

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

QUALIDADE DE MAÇÃS 'FUJI SUPREMA' SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE DANO MECÂNICO¹

MARCOS VINICIUS HENDGES², CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS³,
LUCIMARA ROGÉRIA ANTONIOLLI⁴, CASSANDRO VIDAL TALAMINI DO AMARANTE³,
ODIMAR ZANUZO ZANARDI⁴

RESUMO- O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do dano mecânico por impacto, compressão e corte sobre a qualidade de maçãs 'Fuji Suprema' mantidas em condição ambiente. Os tratamentos avaliados foram: controle (sem dano mecânico), dano mecânico por impacto, dano mecânico por compressão e dano mecânico por corte. Os diferentes danos não influenciaram na firmeza de polpa e no ângulo 'hue' da casca. O dano por corte proporcionou frutos com menor acidez titulável, nove dias após a aplicação do dano. Frutos submetidos ao dano por impacto apresentaram maior teor de sólidos solúveis, quinze dias após a aplicação dos danos. Os danos por impacto e corte causaram o menor valor de *L* da polpa em todas as avaliações, evidenciando o escurecimento da polpa. Contudo, este efeito não foi observado na epiderme. Todos os frutos danificados por corte apresentaram podridão após nove dias da aplicação dos danos. De maneira geral, pode-se concluir que, nas intensidades testadas, maçãs 'Fuji Suprema' submetidas ao dano por impacto e corte apresentam prejuízos em sua qualidade, pois ocorre escurecimento da polpa no local do dano. Além disso, o dano por corte reduz a vida pós-colheita dos frutos, facilitando a ocorrência de podridões.

Termos para indexação: *Malus domestica*, injúria, pós-colheita.

QUALITY OF 'FUJI SUPREMA' APPLES SUBJECT TO DIFFERENT MECHANICAL DAMAGES

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the effect of mechanical damage by impact, compression and cut on the quality of 'Fuji Suprema' apples in ambient conditions. The treatments were: control (no mechanical damage) and mechanical damage by impact, compression and cut. Different mechanical damages did not influence the flesh firmness and hue angle of the skin. Cut damage provided fruits with lower titratable acidity, nine days after damages application. Fruits submitted to damage by impact showed higher soluble solids content, 15 days after damages application. For the *L* color index of the flesh, cut and impact damages caused the smallest value in all evaluations, characterizing the flesh browning. However, this effect was not observed in the skin. Cut damage presented 100% of decay incidence to the nine days after mechanical damages application. In general, it can be conclude that 'Fuji Suprema' apples submitted to damage by impact and cut showed loss quality, because they have flesh browning incidence in the damage place. Moreover, cut damage reduces postharvest life of fruits, facilitating higher percentage of rots.

Index terms: *Malus domestica*, injury, postharvest.

¹(Trabalho 095-10). Recebido em: 19-04-2010. Aceito para publicação em: 28-09-2010.

²Mestrando em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Av. Luis de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000, Lages-SC, Brasil. E-mail: marcos_hendges@hotmail.com

³Professor do departamento de Fitotecnia, UDESC, Lages-SC, Brasil E-mail: steffens@cav.udesc.br; amarante@cav.udesc.br

⁴Pesquisadora Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, Brasil E-mail: lucimara@cnpv.embrapa.br

⁵Graduando do Curso de Agronomia, UDESC, Lages-SC, Brasil. E-mail: odimarzanardi@yahoo.com

Os danos mecânicos são responsáveis por perdas consideráveis em pós-colheita, ocasionados, em sua maioria, por impacto, compressão e corte (CHITARRA; CHITARRA, 2005), respectivamente, durante a colheita e o manuseio pós-colheita, nos procedimentos de classificação e embalagem em caixas de madeira (MENCARELLI et al., 1996).

Os danos alteram as reações bioquímicas dos frutos, modificando a coloração e o sabor, e diminuindo a vida pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005), provocam lesões que podem facilitar o ataque de patógenos (ZEEBROECK et al., 2007) e induzem o aumento na taxa respiratória e produção de etileno em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' (MATTIUZ; DURIGAN, 2001a) e damascos 'Marietta' (DE MARTINO et al., 2006).

