

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Injúrias mecânicas e seus efeitos na fisiologia e na qualidade de
mamões ‘Golden’**

Ana Elisa de Godoy

**Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia**

**Piracicaba
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Ana Elisa de Godoy
Engenheiro Agrônomo**

**Injúrias mecânicas e seus efeitos na fisiologia e na qualidade de mamões
'Golden'**

**Orientador:
Prof. Dr. ANGELO PEDRO JACOMINO**

**Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia**

**Piracicaba
2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Godoy, Ana Elisa de
Injúrias mecânicas e seus efeitos na fisiologia e na qualidade de mamões 'Golden' /
Ana Elisa de Godoy. - - Piracicaba, 2008.
70 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Danos mecânicos 2. Fisiologia vegetal 3. Mamão - Qualidade 4. Pós-colheita I. Título

CDD 634.651
G589i

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais,

Antonio Jarbas de Godoy

Lucila Antonia Martignago de Godoy

Pelo apoio e amor incansável e por todos os dias da minha vida.

Ao meu irmão,

Bruno de Godoy

Pelo amor, amizade, carinho... que só os irmãos sabem sentir...

Ao meu namorado,

André Boldrin Beltrame

Pelo amor, apoio, respeito e compreensão em todos os momentos, e por estar sempre ao meu lado.

Amo muito vocês!

Com muito carinho

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Angelo Pedro Jacomino pela oportunidade, orientação, ensinamentos, confiança e amizade durante todos esses anos de convivência.

À Comissão do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade da realização deste trabalho.

À querida Luciane Aparecida Lopes Toledo pela pronta ajuda e por sempre estar nos lembrando dos nossos compromissos com o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

À FAPESP pela concessão da bolsa e apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

Ao Marcos José Trevisan pela amizade e pela pronta ajuda para resolver os problemas do laboratório e dos experimentos.

Aos amigos do Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Flávia, Camilla, Thales, Luis Carlos, Aninha, Márcia, Vanessa, Leonardo, Rodrigo, Jaqueline, Carolina, Keila, Fábio, Olívia, Gabriela e Meire.

À Patrícia pelo companheirismo e amizade durante nosso mestrado, nas disciplinas, nos compromissos do laboratório, nos lembretes, nos almoços, no nosso dia a dia.

À grande amiga e companheira Elaine, pela força, ajuda, convivência, e por todos os momentos em que aprendemos juntas com nossos experimentos e experiências de vida durante todo o meu mestrado.

Ao Prof. Ricardo Alfredo Kluge por disponibilizar a infra-estrutura de seu laboratório para a realização de experimentos.

À Dra. Anita de Souza Dias Gutierrez e a CEAGESP, pela colaboração para realização do estudo de caso sobre injúrias mecânicas do mamão.

Ao Dr. Marcos David Ferreira (Embrapa Instrumentação Agropecuária – São Carlos), pela ajuda e colaboração na realização de medições de intensidade de impacto em mamões na CEAGESP.

À Dra. Lucimara Aparecida Forato (Embrapa Instrumentação Agropecuária – São Carlos) por disponibilizar a infra-estrutura do laboratório de Ressonância Magnética Nuclear.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

"O mundo é como um espelho que devolve a cada pessoa o reflexo de seus próprios pensamentos.

Quando a gente acha que tem todas as respostas,
vem a vida e muda todas as perguntas..."

(Luís Fernando Veríssimo)

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 Revisão bibliográfica.....	12
2.1.1 A importância do mamão.....	12
2.1.2 Pós-colheita.....	13
2.1.2.1 Fisiologia do amadurecimento.....	13
2.1.2.2 Padrão respiratório e produção de etileno.....	14
2.1.2.3 Características físico-químicas de qualidade.....	15
2.1.2.3.1 Coloração.....	15
2.1.2.3.2 Sólidos solúveis.....	16
2.1.2.3.3 Acidez.....	18
2.1.2.3.4 Ácido ascórbico.....	19
2.1.2.3.5 Firmeza da polpa.....	20
2.1.2.3.6 Perda de massa.....	21
2.1.2.4 Perdas pós-colheita.....	22
2.1.2.4.1 Injúrias mecânicas.....	23
2.2 Material e métodos.....	27
2.2.1 Levantamento, identificação e caracterização de injúrias mecânicas em mamões ‘Golden’.....	27
2.2.2 Reprodução das injúrias mecânicas.....	28
2.2.2.1 Abrasão.....	29
2.2.2.2 Amassado.....	29
2.2.2.3 Corte.....	30

