

AValiação DA TEXTURA COM DIFERENTES VELOCIDADES DE TESTE EM MAÇÃS 'GALA' ARMAZENADAS

Jéssica Mayumi Anami¹
Diana Carolina Lima Freitas¹
Raquel Carlos Fernandes¹
Karina Soardi¹
Deyse Jhoana Camayo Mosquera¹
Nicole Tavares Vermohlen²

RESUMO: Para que uma maçã seja considerada uma fruta de qualidade, deve-se considerar características externas e internas. As avaliações de qualidade nos frutos no período pós-colheita podem contribuir para que o produto seja ofertado aos consumidores em boas condições de consumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação de diferentes velocidades de teste de textura com os parâmetros de qualidade pós-colheita de firmeza de polpa, cor de fundo, sólidos solúveis, acidez titulável e pH em maçãs 'Gala' armazenadas. Os tratamentos foram constituídos de diferentes velocidades na avaliação de textura dos frutos, utilizando 3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹, 7 mm.s⁻¹, 9 mm.s⁻¹ e 1 mm.s⁻¹, com uma ponteira cilíndrica com 2 mm de diâmetro, modelo PS2, e uma profundidade de penetração de 20 mm. Em todos os tratamentos realizados, a firmeza de polpa teve a maior correlação com a força de ruptura da casca e da polpa. A correlação entre o ângulo *hue* (cor de fundo) com a força de ruptura de casca não foi significativa nos tratamentos avaliados. Porém quando correlacionado com a força de ruptura de polpa, os tratamentos de 7 mm.s⁻¹ e 9 mm.s⁻¹ foram significativos a 5%, e o tratamento de 3 mm.s⁻¹ a 1% de significância. acidez titulável foi significativa a 1% quando correlacionada a força de ruptura de casca, com o tratamento de 7 mm.s⁻¹; e a força de ruptura de polpa foi significativa também a 1% quando aplicado o tratamento 3 mm.s⁻¹. A firmeza de polpa quando correlacionada com os atributos de textura (força para ruptura de casca e de polpa) é altamente significativa, tendo a velocidade de teste de 7 mm.s⁻¹ a correlação mais alta para a força de ruptura de polpa. As variáveis de sólidos solúveis e pH não apresentaram significância quando correlacionados com as forças de ruptura de casca e de polpa em nenhum dos tratamentos realizados.

Palavras-chave: Pós-colheita, *Malus domestica*, firmeza;

EVALUATION OF TEXTURE WITH DIFFERENT TEST SPEEDS ON 'GALA' APPLE STORED

1 Mestrandas em Produção Vegetal – CAV/UDESC

2 Graduanda em Engenharia Agrônômica – CAV/UDESC

ABSTRACT: For an apple to be considered a quality fruit, one must consider external and internal characteristics. Quality evaluations of fruits in the post-harvest period may contribute to the product being offered to consumers in good consumption conditions. The objective of this work was to evaluate the correlation of different texture test velocities with the post-harvest quality parameters of pulp firmness, background color, soluble solids, titratable acidity and pH in stored 'Gala' apples. The treatments were composed of different velocities in the evaluation of fruit texture, using 3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹, 7 mm.s⁻¹, 9 mm.s⁻¹ and 1 mm.s⁻¹, with a 2 mm diameter

cylindrical tip, model PS2, and a penetration depth of 20 mm. In all treatments, the firmness of pulp had the highest correlation with the breaking strength of the peel and the pulp. The correlation between hue angle (background color) and bark strength was not significant in the evaluated treatments. However, when correlated with the pulp rupture strength, the treatments of 7 mm.s⁻¹ and 9 mm.s⁻¹ were significant at 5%, and the treatment of 3 mm.s⁻¹ at 1% significance. Titratable acidity was significant at 1% when correlated with peel rupture strength, with treatment of 7 mm.s⁻¹; and the pulp rupture strength was also significant at 1% when the 3 mm.s⁻¹ treatment was applied. Pulp firmness when correlated with texture attributes (strength for peel and pulp rupture) is highly significant, with the test velocity of 7 mm.s⁻¹ the highest correlation for pulp breaking strength. Soluble solids and pH variables were not significant when correlated with bark and pulp breaking forces in none of the treatments.

