

DIFERENTES VELOCIDADES DE PRÉ-TESTE PARA AVALIAÇÃO DE TEXTURA EM MAÇÃS 'GALA'

Raquel Carlos Fernandes¹
Jéssica Mayumi Anami²

RESUMO: A maçã é uma das frutas com grande representatividade de produção na região sul do Brasil. 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. Este trabalho teve como objetivo avaliar a correlação de diferentes velocidades de pré-teste na avaliação da textura de maçãs 'Gala' com os parâmetros de qualidade de firmeza de polpa, cor da epiderme, sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Os tratamentos utilizados foram velocidades de 3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹; 15 mm.s⁻¹; 20 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹ programadas no texturômetro eletrônico TAXT Plus. Além dos testes de textura, foram realizadas análises de cor da epiderme com colorímetro eletrônico, firmeza de polpa com texturômetro eletrônico, sólidos solúveis com refratômetro, pH e acidez titulável com um titulador automático. Os dados foram submetidos a análise estatística de correlação pelo programa estatístico SAS[®] a 1 e 5% de probabilidade. Os resultados indicaram que em todas as velocidades testadas, houve uma correlação significativa entre a textura (força de ruptura de casca e força de ruptura de polpa) e a firmeza de polpa. Para o atributo de pH, apenas a velocidade de 10 mm.s⁻¹ para a força de ruptura de polpa teve correlação significativa.

Palavras-chave: *Malus domestica*, pós-colheita, qualidade.

DIFFERENT PRE-TEST SPEEDS FOR TEXTURE EVALUATION IN 'GALA' APPLES

ABSTRACT: The apple is one of the fruits with great representativeness of production in the southern region of Brazil. Quality evaluations of fruits in the post-harvest period may contribute to the product being offered to consumers in good consumption conditions. This work aimed to evaluate the correlation of different pre-test velocities in the evaluation of 'Gala' apples texture with the parameters of pulp firmness, color of the epidermis, soluble solids, titratable acidity and pH. The treatments used were velocities of 3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹; 15 mm.s⁻¹; 20 mm.s⁻¹ and 10 mm.s⁻¹ programmed in the TAXT Plus electronic texturometer. In addition to the texture tests, color analysis of the epidermis was performed with electronic colorimeter, pulp firmness with electronic texturometer, soluble solids with refractometer, pH and titratable acidity with an automatic titrator. The data were submitted to statistical analysis of correlation by the statistical program SAS[®] at 1 and 5% probability. The results indicated that at all speeds tested, there was a

1 Engenheira Agrônoma, Universidade do Estado de Santa Catarina.

2 Engenheira Agrônoma, Universidade do Estado de Santa Catarina.

significant correlation between texture (peel strength and pulp breaking force) and pulp firmness. For the pH attribute, only the velocity of 10 mm.s⁻¹ for pulp rupture strength had significant correlation.

Keywords: Malus domestica, post-harvest, quality.

INTRODUÇÃO

A maçã está entre uma das frutas mais comercializadas no Brasil. No ano de 2017, a fruta ocupou o quarto lugar entre os produtos oriundos da fruticultura comercializados em centros de abastecimento em todo o país. Sua comercialização movimentou um total 412,3 mil toneladas do produto, representando 1,6 bilhão de reais (KIST et al, 2018).

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. No estado gaúcho, os pomares estão concentrados na região dos Campos de Cima da Serra, como na cidade de Vacaria, e em Santa Catarina, as áreas produtoras se concentram nos municípios de São Joaquim e Fraiburgo. No Paraná, o cultivo comercial de macieiras está localizado nas regiões de Lapa e Palmas (KIST et al, 2018).

A produção e o cultivo de maçãs são influenciados por diversos fatores ambientais, que incluem umidade, luminosidade, temperatura, tipo de solo e clima, por fatores genéticos, como variedade da copa e do porta-enxerto, e por fatores agrônômicos, como polinização, sistema de condução, podas, nutrição mineral e irrigação. 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).

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.

