

**EFEITOS DE DANOS PÓS-COLHEITA POR IMPACTO E COMPRESSÃO NA
QUALIDADE DE AMEIXAS**

Maristela Fiess Camillo

Titulação: Eng. Agrônoma e Mestre em Fitotecnia-UFRGS
Identificação profissional: Professora na Faculdade de Agronomia- IDEAU
Av. Rua Jacob Gremmelmaier 215, centro, Getúlio Vargas, RS. Cep:99900-000
Email: tecamillo@yahoo.com.br

Renar João Bender

Titulação: Eng. Agrônomo e Doutor em Fisiologia Pós-Colheita-University of Florida
Identificação profissional: Professor na Faculdade de Agronomia- UFRGS
Av. Bento Gonçalves 7712, Bairro: Agronomia, Porto Alegre, RS. Cep:91540-000
Email: rjbe@ufrgs.br

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos danos mecânicos na qualidade pós-colheita de ameixas da cultivar ‘Gulfblaze’ em duas temperaturas de polpa: refrigerada (5°C) e equivalente a temperatura ambiente (25°C). As ameixas foram submetidas a dois tipos de danos mecânicos: impacto, por meio de quedas de 40 ou 60 cm, e compressão de 25N ou 50N durante 1 minuto, com a ajuda de um macaco hidráulico. Para a aquisição dos dados de compressão, foi utilizada uma esfera instrumentada equipada por molas extensoras em três anéis com extensômetros. Foram realizadas avaliações de perda de massa fresca, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, aparência externa, firmeza de polpa e coloração da epiderme dos frutos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado submetido a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). O estresse físico causado por danos mecânicos, principalmente por impacto, prejudicou a aparência dos frutos tornando-os impróprios para a comercialização. A qualidade das ameixas não é afetada em função da temperatura de polpa, quando ocorre o dano mecânico em 7 dias.

Palavras –chave: injúrias mecânicas, vida útil, ameixeira.

ABSTRACT: In the present work we proposed to evaluate the effects of mechanical injuries on the postharvest quality of tree ripe ‘Gulfblaze’ plums at two pulp temperatures: low temperature (5C) or ambient temperature (25C). To determine injury effects the fruits were harvested carefully and transported by car to the postharvest laboratory at UFRGS. Peaches and plums were submitted to drops from 40cm or 60cm onto flat hard surface. Compression forces of either 25N or 50N were applied for one minute to plums. Data acquisitions were made by use of an instrumented sphere. After one week of treatments the fruits were analyzed for fresh weight losses, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), changes on external appearance, flesh firmness and color of the epidermis. Visual analysis of changes on fruit peel was performed every two days, independently of fruit species and cultivar. Averages were compared by Duncan’s multiple range test ($p < 0.05$). Physical stresses caused by mechanical injuries, mostly impact forces, affect negatively visual appearance impairing commercialization. Internal quality was not affected by mechanical injuries.

Keywords: mechanical injuries, shelf life, plum tree.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as rosáceas cultivadas comercialmente, a ameixeira se destaca por apresentar frutos muito sensíveis ao manuseio e armazenamento, devido à fina epiderme que envolve a parte comestível. A ameixa é um fruto climatérico, portanto, durante o processo de amadurecimento, apresenta um pico de produção de etileno, acompanhado pelo aumento da taxa respiratória. É um fruto sensível ao manuseio, sendo suscetível a danos pós-colheita que

diminuem a sua vida útil. Em condições ótimas de armazenamento, o tempo de vida útil para algumas variedades de ameixa é de apenas cinco semanas, ou seja, são frutos bastante perecíveis (SILVA & MORAIS, 2000).

Danos mecânicos são definidos como deformações plásticas, rupturas superficiais e destruição dos tecidos vegetais, provocadas por forças externas. Adicionalmente, levam a modificações físicas e/ou alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas que alteram a cor, o aroma, o sabor e a textura dos vegetais (MOHESININ, 1986).