Keywords: post-harvest, Malus domestica, firmness;

INTRODUÇÃO

A maçã é uma das frutas mais comercializadas no Brasil. A região sul é o local de maior produção de maçã no país. Os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina são responsáveis por aproximadamente 99% do total produzido (KIST et al, 2018). A 'Gala' é uma das cultivares mais importantes no sul do Brasil, por ser a mais precoce das três principais cultivares mais plantadas no país, geralmente alcança bons preços no mercado (EPAGRI, 2006).

Para que uma maçã seja considerada uma fruta de qualidade, deve-se considerar características externas, como tamanho, forma, cor e ausência de defeitos mecânicos, e características internas, como firmeza, textura, sólidos solúveis, conteúdo de amido e acidez (MUSACCHI; SERRA, 2018).

Segundo a Epagri (2006), a 'Gala' é uma das cultivares cuja popularidade vem crescendo mais rapidamente em todo o mundo, devendo-se a sua excelente qualidade gustativa e à boa aparência dos seus frutos, que são crocantes, suculentos e bem balanceados em ácidos e sólidos solúveis.

O consumo regular de maçã é benéfico à saúde humana, pois a fruta tem alta quantidade de fibras, é pouco calórica e rica em vitaminas e minerais essenciais ao organismo. Além disso, a maçã é rica em flavonoides, antocianinas e polifenóis, encontrados principalmente na casca. Aliada a uma alimentação regular, a maçã pode contribuir para diminuir riscos de câncer, casos de diabetes e doenças cardiovasculares, e melhorar o sistema imunológico, por conter propriedades anti-inflamatórias (TSAO, 2016).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), as características externas de qualidade dão ao produto um diferencial, e é de extrema importância na decisão da compra pelo consumidor. As características internas, que incluem sabor e aroma contribuem para a aceitação do produto adquirido. De acordo com Szczesniak (2002), os consumidores preferem maçãs crocantes e suculentas que são dependentes da estrutura celular e resposta das células às forças aplicadas.

A textura da fruta da maçã, descrita pela firmeza, frescura e suculência, tem sido extensivamente estudado por causa das preferências do consumidor (PENEAU et al., 2006). A textura dos tecidos vivos é determinada por anatomia celular, pressão de turgescência e composição da parede celular, e durante a maturação as células da polpa mantêm as propriedades osmóticas e existe pequena perda de turgescência se os frutos forem mantidos sob alta umidade relativa do ar (EPAGRI, 2006).

Em geral, nas frutas, a textura está relacionada com a elasticidade do fruto, do turgor celular, da coesividade das células do vegetal e com a força necessária para que o produto sofra alguma deformação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A arquitetura dos tecidos determina a textura dos frutos através do turgor celular e pela composição e estrutura da parede celular, isto é, microfibrilas rígidas de celulose mantidas pela matriz de glicano e pectina, juntamente com quantidades menores de proteínas estruturais e fenólicos (TING et al. 2013).

Ao longo do processo de amadurecimento dos frutos, ocorre a perda progressiva da firmeza e da textura, como consequência de vários mecanismos ocorrendo simultaneamente, tais como ação de enzimas hidrolíticas e distribuição dos polímeros das paredes celulares. Porém, em maçãs não tem sido observada a degradação da celulose durante a maturação, portanto a redução da firmeza da polpa de maçãs tem sido atribuída às atividades da exo-poligalaturonase (PG), β -galactosidase e esterase da pectina que degradam os polissacarídeos pécticos da parede celular e da lamela média (BARTLEY; KNEE, 1982).

