

## Relação entre teores minerais e ocorrência de escurecimento da polpa em maçãs ‘Gala’

Argenta, L.C<sup>1</sup>., Vieira, M.J<sup>2</sup>., Hahn, L<sup>1</sup>.

<sup>1,2</sup>Engenheiro Agrônomo DSc,

<sup>1</sup>Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, argenta@epagri.sc.gov.br; leandrohahn@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup>Fischer S/A Agroindústria, Rodovia SC 355, Km 24, Fraiburgo, SC 89.580-000, mjvieira@fischerfrutas.com

### Resumo

O escurecimento da polpa em maçãs é a segunda principal causa de perda da produção de maçãs da cultivar ‘Gala’ durante e após a armazenagem. Esse estudo analisou a relação entre os teores minerais na polpa e o desenvolvimento de escurecimento da polpa em maçãs ‘Gala’. Concentrações de N, P, K, Ca e Mg foram determinadas em amostras de maçãs ‘Gala’ de aproximadamente 600 pomares comerciais de SC, 15 dias antes do período de colheita comercial em 2003. Os minerais foram analisados novamente no período de colheita comercial em amostras de 69 pomares selecionados os quais apresentavam concentrações crescentes de cálcio na primeira análise. Uma amostra de 100 maçãs de cada um dos 69 pomares foi armazenada sob atmosfera controlada a 0,8°C por sete meses e analisada depois da armazenagem mais sete dias a 23°C. Houve correlação significativa entre severidade de escurecimento da polpa, firmeza da polpa determinada após a armazenagem e a relação K+Mg/Ca embora os coeficientes de correlação tenham sido baixos. Entretanto, ao desenvolvimento de escurecimento da polpa não se correlacionou com os teores individuais dos minerais. Nesse estudo, as maçãs da maioria dos pomares não foram afetadas por *bitter pit* e rachadura senescente e não houve correlação desses distúrbios com os teores minerais.

**Palavras chave:** *Malus domestica*, distúrbios fisiológicos, *bitter pit*, cálcio

### Relationship between mineral content and occurrence of flesh browning in 'Gala' apples

#### Abstract

The flesh browning is the second major cause of 'Gala' apple production losses during and after storage. This study analyzed the relationship between mineral content in the fruit and the development of flesh browning in 'Gala' apples. Concentrations of N, P, K, Ca, and Mg were determined in samples of 'Gala' apples from approximately 600 commercial orchards of SC, 15 days before the commercial harvest period in 2003. The minerals were determined again in the commercial harvest period in samples from 69 selected orchards which presented increasing calcium concentrations in the first analysis. A sample of 100 apples from each selected orchard was stored in a controlled atmosphere at 0.8°C for seven months and assessed after storage plus seven days at 23°C. There was a significant correlation between flesh browning, fruit firmness determined after storage, and the K+Mg/Ca ratio, although the correlation coefficients were low. However, the development of flesh browning did not correlate with unique mineral content. In this study, apples from most orchards were not affected by the bitter pit and senescent cracking, and there was no correlation of these disorders with mineral content.

**Key Words:** physiological disorders, rots, calcium

#### Introdução

O escurecimento da polpa em maçãs é a segunda principal causa de perda da produção de maçãs da cultivar ‘Gala’ durante e após a armazenagem (ARGENTA et al., 2021a). Esse distúrbio aumenta com a colheita tardia, com o tempo de armazenagem e de prateleira após a armazenagem indicando que possivelmente é um dano por senescência (ARGENTA e MONDARDO, 1994; LEE et al., 2016; 2016; ARGENTA et al., 2018). Entretanto, outros estudos apontam que o escurecimento da polpa de maçãs ‘Gala’ pode ser uma expressão de dano por frio (BRACKMANN et al., 1996; MAZZURANA et al., 2016). De maneira geral, a incidência e severidade de muitos distúrbios fisiológicos em maçãs, incluindo aqueles relacionados a senescência e estresses por temperatura e concentrações de gases da atmosfera de armazenagem, podem aumentar devido a desequilíbrios nos teores minerais nos frutos especialmente de cálcio (WATKINS e MATTHEIS, 2019). Esse estudo objetivou avaliar a relação entre os teores minerais na polpa e o desenvolvimento de escurecimento da polpa em maçãs ‘Gala’.