Os danos mecânicos podem ser agrupados em danos por impacto, compressão ou corte. O dano de impacto é geralmente causado pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou outros frutos durante as etapas de colheita, manuseio e transporte. Ele pode causar danos externos, que são facilmente visualizados na superfície, com ruptura ou não na epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento. Além disso, esses danos são responsáveis pela retirada da primeira linha de defesa do fruto colhido, permitindo a entrada de patógenos. A ocorrência de impactos pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas, no entanto, o efeito acaba repercutindo a *posteriori* produzindo injúrias internas (*internal bruising*) (QUINTANA & PAULL, 1993; MORETTI, 1998). O dano mecânico por compressão é causado pela imposição de uma pressão variável contra a superfície externa do fruto, quer seja por um fruto adjacente ou pela própria parede da embalagem em que está acondicionado o produto. Neste caso, a deformação causada pela compressão é parcialmente irreversível ocasionando a obstrução da difusão de O₂ a qual foi sugerida como uma das causas dos sintomas de compressão (CALBO & NERY, 1995).

Dentre as causas de perdas pós-colheita em ameixa destacam-se justamente aquelas devidas à ocorrência de danos mecânicos. A ameixa por ser um fruto delicado, que no estágio de maturação para colheita, têm sua firmeza muito reduzida, sendo extremamente susceptível a danos mecânicos. Quando submetidos a choques mecânicos na colheita, no manuseio para classificação e transporte, à primeira vista não se nota sinais de lesões, entretanto, após algumas horas, as manchas se revelam na polpa, depreciando o produto. Portanto, os cuidados com choques mecânicos devem ser rigorosamente observados para se dispor de frutos de alta qualidade e conseqüentemente com maior vida útil. Sendo assim, muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo de danos mecânicos em produtos hortícolas, visando à redução de seus efeitos maléficos na qualidade pós-colheita.

Desta forma, os objetivos do trabalho foram às avaliações em laboratório dos efeitos dos danos mecânicos por impacto e compressão em ameixas em diferentes temperaturas de polpa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As ameixas utilizadas nos experimentos foram da cultivar ‘Gulfblaze’, provenientes de pomar comercial, situado no município de Charqueadas-RS. Após a colheita as ameixas foram acondicionadas em caixas de papelão ondulado, com capacidade para 10 kg, e transportadas em automóvel até o Laboratório de Pós-Colheita da UFRGS, onde passaram por criteriosa seleção, separando-as em dois lotes. Um lote foi armazenado em câmara fria ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) por um período de 24 horas e o outro lote em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) também por um período de 24 horas. Depois de transcorrido este período os frutos foram submetidos aos tratamentos que consistiram em diferentes danos mecânicos por impacto e compressão.

No primeiro tratamento de impacto, as ameixas foram deixadas cair duas vezes de alturas de 40cm sobre uma superfície plana e rígida. O mesmo procedimento foi repetido no segundo tratamento de impacto porém a altura de queda foi de 60cm. Paralelamente a estes experimentos, foi realizado de forma idêntica um terceiro tratamento de impacto de 80cm com a finalidade de observar apenas a ocorrência de cortes na superfície dos frutos. Estas observações de cortes foram realizadas a cada 2 dias durante uma semana (7 dias). No primeiro tratamento de compressão, os frutos com diferentes temperaturas de polpa, foram submetidos a compressões de 25N por um período de 1 minuto com a ajuda de um macaco hidráulico fixo em uma placa metálica rígida. Os frutos foram colocados um a um entre a prensa do equipamento em série com a esfera instrumentada (Figura 1). O segundo tratamento de compressão foi semelhante ao primeiro, porém aplicando-se uma compressão de 50N nos frutos. Tanto os frutos submetidos a impactos, quanto os frutos submetidos à compressão, após receberem os tratamentos foram armazenados no laboratório por 7 dias em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) controlada.

Para a aquisição dos dados de compressão, foi utilizado um sistema que se constitui de: uma esfera instrumentada equipada por molas extensoras em três anéis com extensômetros (dispositivos sensores das deformações mecânicas). A instrumentação da esfera amplifica o sinal das molas extensoras para um sistema de aquisição de dados microcontrolado que realiza a conversão dos sinais analógicos das compressões em sinais digitais para comunicação com um computador por *software* específico que roda em ambiente Windows. As aquisições dos dados em cada eixo ortogonal podem ser visualizados em tempo real.