2.2.3 Metodologia das análises realizadas.....	31
2.2.3.1 Análises físico-químicas.....	31
2.2.3.2 Atividade respiratória e produção de etileno.....	32
2.2.3.3 Enzima ACC oxidase.....	33
2.2.3.4 Extravasamento de eletrólitos.....	33
2.2.3.5 Ressonância magnética nuclear.....	34
2.2.3.6 Delineamento experimental e interpretação dos resultados.....	34
2.3 Resultados e discussão.....	35
2.3.1 Identificação e caracterização de injúrias mecânicas em mamões 'Golden'.....	35
2.3.2 Análises físico-químicas.....	37
2.3.2.1 Ângulo de cor (^o h), luminosidade e cromaticidade da casca.....	37
2.3.2.2 Firmeza da polpa.....	41
2.3.2.3 Perda de massa.....	43
2.3.2.4 Teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis e acidez titulável.....	44
2.3.3 Atividade respiratória e produção de etileno.....	46
2.3.4 Enzima ACC oxidase.....	49
2.3.5 Extravasamento de eletrólitos.....	51
2.3.6 Ressonância magnética nuclear.....	53
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	57

RESUMO

Injúrias mecânicas e seus efeitos na fisiologia e na qualidade de mamões 'Golden'

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão e além de suprir o mercado interno apresenta grande potencial para exportação. No entanto, o mamão é uma das frutas que registra os maiores índices de perdas, por ser altamente perecível, além do manuseio adotado na pós-colheita que é agressivo e resulta em muitos danos mecânicos. O objetivo desse estudo foi identificar e caracterizar as injúrias mecânicas de maior ocorrência em mamões 'Golden' e avaliar os seus efeitos na fisiologia e na qualidade dos frutos. As injúrias mecânicas identificadas como sendo de maior ocorrência foram abrasão, corte e amassado. Essas injúrias foram reproduzidas em mamões 'Golden', no estágio 1 de maturação. A abrasão foi provocada com lixa grão 200 numa área de 6 cm². Para o corte foram realizadas incisões de 30 mm de comprimento e 5 mm de profundidade. A injúria de amassado foi provocada através de impacto, sendo que os frutos foram deixados cair de uma altura de 2 m. Cada fruto sofreu 2 danos em lados opostos na região de maior diâmetro, sendo que cada fruto recebeu apenas um tipo de injúria. Frutos intactos foram utilizados como controle. As áreas danificadas foram demarcadas e os frutos armazenados a 22±1°C e 85±5% UR durante 10 dias. Variáveis de cor, análises físico-químicas, extravasamento de eletrólitos e atividade da ACC oxidase foram determinadas a cada 2 dias após a reprodução das injúrias. Atividade respiratória e produção de etileno foram analisadas diariamente e imagens de ressonância magnética nuclear (IRM) foram realizadas 4 dias após a reprodução das injúrias. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial adequado para cada variável analisada. O ângulo de cor (^oh), a luminosidade e cromaticidade foram afetados pela abrasão. A região danificada não desenvolveu cor amarelo-alaranjada, evidenciado pelo maior valor do ângulo de cor, além do escurecimento da casca comprovado pelos menores valores de luminosidade e cromaticidade. A abrasão e o impacto levaram a maior redução da firmeza da polpa e perda de massa dos frutos. Mamões submetidos às injúrias apresentaram maior acidez durante o armazenamento. A injúria por impacto acelerou a atividade respiratória e a produção de etileno. A atividade da ACC oxidase em mamões submetidos a abrasões e impactos mostrou-se superior em relação aos frutos submetidos ao corte e frutos controle. Frutos danificados pelas injúrias apresentaram maior liberação de eletrólitos nos primeiros dias de armazenamento, enquanto que para frutos controle esse resultado foi mais relevante a partir do 6^o dia de armazenamento. Isso mostra que as injúrias mecânicas aceleraram o amadurecimento dos frutos os quais perderam a integridade da membrana mais rapidamente do que frutos intactos. IRM revelaram que os frutos submetidos às injúrias mecânicas foram afetados e perderam a integridade da membrana mais rapidamente, pelo aumento do conteúdo de água livre caracterizado pelas regiões danificadas com tonalidade mais clara. A qualidade de mamões 'Golden' foi prejudicada em função das injúrias mecânicas, principalmente pelo impacto e pela abrasão.