Durigan et al. (2005) e Kasat et al. (2007) constataram que os danos por impacto provocaram a maior perda de qualidade em pêssego 'Aurora-1' e lima-ácida 'Tahiti', em relação à compressão. Em maçãs 'Gala', além do escurecimento do tecido danificado, houve aumento na atividade metabólica dos frutos, no entanto, o dano por impacto não apresentou efeito sobre o amadurecimento dos frutos (STEFFENS et al., 2008). Durigan e Mattiuz (2007a,b) observaram que o dano por corte também contribuiu para perdas em abobrinhas verdes 'Caipira' e melancias 'Top Gun®'.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos danos por impacto, compressão e corte sobre a qualidade de maçãs 'Fuji Suprema'.

Maçãs 'Fuji Suprema' foram colhidas manualmente, no dia 15 de abril de 2008, de um pomar comercial no município de Vacaria-RS. Os tratamentos avaliados foram controle (sem dano mecânico), dano mecânico por impacto, dano mecânico por compressão e dano mecânico por corte. Os danos mecânicos por impacto e corte foram aplicados no lado mais vermelho do fruto, em sua região equatorial, e o dano por compressão foi realizado em dois lados opostos dos frutos, sendo um na região mais vermelha e outro na menos vermelha. Todos os danos foram aplicados aproximadamente 24 horas após a colheita dos frutos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os frutos do tratamento por impacto foram danificados através da queda livre a uma altura de 20 cm sobre superfície indeformável, com auxílio de um equipamento de sucção, composto por uma bomba de vácuo (marca Fisatom, potência de 300 Watts), conectada, através de tubulação de silicone, a uma tampa recortada de dessecador, fixada a uma haste de 1,20 m de altura. No orifício da tampa, há um tubo

de PVC de 40 milímetros (mm), no qual está presa uma ventosa que permite aderência do fruto através do processo de sucção.

Para os danos por compressão e corte, utilizou-se um texturômetro eletrônico TAXT-plus (Stable Micro Systems Ltda.). O dano por compressão foi aplicado sobre os frutos através de uma plataforma com base de 75 mm de diâmetro, exercendo uma força de 10 kg, por 5 segundos. O dano mecânico por corte foi aplicado com o auxílio de uma lâmina de 3 mm de largura, a qual causou um corte de 3,5 mm de profundidade e 3,5 cm de comprimento. Depois de danificados, os frutos permaneceram por quinze dias em condição ambiente ($23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ de UR). Os frutos submetidos aos danos por impacto e compressão foram marcados e identificados na região danificada com caneta de ponta macia. Os frutos foram avaliados aos três, nove e quinze dias após a realização do dano, quanto aos atributos firmeza de polpa, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), atributo de cor *L* da epiderme e da polpa no local danificado, em frutos submetidos ao dano, ângulo 'hue' (h°) da casca no local menos vermelho (oposto ao dano) e incidência de podridões.

Para medida da firmeza de polpa (N), removeu-se uma porção da epiderme e, com auxílio de um penetrômetro equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro, fez-se a medida na região equatorial dos frutos e intermediária entre o dano e a oposta ao dano, para danos por impacto e corte, e intermediária entre os danos para o dano por compressão.

Os valores de AT ($\text{meq } 100 \text{ mL}^{-1}$) e SS ($^\circ\text{Brix}$) foram obtidos de acordo com metodologia utilizada por Steffens et al. (2008).

A determinação do atributo de cor *L* da epiderme e da polpa, que varia de 0 (preto) a 100 (branco), foi efetuada com um colorímetro Minolta, modelo CR 400. As leituras foram realizadas no local do dano. A determinação do ângulo 'hue' que define a coloração básica, sendo que 0° = vermelho, 90° = amarelo e 180° = verde, também foi efetuada com o colorímetro. As leituras foram realizadas na região equatorial, no lado menos vermelho dos frutos, oposto ao local danificado.

A incidência de podridões (%) foi avaliada pela contagem dos frutos afetados, que apresentaram lesões maiores do que 5 mm de diâmetro com características de ataque de patógenos.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA). Dados em percentagem foram transformados pela fórmula arco-seno $[(x+0,5)/100]^{1/2}$ antes de serem submetidos à ANOVA. Para a comparação das médias, adotou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não se verificou, nas avaliações realizadas, efeito dos diferentes tipos de danos mecânicos sobre a firmeza de polpa (Tabela 1). Em lima-ácida 'Tahiti' submetidas a diferentes tipos de danos, foi observada a maior perda de qualidade nos frutos danificados por impacto (DURIGAN et al., 2005), o que também foi identificado em pêssegos 'Aurora-1', nos quais esse tipo de dano provocou a maior perda de firmeza de polpa (KASAT et al., 2007). Contudo, Steffens et al. (2008) não verificaram efeito do dano por impacto na redução da firmeza de polpa em maçãs 'Gala', estando de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho. Provavelmente, a diferença entre os resultados do presente trabalho e o de Kasat et al. (2007), quanto ao dano por impacto sobre a firmeza de polpa, deve-se à intensidade do dano aplicado, ou às características distintas entre as espécies, pois, segundo Chitarra e Chitarra (2005), o efeito do dano por impacto é influenciado pela espécie, cultivar e energia de impacto.