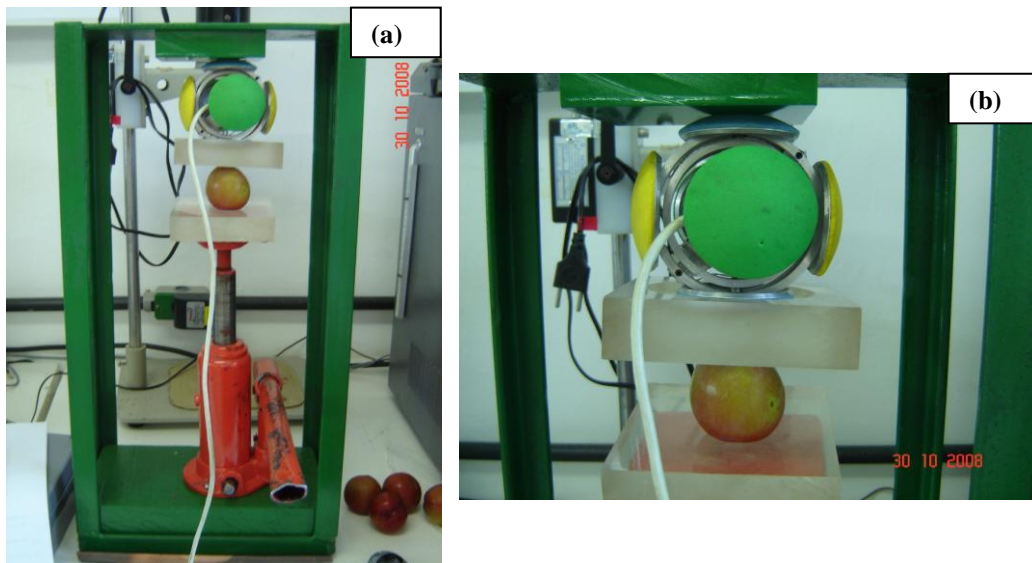


FIGURA1. Sistema utilizado para a aplicação da compressão em frutos: (a) macaco hidráulico utilizado para exercer a compressão no fruto que fica suspenso entre duas placas de acrílico; (b) detalhe da esfera instrumentada no momento da aplicação da compressão no fruto. Porto Alegre, 2008.

De acordo com Muller, Brito & Bender (2008) a esfera instrumentada é calibrada para medir forças estáticas. Desta forma, à medida que o macaco hidráulico é acionado comprimindo simultaneamente as ameixas e a esfera, as forças de compressão são identificadas por um *software* especialmente desenvolvido para adquirir os dados percebidos pela esfera instrumentada.

Uma semana após a aplicação dos tratamentos, foram realizadas as análises de perda de massa fresca, dos teores de sólidos solúveis (SS), da acidez titulável (AT), das alterações na aparência externa, da firmeza de polpa e da coloração da epiderme dos frutos. As avaliações de ocorrências de lesões na superfície dos frutos foram realizadas a cada dois dias. As avaliações de coloração foram determinadas em áreas danificadas e em áreas sadias do mesmo fruto, utilizando-se colorímetro Minolta CR- 400 (Minolta Corp, 1994), com determinação dos valores de L, a^* e b^* . Com os valores de a^* e b^* foram calculados o ângulo de cor (Hue) e a saturação desta cor (cromaticidade), conforme recomendado pela Minolta (1994). A firmeza de polpa foi determinada com um penetrômetro digital. A acidez titulável (AT) e o teor de sólidos solúveis totais (SS) foram determinados com base no método AOAC (1980). Foram realizados 4 ensaios, sendo dois de impacto e dois de compressão, cada ensaio com 4 repetições sendo avaliados 5 frutos por repetição. Este experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo realizada análise de variância e

as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Foi realizada a transformação arcsen da raiz quadrada para os dados em porcentagem.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A aparência externa foi prejudicada pelos danos mecânicos, independente da temperatura de polpa. Os valores de L^* foram maiores nas ameixas que sofreram danos mecânicos, em ambas as temperaturas, sendo que em temperatura de polpa equivalente a temperatura ambiente (25°C), estes valores foram significativamente maiores que o do tratamento testemunha. Isto significa que a cor das ameixas ficou mais clara, após o período de armazenamento quando comparada com as ameixas sadias, ou seja, sem incidência de danos mecânicos.

