' apples for the occurrence of skin cracking.**

39 The objective of this work was to identify the best fruit tissue sampling method to
40 assess mineral concentration aiming to segregate 'Gala' apples for the occurrence of skin
41 cracking. After cold storage, fruit without and with skin cracking were sampled
42 according to the following methods: 1) sampling of skin + flesh, by removing a
43 longitudinal wedge-shaped segment (1 cm wide at the equator region), without core
44 tissue; 2) sampling of skin (thickness of 2 mm); 3) sampling of flesh bellow the skin
45 (thickness of 2-8 mm); and 4) sampling of flesh by cutting an equatorial slice (about 1
46 cm thick) of the fruit and removing a plug of tissue (10 mm diam.) between the core and
47 the skin. The tissues sampled by different methods were assessed for calcium (Ca),
48 potassium (K), magnesium (Mg) and nitrogen (N), in fruit without and with skin
49 cracking. By sampling skin and skin + flesh, fruit with skin cracking had lower
50 concentration of Ca than fruit without skin cracking ($p=0.0008$ and $p=0.0255$,
51 respectively, for the two sampling methods), without differences between the two
52 groups of fruits for the concentrations of K, Mg and N. By sampling the flesh in a plug
53 of tissue removed from a equatorial slice of the fruit, fruit with skin cracking had higher
54 concentrations of K, Mg and N than fruit without skin cracking ($p<0.05$), without
55 differences between the two groups of fruits for the concentrations of Ca. By sampling
56 flesh bellow the skin, fruit with skin cracking had lower concentration of Ca and higher
57 concentrations of K, Mg and N than fruit without skin cracking ($p<0.05$). The results
58 show that the occurrence of skin cracking in 'Gala' apples is related to low
59 concentrations of Ca in the skin tissue and in the flesh tissue right below the skin, where
60 the disorders develop.

61 **Keywords:** *Malus domestica* Borkh., fruit, physiological disorder, postharvest, calcium.

62

63 A ocorrência de diversos distúrbios fisiológicos em pós-colheita de maçãs, como
64 é o caso de rachaduras, está associada às baixas concentrações de cálcio (Ca), e às altas
65 concentrações de potássio (K), magnésio (Mg) e nitrogênio (N) nos frutos (MEHERIUK
66 et al., 1994). Todavia, o método de amostragem de tecidos para a quantificação dos

Amarante, C.V.T. do, Silveira, J.P.G., Macedo, C.K.B. de, Denardi, V., Steffens, C.A. 2015. Métodos de amostragem de tecidos do fruto para a análise mineral visando segregar maçãs 'Gala' quanto à ocorrência de rachaduras. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

67 teores minerais interfere na capacidade de segregação dos frutos quanto ao risco de
68 ocorrência de distúrbios em pós-colheita (AMARANTE et al., 2013).

69 Vários métodos para a amostragem de tecido de frutos visando analisar o
70 conteúdo mineral têm sido sugeridos por diferentes pesquisadores. A remoção de uma
71 fatia longitudinal de 1,0 cm de espessura de cada fruto, em forma de cunha, com casca,
72 sem a parte central do carpelo, indiferentemente da posição no fruto, foi sugerida por
73 Perring e Wilkinson (1965). No entanto, este método requer uniformidade da espessura
74 da fatia durante a amostragem, para ter a mesma proporção de casca e polpa na amostra.
75 Uma fatia mais larga irá aumentar a proporção de casca em relação a polpa, aumentando
76 o conteúdo de Ca na amostra, já que o teor de Ca é maior na casca do que na polpa
77 (FERGUSON & WATKINS, 1983). Portanto, variações na espessura da fatia aumentará
78 a variabilidade do conteúdo de Ca entre amostras, reduzindo a confiabilidade do método
79 em prever o risco de distúrbios fisiológicos associados à deficiência de Ca. Turner et al.
80 (1977) sugeriram como método de amostragem, cortar uma fatia equatorial (cerca de 1
81 cm de espessura) do fruto, e remover um cilindro de tecido (7 mm diâmetro) da polpa,
82 na parte intermediária entre a casca e o carpelo. Segundo Ferguson et al. (1979), como
83 este método não utiliza a casca na amostra, evita uma fonte potencial de variação das
84 diferentes quantidades de resíduo de pulverização pré-colheita de Ca, remanescente na
85 superfície do fruto. No entanto, Amarante et al. (2013) mostraram que a melhor
86 segregação entre os níveis de severidade de “bitter pit” em maçãs (um distúrbio
87 fisiológico associado à deficiência de Ca) foi alcançada por amostragem da casca, ao
88 invés da polpa, para a quantificação dos teores de Ca e Mg. Segundo estes autores, o
89 conteúdo de Ca e Mg na casca é maior do que na polpa. Desta forma, o conteúdo de Ca
90 e Mg na casca tem uma baixa variabilidade entre amostras e fornece uma melhor
91 segregação entre frutas sem um com “bitter pit”. Deve ser enfatizado que para
92 amostragem de casca, deve-se ter o cuidado de lavar o fruto com água destilada antes da
93 remoção da casca, para remover qualquer resíduo de Ca resultantes de pulverização no
94 pomar com CaCl_2 , realizada comercialmente para melhorar a qualidade do fruto durante
95 a armazenagem.

