

## RELAÇÃO DA TEXTURA E ATRIBUTOS DE QUALIDADE EM MAÇÃ 'GALA'

Diana Carolina Lima Freitas<sup>1</sup>  
Jéssica Mayumi Anami<sup>1</sup>  
Raquel Carlos Fernandes<sup>1</sup>  
Deisy Jhoana Camayo Mosquera<sup>1</sup>  
Karina Soardi<sup>1</sup>  
Marissa Prá de Souza<sup>2</sup>

**RESUMO:** A textura é um atributo de qualidade secundário, seguido por cor, brilho e tamanho. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes profundidades de textura correlacionadas a atributos de qualidade pós-colheita de macieiras 'Gala'. O experimento foi colhido na safra 2017/2018, em pomar comercial de Vacaria-RS. Foram feitas 4 profundidades diferentes, sendo: 3, 5, 10 e 20 mm.s<sup>-1</sup>. As velocidade pré-teste, velocidade teste e pós-teste foram mantidas em 10 mm.s<sup>-1</sup>, 1 mm.s<sup>-1</sup> e 10 mm.s<sup>-1</sup>, respectivamente. As maçãs foram mantidas três meses em armazenamento refrigerado (AR) e ficaram sete dias em condições ambiente (23±5°C e 60±5% de UR), para simular a vida de prateleira, onde avaliou-se quanto a firmeza de polpa, cor de fundo, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH. Os dados obtidos foram submetidos a análise de correlação, as médias foram comparadas a níveis de 1 e 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada no *software* estatístico SAS. A firmeza de polpa obteve uma forte correlação para a força de ruptura da casca (FRC) e força de ruptura da polpa (FRP) ao atingir 5 mm.s<sup>-1</sup> de profundidade de penetração. O ângulo *h*° obteve uma correlação significativa na profundidade de 10 mm. s<sup>-1</sup>. A AT apresentou correlação significativa a 1 e 5 % de probabilidade, na FRC e FRP, respectivamente, na profundidade de 3 mm. s<sup>-1</sup>. Os SS tiveram baixa correlação para FRC, nas profundidades 3 e 5 mm.s<sup>-1</sup>, e não diferiu da FRP. Quanto ao pH houve uma redução, comprovada por uma correlação negativa para FRC e FRP para a profundidade de 10 mm.s<sup>-1</sup>. A profundidade de penetração de 20 mm.s<sup>-1</sup> diferenciou para firmeza de polpa, com alta correlação para FRP e baixa para FRC, não diferenciando nos demais atributos de qualidade. A profundidade de penetração de 5 mm.s<sup>-1</sup> obteve maior correlação para firmeza de polpa, porém o tratamento com profundidade de penetração de 10 mm.s<sup>-1</sup> apresentou resultados semelhantes e obteve mais correlação com as demais variáveis.

**Palavras-chave:** TAXT Plus, pós-colheita, firmeza.

1 Mestranda em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.  
2 Graduanda em Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

## RELATIONSHIP OF TEXTURE AND ATTRIBUTES OF QUALITY IN 'GALA' APPLE

**ABSTRACT:** *Texture is a secondary quality attribute, followed by color, brightness, and size. In this way, the objective of this work was to evaluate different texture depths correlated to attributes of postharvest quality of 'Gala' apple trees. The experiment was harvested in the 2017/2018 harvest, in commercial orchard of Vacaria-RS. Four different depths were made, being: 3, 5, 10 and 20 mm.s<sup>-1</sup>. The pre-test velocity, test velocity and post-test were maintained at 10 mm.s<sup>-1</sup>, 1 mm.s<sup>-1</sup> and 30 mm.s<sup>-1</sup>, respectively. The apples were kept for 3 months in refrigerated storage (RS) and were stored at room temperature (23 ± 5°C and 60 ± 5% RH) for seven days to simulate shelf life, where it was evaluated for pulp firmness, color soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and pH. The obtained data were submitted to correlation analysis, the averages were compared to levels of 1 and 5% of probability. Statistical analysis was performed in SAS statistical software. The firmness of the pulp obtained a strong correlation for the shear strength (BRS) and pulp rupture strength (PRS) when reaching 5 mm.s<sup>-1</sup> of penetration depth. The angle  $h^\circ$  obtained a significant correlation in the depth of 10 mm.s<sup>-1</sup>. The TA showed a significant correlation at 1 and 5% probability in the BRS and PRS, respectively, at depth of 3 mm.s<sup>-1</sup>. SS had low correlation for BRS at depths 3 and 5 mm.s<sup>-1</sup>, and did not differ from PRS. As for pH, there was a reduction, evidenced by a negative correlation for BRS and FRP for the depth of 10 mm.s<sup>-1</sup>. The depth of penetration of 20 mm.s<sup>-1</sup> differentiated for pulp firmness, with high correlation for PRS and low for BRS, not differentiating in the other attributes of quality. The depth of penetration of 5 mm.s<sup>-1</sup> obtained a higher correlation for pulp firmness, but the treatment with depth of penetration of 10 mm.s<sup>-1</sup> presented similar results and obtained more correlation with the other variables.*