A aparência de um produto está relacionada com os componentes visíveis ao consumidor, tais como tamanho, forma, cor, brilho e ausência de defeitos físicos ou fisiológicos. A avaliação de textura inclui características de firmeza, maciez, suculência, resistência, fibrosidade e granulabilidade. O sabor e aroma de um fruto são avaliados pela doçura, adstringência, acidez, amargor e compostos voláteis presentes. Além destes atributos de qualidade, o consumidor também busca por

produtos que tenham valor nutritivo e sejam seguros, livres de contaminantes, produtos tóxicos à saúde, como micotoxinas ou contaminação microbiológica (BEZERRA, 2003).

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).

O conteúdo de compostos fenólicos em maçãs é variável nas porções polpa e casca. Segundo Łata, Trampczynska e Paczesna (2009), o conteúdo de catequina na casca de maçãs 'Gala' é de 1,48 mg g⁻¹, enquanto na polpa a concentração é de 0,5 mg g⁻¹. O mesmo ocorre para as concentrações de epicatequina, que é encontrada 1,99 mg g⁻¹ na casca e 0,58 mg g⁻¹ na polpa.

A cultivar 'Gala' está entre as cultivares de maior importância econômica no Brasil. Seus frutos são caracterizados por apresentarem epiderme vermelho-rajada sobre cor de fundo amarela e possuir pouco russeting. O formato dos frutos da 'Gala' é redondo-cônico, tamanho pequeno a médio, com polpa de cor amarelo-creme e com um bom equilíbrio entre ácidos e sólidos solúveis, além de ser suculenta, crocante e firme. A planta tem seu porte classificado como semi-vigoroso e é bem adaptada a regiões brasileiras com altitudes acima de 1300 m. Durante seu ciclo produtivo, é muito suscetível a doenças como sarna, oídio e mancha foliar. A época de floração ocorre entre os meses de setembro e outubro e a maturação dos frutos entre janeiro e fevereiro, sendo uma das cultivares mais precoces no Brasil. Diversas mutações da cultivar foram criadas e cultivadas pelos agricultores, entre elas 'Royal Gala', 'Red Gala', e 'Imperial Gala' (EPAGRI, 2006).

Alguns padrões de qualidade são utilizados para assegurar o produtor de que o fruto está no momento correto de ser colhido, a fim de buscar o maior tempo de armazenamento mantendo a melhor qualidade da fruta. Para maçãs 'Gala', a firmeza de polpa ideal no momento da colheita é de 17 a 19 libras, com sólidos solúveis totais maior que 11° Brix, e acidez titulável total entre valores de 5,2 a 6,0 cmol/L. Seguindo estes parâmetros, é possível manter maçãs 'Gala' armazenadas em atmosfera refrigerada por até 5 meses, em temperatura de 0°C e umidade relativa de 95%. Em atmosfera controlada, o período de armazenamento pode se estender até

9 meses, se mantidas em condições de 0°C, 95% de umidade relativa e pressões parciais de 1kPa de O₂ e 2 kPa de CO₂ (GIRARDI; BENDER, 2003).

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

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita do CAV/UEDESC em Lages, Santa Catarina. Utilizaram-se frutos de maçã cultivar 'Gala' colhidos na safra de 2017/2018 em um pomar comercial no município de Vacaria, RS (28° 30' 44" de latitude sul e 50° 56' 02" de latitude oeste).

Os tratamentos foram constituídos de diferentes velocidades pré-teste na avaliação de textura dos frutos, utilizando 3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹; 15 mm.s⁻¹; 20 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹ programadas no texturômetro e 25 repetições por tratamento. Os testes de textura foram realizados com um texturômetro eletrônico TAXT Plus, equipado com ponteira de 2 mm de diâmetro, e programado para penetrar até 4 mm de profundidade no fruto.

Após o armazenamento refrigerado por 3 meses (1±0,5°C e UR 92±5%), 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 firmeza, cor de fundo, sólidos solúveis, acidez titulável e pH.