96 O objetivo deste trabalho foi identificar o melhor método de amostragem de
97 tecidos do fruto para a análise mineral, visando segregar maçãs 'Gala' quanto à
98 ocorrência de rachadura da epiderme.

99 MATERIAL E MÉTODOS

100 Maçãs 'Gala' foram colhidas na maturação comercial, em pomar localizado no
101 município de São Joaquim, SC, no ano de 2012, e armazenados durante cinco meses a
102 0 ± 1 °C ($90\pm 5\%$ UR), seguido de cinco dias a 23 ± 1 °C ($75\pm 5\%$ UR). Após este período,
103 frutos sem e com rachadura da epiderme foram amostrados através dos seguintes
104 métodos: amostragem em cunha longitudinal (com maior espessura na parte externa da
105 casca de 10 mm), contendo tecidos de casca e polpa; amostragem apenas da casca
106 (espessura de 2-3mm); amostragem da polpa logo abaixo da casca (espessura de 5 mm);
107 e corte de uma fatia na região equatorial do fruto (espessura de 10 mm), seguido de
108 remoção de quatro cilindros da polpa (diâmetro de 10 mm), na parte intermediária entre
109 a casca e carpelo. Os diferentes tecidos amostrados foram avaliados quanto às
110 concentrações (em mg kg^{-1} de massa fresca) de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio
111 (Mg) e nitrogênio (N), em frutos sem e com rachadura. A digestão da amostra ($\sim 5,0$ g)
112 foi realizada com uso de $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$, conforme Tedesco et al. (1995), para tecidos de
113 plantas, adaptada para a análise da polpa fresca de maçãs. Os teores de N foram
114 determinados por semimicro-Kjeldahl, e os de K, Mg e Ca por espectrofotometria de
115 absorção atômica.

116 O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com dois
117 tratamentos (frutos sem e com rachadura), e cinco repetições por método de
118 amostragem, sendo cada repetição constituída de cinco frutos. Os dados foram
119 submetidos à análise de variância, para avaliar o nível de significância entre atributos
120 minerais, em frutos sem e com rachadura, nos diferentes métodos de amostragem, com
121 o programa SAS (SAS Institute, 2002).

122

123 RESULTADOS E DISCUSSÃO

124 Na amostragem de casca e cunha (casca e polpa), frutos com rachadura
125 apresentaram concentrações menores de Ca em relação aos frutos sem rachadura
126 ($p=0,0008$ e $p=0,0255$, respectivamente, para os dois métodos de amostragem), não
127 ocorrendo diferenças entre os dois grupos de frutos para as concentrações de K, Mg e N
128 (Tabela 1). Na amostragem de cilindro de polpa na região equatorial, frutos com
129 rachadura apresentaram concentrações maiores de K, Mg e N em relação aos frutos sem
130 rachadura ($p<0,05$), não ocorrendo diferenças entre os dois grupos de frutos para as

Amarante, C.V.T. do, Silveira, J.P.G., Macedo, C.K.B. de, Denardi, V., Steffens, C.A. 2015. Métodos de amostragem de tecidos do fruto para a análise mineral visando segregar maçãs 'Gala' quanto à ocorrência de rachaduras. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

131 concentrações de Ca (Tabela 1). Na amostragem de polpa logo abaixo da casca, frutos
132 com rachadura apresentaram concentrações menores de Ca e maiores de K, Mg e N em
133 relação aos frutos sem rachadura ($p < 0,05$) (Tabela 1).