### Material e Métodos

Maçãs cv. Gala e seus clones mutantes foram amostradas em aproximadamente 600 pomares comerciais (30 maçãs por pomar) de diferentes regiões de Santa Catarina 15 dias antes do ponto de colheita comercial, em 2003. As concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram determinadas nos frutos dessas amostras um dia após a colheita, conforme descrito previamente (SOUZA et al., 2013). A partir dessas análises selecionou-se 69 pomares com concentrações crescentes de cálcio. No período de colheita comercial, colheu-se 120 maçãs de cada pomar selecionado. Uma subamostra de 20 maçãs foi analisada um dia após a colheita quanto a firmeza da polpa e teores minerais da polpa. Uma subamostra de 100 maçãs foi resfriada em 24 h após a colheita, submetidas a 0,8 °C, 1.8% de O<sub>2</sub> e 2.0% de CO<sub>2</sub> três dias após a colheita e mantida nessas concentrações (AC, atmosfera controlada) por sete meses. A firmeza da polpa e a incidência e severidade dos distúrbios escurecimento da polpa, rachadura senescente, *bitter pit* e podridões, foram analisadas após a armazenagem e período de maturação a 23 °C (7 dias), conforme descrito em Argenta et al., 2021. Escore 1 significa ausência de distúrbio enquanto os escores 3 (para podridões e rachadura) ou 4 (para escurecimento da polpa e *bitter pit* significam severidade máxima do distúrbio).

Os dados foram submetidos ANOVA e as relações entre teores minerais e a incidência de distúrbios fisiológicos e podridões foram determinadas pelo teste de correlação de *Pearson* e a significância das correlações pelo teste F.

### Resultados e Discussão

Na colheita, as maçãs apresentaram firmeza da polpa média de 17,6±1 lb. Os teores de cálcio (Ca) na polpa dos frutos dos 69 pomares avaliados variaram de 32.0 a 63.4 mg kg<sup>-1</sup> enquanto a relação K+Mg/Ca variou de 16.7 a 33.3 (Figura 1). A incidência de frutos com escurecimento da polpa foi alta para a maioria dos pomares e a severidade média de cada pomar variou de 1 (ausência de dano) a 2.3.

Houve correlação significativa entre severidade de escurecimento da polpa, firmeza da polpa determinada após a armazenagem e a relação K+Mg/Ca, embora os coeficientes de correlação tenham sido baixos (Tabela 1 e Figura 2). Ou seja, quanto maior a relação K+Mg/Ca, maior severidade do escurecimento da polpa e menor a firmeza da polpa. No entanto, não houve correlação significativa da firmeza da polpa e severidade do escurecimento da polpa com o teor de cálcio. Também não houve correlação significativa entre a incidência de *bitter pit* e a concentração de cálcio ou relação K+Mg/Ca (Tabela 1, Figura 2). Isso se deve ao fato de que na safra de 2003, os teores de cálcio dos frutos estavam relativamente altos e a incidência de *bitter pit* foi zero na

maioria dos pomares (Figura 2). Da mesma forma, não ocorreu rachadura senescente nos frutos da maioria dos pomares e não houve correlação entre a incidência desse distúrbio e os teores minerais. O desenvolvimento de podridões não se correlacionou com os teores de Ca nem com a relação K+Mg/Ca (Tabela 1).

Nesse estudo, não houve correlação significativa entre teores de nitrogênio, fósforo ou potássio com a severidade dos distúrbios fisiológicos, podridões e firmeza na polpa (dados não apresentados).

### **Conclusões**

O risco de desenvolvimento de escurecimento da polpa em maçãs cv. Gala aumenta quando as maçãs apresentam alta relação K+Mg/Ca.