No mesmo período de 7 dias, apesar de não haver diferenças significativas entre os tratamentos, na tabela 1 se observa que houve um pequeno decréscimo no valores de ângulo Hue, principalmente nos frutos danificados por compressão de 50 N, em ambas as temperaturas de polpa. Esses valores passaram de 71,7 na testemunha para 68,2 em temperatura de polpa equivalente a ambiente, e de 71,0 na testemunha com polpa refrigerada para 68,7 mostrando que a intensidade do pigmento amarelo diminuiu com o passar do tempo. Segundo Kader (2002), esse atributo é muito importante no processo de escolha de um produto pelos consumidores. Esta perda de pigmento verde, com exposição do vermelho, em vegetais está relacionada com a exposição do produto ao etileno (WATADA et al. 1990). Esta exposição resulta em maior estímulo das clorofilases, enzimas que degradam a clorofila, acelerando o processo de redução de pigmentos verdes.

Observa-se, também na tabela 1, que houve uma tendência de incremento nos valores de cromaticidade em todos os tratamentos de compressão, independente da temperatura de polpa. Pode-se observar, também, que os maiores valores para a cromaticidade foram obtidos nos frutos submetidos à compressão de 50N, em ambas as temperaturas de polpa, no final do armazenamento. O aumento na luminosidade, conjugado com o aumento na cromaticidade, revela que, nos frutos, à medida que passavam da cor verde para vermelha, ocorria uma redução nos pigmentos verdes (clorofila) e acúmulo nos vermelhos (carotenóides). Isto pode influenciar na decisão de compra do consumidor, visto que a aparência é um dos fatores mais importantes para a aquisição de um determinado vegetal nas gôndolas de supermercados.

TABELA 1. Luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade da parte externa de ameixas ‘Gulfblaze’, colhidos em estágio de maturação “maduro” e submetidos a diferentes impactos e compressões, armazenados a 25°C por 7 dias.

Tratamentos	L*		Hue		Chroma	
	25°C	5°C	25°C	5°C	25°C	5°C
Temperatura de polpa	25°C	5°C	25°C	5°C	25°C	5°C
Testemunha	26,48b ⁽¹⁾	27,23a	71,76a	71,06a	13,47b	16,66b
Queda 40 cm	27,39a	27,88a	71,37a	68,18a	16,16ab	14,55b
Queda 60 cm	27,61a	27,56a	70,02a	69,13a	17,65a	15,31b
Compressão 25N	27,86a	27,74a	70,69a	70,53a	15,32ab	18,20a
Compressão 50N	28,04a	28,01a	68,21a	68,69a	18,47a	18,33a
CV(%)	1,70	1,55	4,48	2,91	15,75	11,27

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente por Duncan (p<0,05).

Em goiabas, Mattiuz & Durigan (2002) constataram mudanças no ângulo de cor, do verde para o amarelo, em frutos que sofreram danos mecânicos, ou seja, acelerando a amadurecimento destes. Os danos mecânicos levaram a uma aceleração no processo metabólico dessas regiões e, como consequência, a irregularidade do amadurecimento.

Na tabela 2, são apresentados os resultados de perda de massa fresca, na qual se observa que os frutos, em ambas as temperaturas de polpa, submetidos aos tratamentos de compressão e de impactos não diferirem significativamente pelo teste de variância, do tratamento testemunha. Respostas em termos de perda de massa fresca variam de acordo com a espécie e condições estudadas. Kasat et al.(2007), observaram resultados semelhantes em pêssegos da cultivar ‘Aurora 1’ diferindo apenas nos resultados obtidos para o tratamento de impacto que apresentou, no final do armazenamento, a maior perda de massa fresca. Sanches et al.(2008), não encontraram respostas para o aumento na perda de peso fresco de abacates em tratamentos de impactos.

Constata-se que os tratamentos não afetaram os teores de sólidos solúveis da polpa de ameixas, em temperatura de polpa refrigerada, mantendo-se estáveis no final do armazenamento. No entanto, observa-se que nos frutos com temperatura de polpa equivalente a ambiente ocorreram valores significativamente menores que nos frutos do tratamento testemunha. Nota-se também que a menor média foi obtidas na injúria por impacto de 60cm, o que indica que frutos submetidos a este tipo de injúria apresentam uma maior perda na qualidade (Tabela 2). Normalmente, não se percebem, no final do armazenamento, grandes

alterações nos sólidos solúveis em frutos que foram submetidos a danos mecânicos, sendo que esta ínfima redução nos valores, provavelmente, ocorreu devido ao aumento do consumo dos açúcares durante o processo respiratório dos frutos.