134 Os resultados obtidos mostram que a ocorrência de rachadura em maçãs 'Gala'
135 está associada as baixas concentrações de Ca na casca e na polpa logo abaixo da casca,
136 tecidos em que esse distúrbio se manifesta. Desta forma, a quantificação de Ca nesses
137 dois tecidos (principalmente na casca), permite segregar frutos sem e com rachadura
138 após armazenamento refrigerado. A amostragem de polpa logo abaixo da casca mostra
139 que além da baixa concentração de Ca, o distúrbio também está associado as altas
140 concentrações de K, Mg e N neste tecido.

141

142 **REFERÊNCIAS**

- 143 AMARANTE, C.V.T.; MIQUELOTO, A.; DE FREITAS, S.T.; STEFFENS, C.A.;
144 SILVEIRA, J.P.G.; CORRÊA, T.R. Fruit sampling methods to quantify calcium and
145 magnesium contents to predict bitter pit development in 'Fuji' apple: A multivariate
146 approach. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.157, p.19-23, 2013.
- 147 FERGUSON I.B.; REID, M.S.; PRASAD, M. Calcium analysis and the prediction of
148 bitter pit in apple fruit. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington,
149 v.22, p.485-490, 1979.
- 150 FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Cation distribution and balance in apple fruit in
151 relation to calcium treatments for bitter pit. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.19,
152 p.301-310, 1983.
- 153 MEHERIUK, M.; PRANGE, R.K.; LIDSTER, P.J.; PORRITT, S.W. *Postharvest*
154 *disorders of apples and pears*. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1994. 67p.
- 155 PERRING, M.A.; WILKINSON, B.G. The mineral composition of apples. IV. The
156 radial distribution of chemical constituents in apples, and its significance in sampling
157 analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.16, n. 8, p.535-541, 1965.
- 158 TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J.
159 *Análise do solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de
160 Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

Amarante, C.V.T. do, Silveira, J.P.G., Macedo, C.K.B. de, Denardi, V., Steffens, C.A. 2015. Métodos de amostragem de tecidos do fruto para a análise mineral visando segregar maçãs 'Gala' quanto à ocorrência de rachaduras. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

161 TURNER, N.A.; FERGUSON, I.B.; SHARPLES, R.O. Sampling and analysis for
 162 determining relationship of calcium concentration to bitter pit in apple fruit. *New*
 163 *Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v.20, p.525-532, 1977.

164

165

166

167

168

169

170 **Tabela 1.** Concentrações de elementos minerais (mg.kg⁻¹ de massa fresca) em maçãs
 171 'Gala' sem e com rachadura, quantificadas em diferentes métodos de amostragem de
 172 tecidos do fruto.

173

Amostragem	Mineral	Sem rachadura	Com rachadura	Probabilidade ^a	CV (%)
Cunha	Ca	87,4	71,0	0,0255	3,46
	Mg	36,4	36,6	ns	1,02
	K	543,5	522,4	ns	40,4
	N	327,1	319,2	ns	19,4
Casca	Ca	159,3	116,4	0,0008	6,65
	Mg	55,3	49,5	ns	1,41
	K	1219,4	1215,0	ns	39,4
	N	662,8	555,0	ns	39,7
Polpa abaixo	Ca	67,0	59,0	0,045	1,96
	Mg	29,6	34,7	0,0259	1,08
	K	421,7	555,8	0,0086	24,8
	N	253,0	350,0	0,0378	21,7
Polpa central	Ca	65,0	62,8	ns	1,07
	Mg	25,0	33,2	0,0002	1,19
	K	405,8	589,8	0,0009	28,8
	N	249,2	334,2	0,0258	17,9

174

175

^a Probabilidade para a diferença entre frutos sem e com rachadura. ns: não significativo (p>0,05).