Para a AT, não houve diferenças entre os tratamentos nas avaliações realizadas aos três e quinze dias, e para o teor de SS aos três e nove dias (Tabela 1). Sanches et al. (2008), trabalhando com danos por impacto, corte e compressão em abacate 'Geada' não observaram diferenças para AT e teor de SS entre frutos danificados e não danificados. Resultado semelhante também foi verificado para o teor de SS em pêssegos 'Aurora-1' (KASAT et al., 2007) e abobrinhas verdes 'Caipira' (DURIGAN; MATTIUZ, 2007a).

Aos nove dias após a aplicação dos danos, os frutos danificados por corte apresentaram o menor valor de AT (Tabela 1). Kasat et al. (2007) também observaram menor AT em pêssegos 'Aurora-1' submetidos a dano por corte. Possivelmente, a menor acidez dos frutos danificados deve-se ao aumento na taxa respiratória dos mesmos. Durigan e Mattiuz (2007a) verificaram que o dano por corte proporcionou incremento na atividade respiratória de abobrinhas verdes 'Caipira'. Este aumento pode estar envolvido na reparação do dano pela suberização dos tecidos superficiais (HENZ et al., 2005) ou por mudanças anatômicas que ocorrem no local danificado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de SS, aos quinze dias após a aplicação dos danos, foi maior nos frutos submetidos ao dano por impacto (Tabela 1). Mencarelli et al. (1996) também observaram maior teor de SS em quivis danificados por impacto em relação aos frutos não danificados.

O ângulo 'hue' da casca, no lado menos vermelho, não foi influenciado pelos danos mecânicos avaliados (dados não apresentados).

O índice de cor L da epiderme, no local danificado, não apresentou diferença estatística entre tratamentos (Tabela 1); no entanto, na polpa, houve diferença entre tratamentos em todas as avaliações realizadas. Identificaram-se, nos frutos submetidos ao dano por corte e impacto, os menores valores de L , o que demonstra maior escurecimento da região lesionada. Contudo, aos três dias após a aplicação dos danos, os frutos do dano mecânico por impacto foram os que apresentaram o menor valor de L , seguidos pelos danificados por corte, os quais se diferenciaram estatisticamente dos frutos submetidos ao dano por compressão e dos frutos do controle (Tabela 1). O escurecimento da polpa nos frutos submetidos ao dano por impacto e corte decorre, possivelmente, do dano no sistema de membranas, que causa a descompartimentalização das células da polpa na região lesionada e, assim, à oxidação dos compostos fenólicos (STEFFENS et al., 2008). O escurecimento no local da lesão também foi verificado em goiabas cultivares Paluma e Pedro Sato danificadas (MATTIUZ; DURIGAN, 2001b), além de maçãs 'Gala' e pêssegos 'Aurora-1' submetidos ao dano mecânico por impacto (STEFFENS et al., 2008; KASAT et al. 2007).

O valor de L da polpa, no local danificado, em frutos submetidos ao dano mecânico por compressão, não apresentou diferenças em relação aos do tratamento-controle (Tabela 1). O fato de o dano por compressão não causar escurecimento da polpa pode estar associado à capacidade das células de se reorganizarem, durante a compressão, e assim não serem rompidas. Em maçãs, há espaço intercelular suficiente para que as células se reorientem quando comprimidas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Aos nove dias após a aplicação dos danos, observaram-se 100% de podridão no local do dano, nos frutos submetidos ao dano por corte (Tabela 1). Este resultado está de acordo com os obtidos por Durigan e Mattiuz (2007b), os quais observaram que o dano por corte facilitou a deterioração da polpa de melancias 'Top Gun®'. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), após o fermento, há o ataque de patógenos devido ao rompimento das barreiras impostas pela epiderme dos frutos.