TABELA 2. Perda de massa fresca, teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável e firmeza de polpa de ameixas da cultivar ‘Gulfblaze’ em estágio de maturação “maduro” depois de 7 dias de armazenamento a 25°C com polpa a 25°C ou 5°C.

Tratamentos	Perda de massa (%)		SS (°Brix)		AT (meq. ácido/100ml)		Firmeza de polpa (N)	
	25°C	5°C	25°C	5°C	25°C	5°C	25°C	5°C
Testemunha	5,0a ⁽¹⁾	5,4a	7,41a	6,56a	21,25a	23,04a	2,48a	2,47a
Queda 40cm	5,1a	5,2a	6,50b	6,75a	21,51a	21,51cd	2,35a	2,43a
Queda 60cm	5,6a	5,5a	6,34b	6,53a	21,50a	20,17d	2,42a	2,11a
Compressão 25N	5,0a	5,8a	6,50b	6,91a	22,30a	22,84bc	2,61a	2,46a
Compressão 50N	5,9a	5,9a	6,66b	6,63a	23,22a	24,55a	2,59a	2,81a
C.V (%)	21,03	9,74	5,23	7,68	6,34	4,31	10,91	13,97

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente por Duncan (p<0,05).

A estabilidade dos teores de sólidos solúveis em frutos com temperatura de polpa refrigerada deve-se, provavelmente, as menores taxas respiratórias que estes frutos apresentam nesta condição e, conseqüentemente, ao menor consumo de açúcares durante o armazenamento.

Com relação à avaliação da acidez titulável, constata-se que os tratamentos não afetaram significativamente estes teores em frutos com temperatura de polpa ambiente. Observou-se tendência de teores maiores quando comparados com o tratamento testemunha, principalmente nos tratamentos de compressão. Já em frutos com temperatura de polpa refrigerada, constata-se que danos causados por impacto, diferiram significativamente dos demais tratamentos, porém apresentando valores menores de acidez titulável. A diminuição dos ácidos, provavelmente, ocorreu devido ao consumo destes como substrato no processo respiratório, mostrando que o dano de impacto exerce um maior efeito prejudicial aos frutos com polpa refrigerada. Resultados semelhantes foram verificados por Kasat et al. (2007), em pêssegos da cultivar ‘Aurora 1’ submetidos a injúrias de impacto. Já no tratamento compressão 50N os resultados foram semelhantes aos frutos com temperatura de polpa ambiente. Observa-se que tanto os danos por compressão quanto danos por impacto não afetaram a firmeza de polpa dos frutos no período de 7 dias (Tabela 2). No entanto, ao

analisar os frutos superficialmente nota-se que as áreas dos frutos submetidos aos danos mecânicos, principalmente por impactos, eram menos firmes que as partes não danificadas.

Em relação à incidência de cortes na superfície dos frutos, nos tratamentos de impacto de 40cm e 60cm e nos tratamentos de compressão de 25N e 50N não foram observados estes tipos de danos. No intuito de gerar informação sobre o efeito do impacto nos frutos, foi testado paralelamente ao experimento principal um ensaio com injúrias por impacto de 80cm em frutos em estágio de maturação “maduro”, com temperatura de polpa ambiente e refrigerada, analisando-se apenas a incidência de corte e lesões na superfície dos frutos. Na Figura 2 observa-se que 50% dos frutos com temperatura de polpa ambiente após sofrerem a respectiva queda apresentaram cortes na superfície. Este índice foi ainda maior em frutos com temperatura de polpa refrigerada, apresentando 65% dos frutos com cortes na superfície.

Provavelmente, frutos com temperatura de polpa refrigerada, apresentaram maior incidência de cortes devido ao seu maior estado de hidratação celular e, conseqüentemente, menor elasticidade de polpa resultando no rompimento dos tecidos da epiderme. Estes cortes deixados por esta injúria afetaram de maneira decisiva a aparência externa dos frutos tornando-os impróprios para o mercado consumidor (Figura 2).

As lesões na superfície das ameixas que estavam com temperatura de polpa a 25°C e que foram submetidas às quedas de 80cm, foram facilmente visualizadas. Após transcorridos 3 dias, 20% dos frutos já apresentavam lesões na superfície, aumentando para 25% no 5º dia de avaliação. Já os frutos que estavam com temperatura de polpa refrigerada, no 3º dia de avaliação apresentaram um índice de frutos com lesões iguais a 15% e aumentando para 50% no 5º dia de avaliação.