**Keywords:** *TAXT Plus, post harvest, firmness.*

### INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus domestica* Borkh.) é uma fruteira com importância econômica em regiões temperadas em todo o mundo (XING et al., 2016; GUITTON et al., 2016; SHENG et al., 2018). A cadeia produtiva da maçã possui inserção destacada no cenário da fruticultura brasileira, o que lhe confere inquestionável importância na cadeia agroalimentar do país (BITTENCOURT et al., 2011). A macieira possui graduais avanços alcançados em organização, pesquisa e tecnologia, sendo produzida em larga escala em regiões de elevada altitude do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Sul do Paraná (KIST, 2015). A cultivar Gala representa aproximadamente 60 % da produção brasileira de maçãs, sendo que o manejo da maturação dos frutos pode ser de grande importância econômica (PETRI et al., 2010).

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 perda de frescura na fruta da maçã durante o armazenamento, reduz a sensação de frescura da fruta e a aceitação do consumidor, porém as variedades de maçã que mantêm a nitidez, logo têm maior potencial para o apelo do consumidor a longo prazo (CHANG et al., 2018).

Uma das principais preferências dos consumidores de maçã é a textura, entretanto, dos fatores de pré-colheita que afetam a qualidade dos frutos esta tem maior destaque, pois a altitude e as condições climáticas subseqüentes são cruciais, determinando diferenças nos mecanismos fisiológicos de crescimento dos frutos, estágio de maturação e composição química, como demonstrado por vários estudos (CHARLES et al., 2017).

A textura é uma das principais qualidades de frutas carnudas, cuja variação orienta a escolha do consumidor e afeta o processamento (LAHAYE et al., 2018). O melhoramento da textura dos frutos depende da avaliação instrumental e/ou sensorial de coleções genéticas (SADOK et al., 2015).

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). A composição e estrutura da parede celular recebeu muita atenção e várias enzimas e proteínas foram identificadas no rearranjo e desmontagem dos polissacarídeos da parede celular durante o amadurecimento da fruta (GOULAO & OLIVEIRA, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação de diferentes profundidades de força de ruptura da casca e polpa nos atributos de qualidade pós-colheita em maçãs 'Gala'.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi montado com maçãs 'gala' provenientes de um pomar comercial do município de Vacaria-RS (28° 30' 44" de latitude sul e 50° 56' 02" de latitude oeste e 971 m de altitude), colhidas na safra 2017/2018. Os frutos foram colhidos, e conduzidos até o laboratório, onde permaneceram e armazenamento refrigerado (AR) por 3 meses ( $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e UR  $92\pm 5\%$ ), e posteriormente expostos por

sete dias em condições ambiente ( $23\pm 5^{\circ}\text{C}$  e  $60\pm 5\%$  de UR), para simular o período de comercialização, onde avaliou-se quanto a firmeza de polpa, cor de fundo, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH.

Os tratamentos consistiram em diferentes profundidades de penetração na avaliação de textura dos frutos, sendo o T1 -  $3\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ; T2 -  $5\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ; T3 -  $10\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ; e T4 -  $20\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , com 25 repetições por tratamento. Utilizou-se um texturômetro eletrônico TAXT Plus<sup>®</sup> com uma ponteira de 2 mm de diâmetro para realizar as diferentes programações dos tratamentos e velocidade pré-teste de  $10\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , velocidade teste de  $1\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , velocidade pós-teste  $10\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Determinou-se a cor de fundo da epiderme com base nos parâmetros *L* (*lightness*), *C* (croma) e *h*<sup>°</sup> (ângulo 'hue') obtidos através de um colorímetro eletrônico modelo CR 400, Konica Minolta<sup>®</sup>, Osaka, Japão. A firmeza de polpa foi diagnosticada com um penetrômetro eletrônico modelo GS-14<sup>®</sup> (GÜZZ, Strand, África do Sul) em dois lados opostos na região mediana dos frutos. A AT (% ácido málico) e o pH foram determinados em amostra de 5 mL de suco dos frutos, sendo este, extraído de fatias transversais retiradas da região equatorial de maçãs e triturado com o apoio de uma centrífuga elétrica. Esta amostra foi diluída em 45 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 M até pH 8,1, utilizando um titulador automático TitroLine Easy<sup>®</sup> (Schott Instruments, Mainz, Rheinland Pfalz, Alemanha). Os teores de sólidos solúveis totais foram determinados com o auxílio de um refratômetro modelo PR201 $\alpha$  (Atago<sup>®</sup>, Tóquio, Japão), com correção do efeito da temperatura ( $20^{\circ}\text{C}$ ) e utilizando o suco extraído dos frutos,

Os dados obtidos foram submetidos a análise de correlação, as médias foram comparadas a níveis de 1 e 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada no *software* estatístico SAS, versão 9.1 (SAS Institute, 2009).