A avaliação da cor da epiderme foi realizada com um colorímetro eletrônico modelo CR 400, Konica Minolta®, Osaka, Japão, obtendo os valores nas dimensões L, C, h da região menos vermelha de cada fruto. A firmeza de polpa foi diagnosticada com um penetrômetro eletrônico modelo GS-14® (GÜZZ, Strand, África do Sul) em dois lados opostos na região mediana dos frutos. A acidez titulável e pH foram obtidos com um titulador automático TitroLine® easy, Schott Instruments, Mainz, Rheinland-Pfalz, Alemanha, utilizando solução de NaOH 0,1M em uma amostra composta de 5 mL de suco do fruto e 45 mL de água destilada. Para a determinação de sólidos solúveis totais, utilizou-se um refratômetro modelo PR201α (Atago®, Tóquio, Japão) com o suco puro dos frutos.

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 de correlação obtidos 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, coloração da epiderme (ângulo *hue*), acidez titulável, sólidos solúveis e pH em maçãs 'Gala' para cada tratamento testado.

Table 1. Peel rupture strength correlation and pulp rupture strength for attributes of pulp firmness, epidermal staining (hue angle), titratable acidity, soluble solids and pH in 'Gala' apples for each treatment tested.

	3 mm.s ⁻¹	
	Força de Ruptura de Casca	Força de Ruptura de Polpa
Firmeza de Polpa	0.59702**	0.44975*
Ângulo <i>hue</i>	0.39671*	0.29031 ^{ns}
Acidez titulável	-0.15379 ^{ns}	0.36689 ^{ns}
Sólidos Solúveis	-0.56450**	-0.07230 ^{ns}
pH	-0.04253 ^{ns}	-0.11031 ^{ns}
	5 mm.s ⁻¹	
	Força de Ruptura de Casca	Força de Ruptura de Polpa
Firmeza de Polpa	0.63837**	0.70330**
Ângulo <i>hue</i>	0.47498**	0.46154*
Acidez titulável	-0.10433 ^{ns}	-0.12675 ^{ns}
Sólidos Solúveis	0.09980 ^{ns}	0.23480 ^{ns}
pH	-0.26007 ^{ns}	-0.23576 ^{ns}
	15 mm.s ⁻¹	
	Força de Ruptura de Casca	Força de Ruptura de Polpa
Firmeza de Polpa	0.60518**	0.86740**
Ângulo <i>hue</i>	0.32834 ^{ns}	0.24920 ^{ns}
Acidez titulável	0.19334 ^{ns}	0.60995**
Sólidos Solúveis	0.03411 ^{ns}	0.28635 ^{ns}
pH	-0.08812 ^{ns}	-0.23246 ^{ns}
	20 mm.s ⁻¹	
	Força de Ruptura de Casca	Força de Ruptura de Polpa
Firmeza de Polpa	0.60381**	0.91462**
Ângulo <i>hue</i>	0.47921**	0.22324 ^{ns}
Acidez titulável	-0.32359 ^{ns}	0.26049 ^{ns}
Sólidos Solúveis	-0.42460*	-0.04234 ^{ns}
pH	0.35046 ^{ns}	0.11388 ^{ns}
	10 mm.s ⁻¹	
	Força de Ruptura de Casca	Força de Ruptura de Polpa
Firmeza de Polpa	0.59980**	0.71153**
Ângulo <i>hue</i>	0.44598*	0.51318**
Acidez titulável	0.44633*	0.64152**
Sólidos Solúveis	-0.32227 ^{ns}	-0.07565 ^{ns}
pH	-0.37989 ^{ns}	-0.50903**

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

Em todos os tratamentos testados (3 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹; 15 mm.s⁻¹; 20 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹), a firmeza de polpa teve a maior correlação com a força de ruptura da casca e da polpa. A correlação entre os valores de pH e a força de ruptura da casca e da polpa não foi significativa em nenhuma das velocidades avaliadas, exceto para a velocidade de 10 mm.s⁻¹ na análise de força de ruptura de polpa.

DISCUSSÃO

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 e crocância a 5% de probabilidade, assim como observado no tratamento de 10 mm.s⁻¹, onde a acidez titulável teve uma correlação significativa na força de ruptura de casca e de polpa.