Segundo Charles et al. (2017), alterações na textura de maçãs podem ocorrer devido ao período de colheita e a altitude em que foram cultivadas. Os autores argumentam que a altitude pode interferir nas características das estações ao longo do ano, atingindo inclusive a temperatura, e isto levaria a diferentes padrões de divisão celular nos frutos pela planta. Enquanto as características da fruta são modificadas pela arquitetura do pomar, as propriedades texturais são determinadas primariamente pelas características genéticas das cultivares (HARKER et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação de diferentes velocidades de teste de textura com os parâmetros de qualidade pós-colheita de firmeza de polpa, cor de fundo, sólidos solúveis, acidez titulável e pH em maçãs 'Gala' armazenadas.

MATERIAL E MÉTODOS

As maçãs cultivar 'Gala' foram colhidas na safra 2017/2018, em pomar comercial localizado no município de Vacaria, RS (50°42' W; 28°33' S; 955 m de altitude). Em seguida, os frutos foram transportados ao laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós Colheita onde foram selecionados, eliminando-se aqueles com defeitos e realizada a homogeneização das amostras experimentais. Os tratamentos foram constituídos de diferentes velocidades na avaliação de textura dos frutos, utilizando 3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹, 7 mm.s⁻¹, 9 mm.s⁻¹ e 1 mm.s⁻¹, com uma ponteira cilíndrica com 2 mm de diâmetro, modelo PS2, e uma profundidade de penetração de 20 mm.

Após o armazenamento refrigerado (1±0,5°C e UR 92±5%) por 3 meses, os frutos ficaram expostos por sete dias em condições ambiente (23±5°C e 60±5% de UR), para simular o período de comercialização e, avaliados quanto à textura, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável e pH.

A firmeza foi determinada na região equatorial dos frutos com auxílio de um penetrômetro eletrônico modelo TAXT-plus® (Stable Micro Systems Ltd., Reino Unido), em dois lados opostos, onde previamente foi retirado uma pequena porção da epiderme. Sendo os dados da variável expressa em Newtons (N).

A cor de fundo foi avaliada utilizando um colorímetro Minolta, modelo CR-300, e os resultados expressos em luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade.

Para a avaliação de acidez titulável e pH, foi utilizado 5ml de material previamente triturado e homogeneizado em 45 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,1 M padronizada, tendo-se como ponto de viragem o pH = 8,2. Os resultados foram expressos pelo equivalente em gramas de ácido málico por 100 gramas de amostra (met. 942.15 da AOAC, 1997).

Já para sólidos solúveis, os teores foram obtidos a partir de gotas do material triturado, medido em refratômetro digital marca Atago, modelo Pallette – 101, com os resultados expressos em °Brix (met. 932.12 da AOAC, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi composto de 25 repetições, sendo cada unidade experimental

constituída de 1 fruto. Os dados obtidos foram submetidos a análise de correlação, com auxílio do programa estatístico SAS®, a níveis de 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Os resultados da correlação entre a análise de textura e os atributos de qualidade estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Correlação de Força de Ruptura de Casca e Força de Ruptura de Polpa para os atributos de qualidade de firmeza de polpa, cor de fundo (ângulo *hue*), acidez titulável, sólidos solúveis e pH em maçãs 'Gala' para cada tratamento.

Table 1. Peel rupture strength correlation and pulp rupture strength for pulp firmness, background color (*hue*), titratable acidity, soluble solids, and pH values for 'Gala' apples stored for each treatment.