## RESULTADOS

Tabela 1. Coeficiente de correlação (r) entre os atributos de qualidade e diferentes profundidades de penetração para Força de Ruptura de Casca (FRC) e Força de Ruptura de Polpa (FRP) em maçãs 'Gala' colhidas durante a safra 2017/2018.

Table 1. Correlation coefficient (r) between quality attributes and different depths of penetration for Bark Rupture Strength (BRS) and Pulp Rupture Strength (PRS) in 'Gala' apples harvested during the 2017/2018 harvest.

Atributos de qualidade	r	
	Força de Ruptura de Casca	Força de Ruptura de Polpa
	3 mm.s <sup>-1</sup>	
Firmeza de Polpa	0.59980**	0.71153**
Ângulo hue	0.44598 <sup>ns</sup>	0.51318**
Acidez titulável	0.44633*	0.64152**
Sólidos Solúveis	-0.32227*	-0.07565 <sup>ns</sup>
pH	-0.37989 <sup>ns</sup>	-0.50903**
	5 mm.s <sup>-1</sup>	
Firmeza de Polpa	0.79477**	0.86438**
Ângulo hue	0.26897 <sup>ns</sup>	0.29438 <sup>ns</sup>
Acidez titulável	0.23451 <sup>ns</sup>	0.45944 <sup>ns</sup>
Sólidos Solúveis	0.39424*	0.31808 <sup>ns</sup>
pH	-0.21336 <sup>ns</sup>	-0.35566 <sup>ns</sup>
	10 mm.s <sup>-1</sup>	
Firmeza de Polpa	0.54546**	0.82533**
Ângulo hue	0.68744**	0.65039**
Acidez titulável	0.26267 <sup>ns</sup>	0.40855*
Sólidos Solúveis	-0.25081 <sup>ns</sup>	-0.03170 <sup>ns</sup>
pH	-0.46035*	-0.51702**
	20 mm.s <sup>-1</sup>	
Firmeza de Polpa	0.46019*	0.80495**
Ângulo hue	0.11012 <sup>ns</sup>	0.05208 <sup>ns</sup>
Acidez titulável	-0.00608 <sup>ns</sup>	0.20072 <sup>ns</sup>
Sólidos Solúveis	0.02088 <sup>ns</sup>	0.11851 <sup>ns</sup>
pH	-0.05116 <sup>ns</sup>	-0.01746 <sup>ns</sup>

ns – não significativo;

\*\* Significativo a 1%;

\* Significativo a 5%

## DISCUSSÃO

A firmeza de polpa obteve uma forte correlação para a força de ruptura da casca (FRC) e força de ruptura da polpa (FRP) ao atingir 5 mm.s<sup>-1</sup> de profundidade de penetração. Espíndola (2012) observou resultados semelhantes, ao utilizar a mesma programação em frutos de ameixa. 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). Portanto, se houver uma redução da firmeza de polpa, o mesmo irá ocorrer para a FRC e FRP. Mehinagic et al. (2006), estudaram a relação entre atributos sensoriais da maçã e parâmetros instrumentais para três cultivares de maçã, eles observaram a ocorrência de algumas medidas de penetrometria foram altamente correlacionadas com crocância, e o coeficiente de rigidez acústica foi significativamente correlacionado com resistência aos frutos e polpa farinácea.

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). Assim como, a perda de água que ocorre após os 7 dias de exposição à 20 °C, para simular a vida de prateleira do fruto. Os consumidores não preferem frutas murchas e leves. Geralmente as frutas são selecionadas apenas com base na aparência, porque não é possível conhecer a doçura ou acidez da maçã durante compra (JHA et al., 2012).

O ângulo  $h^\circ$  obteve uma correlação significativa no tratamento 3, utilizando-se a profundidade de 10 mm.  $s^{-1}$ . A AT apresentou correlação significativa a 1 e 5 % de probabilidade, na FRC e FRP, respectivamente, no tratamento 1, com penetração de 3 mm.  $s^{-1}$ . Os SS tiveram baixa correlação para FRC, tanto no tratamento 1 quanto no tratamento 2, e não diferiu da FRP. Quanto ao pH houve uma redução, comprovada por uma correlação negativa para FRC e FRP para o tratamento 3.