Nesse estudo não se observou correlação significativa entre incidência de escurecimento da polpa e teores de N, P, K, Ca e Mg.

### **Agradecimentos**

À Associação Brasileira de Produtores de Maçãs pelo apoio financeiro.

### **Referências bibliográficas**

- ARGENTA, L. C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs 'Gala' após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 6, n. 2, p. 135-140, 1994.
- ARGENTA, L. C.; SCOLARO, A. M. T.; DO AMARANTE, C. V. T.; VIEIRA, M. J. Preharvest treatment of 'Gala' apples with 1-MCP and AVG – II: Effects on fruit quality after storage. **Acta Horticulturae**, v. 1194, p. 127-133, 2018.
- ARGENTA, L. C.; DE FREITAS, S. T.; MATTHEIS, J. P.; VIEIRA, M. J.; OGOSHI, C. Characterization and quantification of postharvest losses of apple fruit stored under commercial conditions. **HortScience**, v. 56, n. 5, p. 608-616, 2021a.
- ARGENTA, L. C.; DO AMARANTE, C. V. T.; BRANCHER, T. L.; BETINELLI, K. S.; BARTINICK, V. A.; NESI, C. N. Comparison of fruit maturation and quality of 'Gala' apple strains at harvest and after storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 1, p. 1-10, 2021b.
- BRACKMANN, A.; ARGENTA, L. C.; MAZARO, S. M. Concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> na qualidade de maçãs (*Malus domestica* Bork)cv. Gala, armazenadas a 0,5° e 2,5°C. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 1, p. 51-56, 1996.
- LEE, J.; MATTHEIS, J. P.; RUDELL, D. R. Storage temperature and 1-methylcyclopropene treatment affect storage disorders and physiological attributes of 'Royal Gala' apples. **HortScience**, v. 51, n. 1, p. 84-93, 2016.
- MAZZURANA, E. R.; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T. D.; STEFFENS, C. A. Potenciais benefícios do aumento da temperatura de armazenagem em atmosfera controlada de maçãs 'Gala' tratadas com 1-mcp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2016.
- SOUZA, F.; ARGENTA, L. C.; NAVA, G.; ERNANI, P. R.; AMARANTE, C. V. T. Qualidade de maçãs 'fuji' influenciada pela adubação nitrogenada e potássica em dois tipos de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 305-315, 2013.
- WATKINS, C. B.; MATTHEIS, J. P. Apple. In: DE FREITAS, S. T. AND PAREEK, S. (Ed.). **Postharvest physiological disorders in fruits and vegetables**. Boca Raton, FL CRC Press Taylor & Francis Group., 2019. cap. 8, p. 165-206.

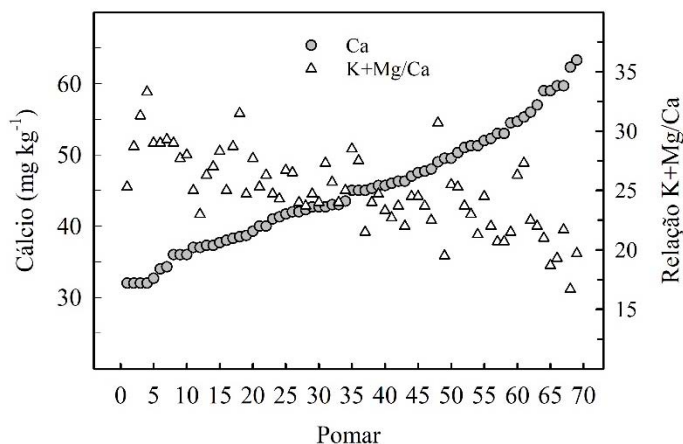


Figura 1. Teores de cálcio e relação potássio + magnésio/cálcio (K+Mg/Ca) na polpa de maçãs cv. Gala de 69 pomares. As análises foram feitas um dia após a colheita numa amostra de 20 frutos por pomar.