A firmeza de polpa quando correlacionada com a força de ruptura de casca foi significativa a 1% em todos os tratamentos utilizados, como observado por Nunes (2015), onde obteve correlação positiva entre os atributos de firmeza e textura em frutos de tomate, morango, abacate e mirtilo, de forma que frutos com maior firmeza também apresentaram maior valor de textura. Em pesquisa na área de pós-colheita de bananas 'Golfinger', Nunes, Yagiz e Emond (2013) encontraram forte correlação entre firmeza e textura.

Konopacka e Plochanski (2004) avaliaram a relação entre a firmeza de polpa de maçãs 'Elstar', 'Jonagold' e 'Gloster' armazenadas em diferentes atmosferas com a aceitabilidade da textura. Os resultados indicaram que maçãs muito duras e/ou muito macias não foram aceitas pelos avaliadores.

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.

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. 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 (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

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.

De acordo com Cybulska et al. (2013), a espessura das microfibrilas podem afetar a resistência das paredes celulares em maçã, alterando a textura dos frutos, podendo apresentar textura mais crocante, dura e succulenta. Guardo et al (2017), afirma que a textura em maçãs é uma característica complexa que envolve propriedades mecânicas e genéticas, que ao longo do amadurecimento sofrem alterações e impactam na apreciação do consumidor e no desempenho da fruta no período pós-colheita. A cor de fundo, demonstrada pelo ângulo *hue*, é influenciada pelo amadurecimento, sendo significativa a 5% nos tratamentos de 5 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹ tanto para a força de ruptura de casca, quanto de polpa. A 3 mm.s⁻¹ e 20 mm.s⁻¹ foi significativo apenas para a ruptura de casca, e o 15 mm.s⁻¹ não foi significativo quando correlacionado com as variáveis de textura.

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.

Os sólidos solúveis apresentaram correlação com a força de ruptura de casca nos tratamentos 3 mm.s⁻¹ e 20 mm.s⁻¹ a 5% de significância, não sendo significativo quando comparado com a força de ruptura de polpa.

CONCLUSÕES

Todas as velocidades de pré-teste testadas neste trabalho apresentaram correlação significativa com o atributo de firmeza em maçãs para força de ruptura da casca e força de ruptura da polpa. Para o pH, não houve nenhuma correlação, exceto para a força de ruptura de polpa na velocidade de 10 mm.s⁻¹. A acidez titulável não apresentou correlação nos tratamentos de 20 mm.s⁻¹, 5 mm.s⁻¹ e 3 mm.s⁻¹ para os dois níveis de significância testados. O ângulo *hue* apresentou correlação

significativa para ambas as forças de ruptura da casca e da polpa nas velocidades de 5 mm.s⁻¹ e 10 mm.s⁻¹.

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

BEZERRA, V. S. Pós-colheita de Frutos. Macapá: Embrapa, 2003. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46031/1/AP-Documentos-51-.PDF>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BILLY, L. 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, M. 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.

CLIFF, M. A.; BEJAEI, M.. 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.

CYBULSKA, J. et al. The relation of apple texture with cell wall nanostructure studied using an atomic force microscope. *Carbohydrate Polymers*, v. 92, n. 1, p.128-137, jan. 2013.

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

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.

GUARDO, M. et al. Deciphering the genetic control of fruit texture in apple by multiple family-based analysis and genome-wide association. *Journal Of Experimental Botany*, v. 68, n. 7, p.1451-1466, 24 fev. 2017.

GIRARDI, C.; BENDER, R. J. *Produção Integrada de Maçãs no Brasil*. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Maca/ProducaoIntegradaMaca/colheita.htm>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

KONOPACKA, D.; PLOCHARSKI, W.j.. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharvest Biology And Technology*, v. 32, n. 2, p.205-211, maio 2004.

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

ŁATA, B.; TRAMPCZYNSKA, A.; PACZESNA, J. Cultivar variation in apple peel and whole fruit phenolic composition. *Scientia Horticulturae*, v. 121, n. 2, p.176-181, jun. 2009.

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

NUNES, C. N.; YAGIZ, Y.; EMOND, J.. Influence of environmental conditions on the quality attributes and shelf life of 'Goldfinger' bananas. *Postharvest Biology And Technology*, v. 86, p.309-320, dez. 2013.

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