O tratamento 4 com profundidade de penetração de 20 mm. $s^{-1}$  diferenciou para firmeza de polpa, com alta correlação para FRP e baixa para FRC, não diferenciando nos demais atributos de qualidade.

## CONCLUSÕES

Há uma forte correlação da força de ruptura da casca e força de ruptura da polpa com a firmeza de polpa, sendo que a profundidade de penetração de 5 mm. $s^{-1}$  apresentou a correlação mais alta. A AT obteve significância com a profundidade de 3 mm. $s^{-1}$ , e os SS obtiveram uma baixa correlação apenas para a FRC. No tratamento de profundidade de penetração de 10 mm. $s^{-1}$  destacou-se a cor para o

ângulo *hue* em relação aos demais tratamentos e um destaque para maior atividade de correlação para as variáveis de atributos de qualidade de maneira geral.

## REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, C.C.; MATTEI, L.F.; SANT'ANNA de, P.R.; LONGO, O.C.; BARONE, F.M. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house. *Revista de Administração Pública*, v.45, p.1199-1222, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-76122011000400013>

CHANG, H. Y.; VICKERS, Z. M.; TONG, C. B. S. The use of a combination of instrumental methods to assess change in sensory crispness during storage of a "Honeycrisp" apple breeding family. *Journal of Texture Studies*, v. 49, n. 2, p. 228-239, 2018.

DOI: [10.1111/jtxs.12325](https://doi.org/10.1111/jtxs.12325)

CHARLES, M.; COROLLARO, M. L.; MANFRINI, L.; ENDRIZZI, I.; APREA, E.; ZANELLA, A.; GRAPPADELLI, L. C.; GASPERI, F. 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, 2017.

DOI: [10.1002/jsfa.8560](https://doi.org/10.1002/jsfa.8560)

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

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

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.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.07.002>

GUITTON, B.; KELNER, J. J.; CELTON, J. M.; SABAU, X.; RENO, J. P.; CHAGNE, D.; COSTES, E. Analysis of transcripts differentially expressed between fruited and deflowered 'Gala' adult trees: a contribution to biennial bearing understanding in apple. *BMC Plant Biology*, v. 16, n. 1, p.1-22, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0739-y>

JHA, S. N.; RAI, D. R.; SHRAMA, R. Physico-chemical quality parameters and overall quality index of apple during storage. *Journal of Food Science and Technology*, v. 49, n. 5, p.594-600, 2012.

DOI: [10.1007/s13197-011-0415-z](https://doi.org/10.1007/s13197-011-0415-z)

KIST, B.B. Anuário brasileiro da maçã 2015. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 72 p.

LAHAYE, M.; BOUIN, C.; BARBACCI, A.; GALL, S. L.; FOUCCAT, L. Water and cell wall contributions to apple mechanical properties. *Food Chemistry*, v. 268, n. 1, p. 386–394, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.110>

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.

DOI: [10.1016/S0304-4238\(02\)00079-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00079-1)

MEHINAGIC, E.; ROYER, G.; SYMONEAUX, R.; JOURJON, F. Relationship between apple sensory attributes and instrumental parameters of texture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, v.14, n. 2, p.25–37, 2006.

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

DOI: [10.1016/j.foodqual.2005.05.002](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.05.002)

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B. Maturação, qualidade e queda pré-colheita de maçãs 'imperial gala' em função da aplicação de aminoetoxivinilglicina. *Bragantia*, v. 69, n. 3, p.599-608, 2010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000300011>

SADOK, I. B.; TIECHER, A.; LOPEZ-GALVEZ, D.; LAHAYE, M.; ZUBER-LASSERREM, P.; BRUNEAU, M.; HANTEVILLE, S.; ROBIE, R.; CURNOL, R.; LAURENS, F. Apple fruit texture QTLs: year and cold storage effects on sensory and instrumental traits. *Tree Genetics & Genomes*, v. 11, n. 6, p. 1-20, 2015.

DOI: 10.1007/s11295-015-0947-x

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

SHENG, F.; WANG, J.; LEI, C.; GAO, L.; YANG, Y.; LI, Y.; AN, N.; ZHANG, D.; HAN, M. Identification and characterization of histone modification gene family reveal their critical responses to flower induction in apple. *BMC Plant Biology*, v. 18, n. 1, p.1-21, 2018.

DOI: 10.1186/s12870-018-1388-0

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.

DOI: 10.1111/1750-3841.12290

XING, L.; ZHANG, D.; ZHAO, C.; LI, Y.; MA, J.; AN, J.; HAN, M. Shoot bending promotes flower bud formation by miRNA-mediated regulation in apple (*Malus domestica* Borkh.). *Plant Biotechnology Journal*, v. 14, n. 2, p. 749-770, 2016.

DOI: 10.1111/pbi.12425.