3 mm.s ⁻¹		
	Força ruptura casca (N)	Força ruptura polpa (N)
Firmeza (N)	0.58171**	0.66132**
Ângulo <i>hue</i>	0.2738 ^{ns}	0.4803**
Acidez titulável (% ácido málico)	0.34786 ^{ns}	0.5222**
Sólidos solúveis (°Brix)	0.07347 ^{ns}	0.38412 ^{ns}
pH	-0.34684 ^{ns}	-0.49047**
5 mm.s ⁻¹		
	Força ruptura casca (N)	Força ruptura polpa (N)
Firmeza (N)	0.61198**	0.55677**
Ângulo <i>hue</i>	0.27129 ^{ns}	0.31011 ^{ns}
Acidez titulável (% ácido málico)	-0.17927 ^{ns}	-0.07660 ^{ns}
Sólidos solúveis (°Brix)	-0.14679 ^{ns}	-0.03728 ^{ns}
pH	-0.05374 ^{ns}	0.13183 ^{ns}
7 mm.s ⁻¹		
	Força ruptura casca (N)	Força ruptura polpa (N)
Firmeza (N)	0.54686**	0.89118**
Ângulo <i>hue</i>	0.30993 ^{ns}	0.4761*
Acidez titulável (% ácido málico)	-0.48946**	-0.26469 ^{ns}
Sólidos solúveis (°Brix)	-0.29777 ^{ns}	-0.18082 ^{ns}
pH	-0.25200 ^{ns}	-0.02258 ^{ns}
9 mm.s ⁻¹		
	Força ruptura casca (N)	Força ruptura polpa (N)
Firmeza (N)	0.43812*	0.81982**
Ângulo <i>hue</i>	0.27151 ^{ns}	0.46680*
Acidez titulável (% ácido málico)	0.04666 ^{ns}	0.36713 ^{ns}
Sólidos solúveis (°Brix)	-0.30405 ^{ns}	0.10917 ^{ns}
pH	0.15737 ^{ns}	0.18068 ^{ns}
1 mm.s ⁻¹		
	Força ruptura casca (N)	Força ruptura polpa (N)
Firmeza (N)	0.46019*	0.80495**
Ângulo <i>hue</i>	0.11012 ^{ns}	0.05208 ^{ns}
Acidez titulável (% ácido málico)	-0.00608 ^{ns}	0.20072 ^{ns}
Sólidos solúveis (°Brix)	0.02088 ^{ns}	0.11851 ^{ns}
pH	-0.05116 ^{ns}	-0.01746 ^{ns}

Ns – não significativo; ** Significativo a 1%; * Significativo a 5%

DISCUSSÃO

Em todos os tratamentos realizados (3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹; 7 mm.s⁻¹; 9 mm.s⁻¹ e 1 mm.s⁻¹), a firmeza de polpa teve a maior correlação com a força de ruptura da casca e da polpa. Espíndola (2012) observou resultados semelhantes, ao utilizar a mesma programação em frutos de ameixa. Billy et al. (2008) avaliando as cultivares de maçã 'Fuji' e 'Golden Delicious' após o período de armazenamento encontraram alta correlação dos parâmetros de firmeza e dureza com os parâmetros sensoriais de suculência e crocância.

Após o armazenamento dos frutos, quando estes são transportados e comercializados, ocorrem alterações da textura, representada pela perda progressiva da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme, em função da degradação da clorofila, bem como pela síntese de outros pigmentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A forma de armazenamento das maçãs durante o período pós-colheita é crucial para evitar alterações de textura e firmeza nos frutos. Ganai et al. (2018) encontraram redução da firmeza dos frutos quando mantidos em temperatura ambiente após a colheita.

A correlação entre o ângulo *hue* (cor de fundo), que é uma variável dependente do amadurecimento do fruto, com a força de ruptura de casca não foi significativa nos tratamentos avaliados. Porém quando correlacionado com a força de ruptura de polpa, os tratamentos de 7 mm.s⁻¹ e 9 mm.s⁻¹ foram significativos a 5%, e o tratamento de 3 mm.s⁻¹ a 1% de significância. Os atributos de textura podem estar relacionados à ação do etileno, que promove a atividade de enzimas responsáveis pelo amolecimento dos frutos (MAJUMDER; MAZUMDAR, 2002).