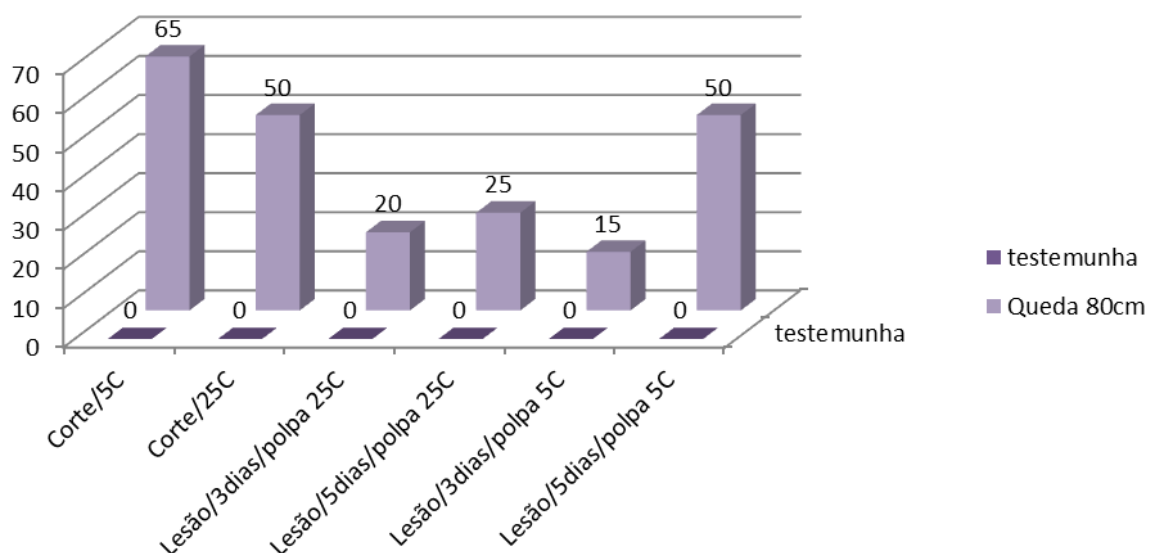


FIGURA 2. Incidência de frutos (%) com corte ou lesão após tratamentos de impactos de 80 cm e armazenados a 25°C por 7 dias – estágio de maturação maduro e temperatura de polpa 5°C ou 25°C. Dentro de cada tratamento, não houve diferença significativa entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

O impacto gerou um maior índice de frutos com lesões em condição de polpa refrigerada sustentando a idéia de que frutos sob esta condição, por apresentarem maior hidratação das células, com o impacto apresentam maior rompimento celular resultando na formação de lesões superficiais.

4 CONCLUSÕES

Danos mecânicos, em 7 dias, afetam a aparência externa em ameixas ‘Gulfblaze’, em ambas as temperaturas de polpa (5°C e 25°C), diminuindo a sua vida de prateleira. Danos causados pela queda de 80 cm sobre superfícies rígidas provocam cortes na superfície de ameixas, principalmente em frutos com temperatura de polpa refrigerada.

As ameixas, sob temperatura de polpa refrigerada, requerem maiores cuidados no manuseio após a colheita por sofrerem mais os efeitos negativos dos danos mecânicos.

5 REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 13 ed. Washington: A.O.A.C., 1980. 1018p.

CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medidas de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p.14-18, 1995.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops.** Oakland: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. 535p.

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

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Aplicações de tomografia de ressonância magnética nuclear como método não-destrutivo para avaliar os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.24, n.3, p.641-643, 2002.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994. 49p.

MOHESININ, N.N. Physical properties of plant and animal material: structure, physical characteristics and mechanical properties. 2. Ed. New York: Gordon and Breach, 1986. v.1, 534p.

QUINTANA, M.G.E.; PAULL, R.E. Mechanical injury during postharvest handling of 'Solo' papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.5, p.618-622,1993.

SILVA, F.; MORAIS., A.M.M.B. AESBUC. **Boas práticas pós-colheita para frutos frescos**. Porto, 2000. 28p. (Informação Tecnológica)

WATADA, A.; ABE, K.; YAMAUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.20,n.4, p.116-122, 1990.