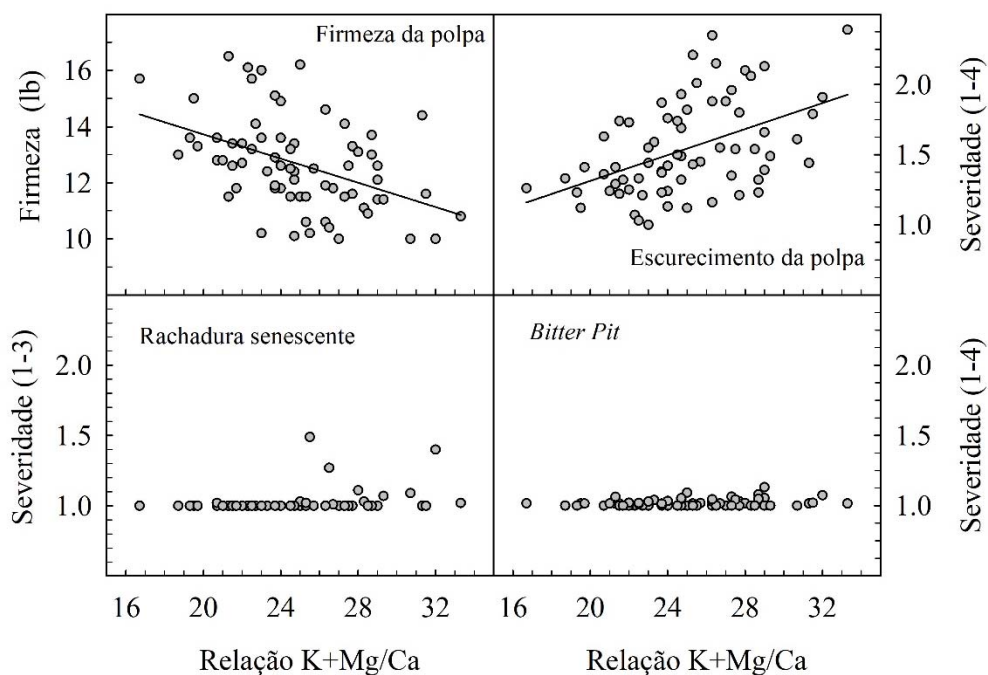


Figura 2. Firmeza da polpa e severidade de distúrbios escurecimento da polpa, *bitter pit* e rachadura senescente e em função da relação potássio + magnésio/cálcio (K+Mg/Ca) na polpa de maçãs cv. Gala de 69 pomares. Dados referentes a análises realizadas após sete meses de armazenagem sob AC (1.8 % O<sub>2</sub> + 2% CO<sub>2</sub>) mais 7 dias a 23°C em amostra de 100 frutos por pomar. O índice de severidade 1 indica ausência do distúrbio.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de *Pearson* entre os teores de cálcio (Ca) ou relação potássio + magnésio/cálcio (K+Mg/Ca), a firmeza da polpa e severidade de distúrbios fisiológicos em maçãs cv. Gala de 69 pomares. Teores minerais analisados um dia após a colheita e distúrbios fisiológicos analisados após sete meses de armazenagem em AC (1.8 % O<sub>2</sub> + 2% CO<sub>2</sub>) mais sete dias a 23°C.

	<b>Teor de Ca</b>	<b>Relação K+Mg/Ca</b>
Firmeza da polpa na colheita	0.224 <sup>ns</sup>	-0.297 <sup>*</sup>
Firmeza da polpa após a armazenagem	0.356 <sup>ns</sup>	-0.514 <sup>**</sup>
Escurecimento da polpa	0.170 <sup>*</sup>	0.523 <sup>***</sup>
<i>Bitter pit</i>	-0.217 <sup>ns</sup>	0.269 <sup>ns</sup>
Rachadura senescente da polpa	0.099 <sup>ns</sup>	0.053 <sup>ns</sup>
Podridão	-0.110 <sup>ns</sup>	0.362 <sup>ns</sup>

Correlação não significativa (ns) ou significativa: P < 0.001 (\*\*\*), P < 0.01 (\*\*), P < 0.05 (\*).