Maçãs 'Fuji Suprema' submetidas ao dano por impacto e corte, nas intensidades testadas, apresentam prejuízos em sua qualidade, pois ocorre escurecimento da polpa no local do dano. O dano por corte reduz a vida pós-colheita dos frutos, facilitando a ocorrência de podridões. O dano por compressão, na intensidade aplicada, não prejudica a qualidade de maçãs 'Fuji Suprema'.

TABELA 1- Firmeza de polpa, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice de cor *L* da epiderme e da polpa no local danificado e ocorrência de podridões em maçãs ‘Fuji Suprema’, em função do dano mecânico, mantida por quinze dias em condição ambiente (23 °C±5 °C e 65±5% de UR).

Tratamentos	Firmeza de polpa	AT	SS	<i>L</i> Epiderme (dano)	<i>L</i> Polpa (dano)	Podridões
	N	meq (100 mL) ⁻¹	°Brix	----- ° -----	----- ° -----	%
----- Três dias após os danos -----						
Sem dano	79,02 ^{ns}	4,66 ^{ns}	15,00 ^{ns}	38,02 ^{ns}	75,78a*	0,00 ^{ns}
Impacto	77,58	4,70	15,33	39,08	57,99c	0,00
Compressão	78,10	4,74	14,86	37,99	76,47a	0,00
Corte	72,24	4,86	14,60	39,78	69,14b	0,00
CV (%)	4,15	15,55	4,21	5,46	2,71	0,00
----- Nove dias após os danos -----						
Sem dano	68,92 ^{ns}	5,26a*	16,06 ^{ns}	38,92 ^{ns}	79,47a*	0,00b*
Impacto	72,81	4,62a	16,40	39,30	62,36b	0,00b
Compressão	70,95	4,93a	16,30	41,17	80,18a	0,00b
Corte	69,18	3,83b	14,93	35,65	53,14b	100,00a
CV (%)	2,20	6,36	4,88	6,68	5,21	0,00
----- Quinze dias após os danos -----						
Sem dano	60,01 ^{ns}	5,03 ^{ns}	17,46b*	41,11 ^{ns}	80,07a*	0,00 ^{ns}
Impacto	60,28	5,69	18,40a	42,07	68,72b	0,00
Compressão	61,66	4,52	17,46b	41,57	78,50a	0,00
CV (%)	1,21	10,27	1,67	6,29	2,50	0,00

*Médias não seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{ns} - diferença não significativa

REFERÊNCIAS

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785p.

DE MARTINO, G.; VIZOVITIS, K.; BOTONDI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELLI, F. I-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.39, n.1, p.38-47, 2006.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H. Efeito de injúrias mecânicas na qualidade de abobrinhas armazenadas em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.291-295, 2007a.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de melancias armazenadas em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.296-300, 2007b.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima-ácida ‘Tahiti’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.369-372, 2005.

HENZ, G. P.; SOUZA, R. M.; PEIXOTO, J. R.; BLUMER, L. Danos causados pelo impacto de queda na qualidade pós-colheita de raízes de mandiocinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.881-886, 2005.

KASAT, G. F.; MATTIUZ, B. H.; OGASSAVARA, F. O.; BIANCO, M. S.; MORGADO, C. M. A.; CUNHA JÚNIOR, L. C. Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssegos ‘Aurora-1’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.318-322, 2007.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas no processo respiratório e nos parâmetros químicos de goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.282-287, 2001a.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.277-281, 2001b.

MENCARELLI, F.; MASSANTINI, R.; BOTONDI, R. Influence of impact surface and temperature on the ripening response of kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.8, n.3, p.165-177, 1996.

SANCHES, J.; DURIGAN, J. F.; DURIGAN M. F. B. Aplicação de danos mecânicos em abacates e seus efeitos na qualidade dos frutos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.164-175, 2008.

STEFFENS, C. A.; ESPÍNDOLA, B. P.; AMARANTE, C. V. T.; SILVEIRA, J. P. G.; CHECHI, R.; BRACKMANN, A. Respiração, produção de etileno e qualidade de maçãs "Gala" em função do dano mecânico por impacto e da aplicação de 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1864-1870, 2008.

ZEEBROECK, M. V.; LINDEN, V. V.; RAMON, H.; BAERDEMAEKER, J.; NICOLAÏ, B.M.; TIJSKENS, E. Impact damage of apples during transport and handling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.45, n.2, p.157-167, 2007.