Atributos de qualidade em maçãs também foi estudada por Cliff e Bejaei (2018) utilizando as cultivares Ambrosia, Aurora Golden Gala™, Fuji, Imperial Gala, McIntosh Silken e Salish™, onde afirmam que a acidez titulável possui correlação significativa com os atributos de firmeza a 5% de probabilidade, diferente do observado no presente estudo com maçãs 'Gala', onde a variável de acidez titulável foi significativa a 1% quando correlacionada a força de ruptura de casca, com o tratamento de 7 mm.s⁻¹; e a força de ruptura de polpa foi significativa também a 1% quando aplicado o tratamento 3 mm.s⁻¹.

As variáveis de sólidos solúveis e pH não apresentaram significância quando correlacionados com as forças de ruptura de casca e de polpa em nenhum dos tratamentos realizados.

CONCLUSÕES

A firmeza de polpa quando correlacionada com os atributos de textura (força para ruptura de casca e de polpa) é altamente significativa, tendo a velocidade de teste de 7 mm.s^{-1} a correlação mais alta para a força de ruptura de polpa. Sólidos solúveis e o pH não apresentaram correlação com os atributos de força de ruptura de casca e de polpa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro a este projeto e a empresa produtora de maçã Schio, por apoiar a pesquisa fornecendo os frutos para o experimento.

REFERÊNCIAS

BARTLEY, I. M.; KNEE, M. The chemistry of textural changes in fruit during storage. *Food Chemistry*, v.9, p. 47-58, 1982.

BILLY, Ludivine et al. Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage. *Postharvest Biology And Technology*, v. 47, n. 3, p.315-324, mar. 2008.

CHARLES, Mathilde et al. Application of a sensory-instrumental tool to study apple texture characteristics shaped by altitude and time of harvest. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, v. 98, n. 3, p.1095-1104, 5 set. 2017.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças. Lavras, MG: Escola Superior de Agricultura de Lavras - FAEPE, 2005.

CLIFF, Margaret A.; BEJAEI, Masoumeh. Inter-correlation of apple firmness determinations and development of cross-validated regression models for prediction of sensory attributes from instrumental and compositional analyses. *Food Research International*, v. 106, p.752-762, abr. 2018.

EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. 743 p

ESPÍNDOLA, B. P. Fatores associados à manifestação do escurecimento de polpa em ameixas. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado de Santa Catarina, 2012.

GANAI, S. A.; et al. Effect of maturity stages and postharvest treatments on physical properties of apple during storage. *Journal Of The Saudi Society Of Agricultural Sciences*, v. 17, n. 3, p.310-316, jul. 2018.

GOULAO, L. F.; OLIVEIRA, C. M. Cell wall modifications during fruit ripening: When a fruit is not the fruit. *Trends in Food Science and Technology*, v. 19, n. 1, p. 4–25, 2008.

KIST, Benno Bernardo. Anuário Brasileiro da Maçã. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2018. 56 p

MAJUMDER, K.; MAZUMDAR, B.C. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and Evolution of ethylene. *Scientia Horticulturae*, v.96, p.91-101, 2002.

MUSACCHI, Stefano; SERRA, Sara. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, v. 234, p.409-430, abr. 2018.

PENEAU, S.; HOEHN, E.; ROTH, H. R.; ESCHER, F.; NUESSELI, J. (2006). Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference*, v. 17, n. 1, p. 9-19. 2006.

SAS INSTITUTE. Getting started with the SAS learning edition. Cary: SAS, 200 p., 2009.

SZCZESNIAK, A. S.; Texture is a sensory property. Food Quality and Preference. Vol. 13, Issue 4, pg. 215-225. Jun.2002.

TING, V. J. L.; SILCOCK, P.; BREMER, P. J.; BIASIOLI, F. X-ray micro-computer tomographic method to visualize the microstructure of different apple cultivars. Journal of Food Science, v. 78, n. 11, p.1735-1742, 2013.

TSAO, R.. Apples. Encyclopedia Of Food And Health, p.239-248, 2016.