Palavras-chave: *Carica papaya* L.; Pós-colheita; Impacto; Abrasão; Corte

ABSTRACT

Mechanical injuries and the effects on the physiology and quality of Golden papaya fruits

Brazil is the biggest worldwide producer of papaya fruit supplying the local market and with high potential to export to the international market. However, papaya fruit shows one of the highest loss indexes, since it can easily perish. In addition, the postharvest handling is injurious and the consequences are mechanical injuries. The aim of the present study is to identify and characterize the mechanical injuries that occur in 'Golden' papaya fruits, and to evaluate the injuries effects on the quality of the fruits. The mechanical injuries identified were abrasion, cuts and bruises, which were reproduced in 'Golden' papaya fruits at early ripening stage. Abrasion was caused by 200 mesh sandpaper in 6 cm² of peel surface area. Cut injury was obtained by cutting fruits at 30 mm length and 5 mm depth. Bruises were produced in the papayas by impact. The fruits were dropped from 2 m height onto a hard surface. Each fruit was injured twice in the opposite sides at the widest diameter region and it was injured with only one type of injury. Intact fruits were considered as control. Injured areas were marked and fruits were stored at 22±1°C and 85±5% RH for 10 days. Color parameters, physico-chemical analysis, electrolyte leakage and ACC oxidase activity were evaluated every 2 days after the mechanical injuries were applied. Respiratory activity and ethylene production were evaluated daily. Magnetic resonance images were taken 4 days after the mechanical injuries were reproduced. The experimental designs used were completely randomized and in factorial experiments for each variable analyzed. Hue angle, luminosity and chroma values were affected by abrasion. Injured areas did not develop the typical yellow color, showed by higher Hue angle values. In addition, the luminosity and chroma values were lower in injured areas. Abrasion and impact injuries were responsible for flesh firmness decrease and higher water loss. Total titratable acidity was higher in fruits that were submitted to mechanical injuries during storage. Impact injury accelerated the respiratory activity and the ethylene production. ACC oxidase activity in papaya fruits submitted to abrasion and impact injuries showed higher activity than fruits submitted to cut injuries or intact fruits. Electrolyte leakage was higher in fruits injured in the first days of storage, while for intact fruits it was only after 6 days of storage. Electrolyte leakage showed that mechanical injuries accelerated fruit ripening which showed a faster membrane integrity loss. Magnetic resonance images showed that the fruits were affected by mechanical injuries since they lost membrane integrity characterized by the increase in free water content represented by injured areas with clear tones. The quality of Golden papaya fruits was affected by the mechanical injuries, mainly due to the impact and the abrasion injuries.

Keywords: *Carica papaya* L.; Postharvest; Impact; Abrasion; Cut

1 INTRODUÇÃO

O mamão é uma fruta de destaque no país, com produção de aproximadamente 1.600.000 toneladas por ano e apresenta grande potencial de crescimento para exportação e mercado interno (FNP, 2008). É cultivado em quase todo o território nacional, e os estados da Bahia e do Espírito Santo, juntos, são responsáveis por quase 90% da produção nacional (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

Praticamente toda a produção é destinada ao mercado *in-natura* e deste total, 39 mil toneladas são exportadas (FNP, 2008). Assim sendo, é uma das frutas mais consumidas pelo brasileiro.

Contudo, é também uma das frutas nas quais se registra os maiores índices de perdas pós-colheita, pois, além de se tratar de uma fruta altamente perecível, o manuseio adotado na pós-colheita é agressivo e resulta em muitos danos mecânicos, elevada incidência de podridões e rápida senescência.

A manutenção de sistemas ineficientes de pós-colheita resulta em perdas de volume e de qualidade prejudicando todo o agronegócio do mamão, e em especial os produtores, que tem o valor da fruta reduzido devido às elevadas perdas que ocorrem na pós-colheita.

As injúrias mecânicas ocasionam danos irreparáveis em frutos, principalmente em mamão, pois estes apresentam vida útil muito curta. Os danos físicos ou ferimentos nos tecidos ativam uma série de respostas fisiológicas e bioquímicas que promovem aumento na atividade respiratória, perda de água e conseqüente diminuição da matéria seca dos frutos, produção de etileno e distúrbios relativos à compartimentalização celular, o que torna os produtos mais perecíveis reduzindo a vida pós-colheita (WILLS et al., 1998; LUENGO et al., 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Desse modo, este trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar as injúrias mecânicas de maior ocorrência em mamões 'Golden' e avaliar os seus efeitos na fisiologia e na qualidade dos frutos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 A importância do mamão

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é nativo da América tropical e é uma fruteira cultivada no mundo, numa faixa que se estende a 32° de latitude norte e sul. É uma planta que requer clima quente, como o do Brasil, e tem uma característica importante, sendo uma das poucas plantas frutíferas que produzem o ano todo (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

O Brasil é o primeiro produtor mundial de mamão, com produção anual de 1,6 milhões de toneladas, situando-se também entre os principais exportadores, principalmente para o mercado europeu (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007). Apesar de ser o maior produtor de mamão e ter uma das maiores produtividades do mundo, o Brasil se enquadra apenas como o terceiro maior exportador. Do total de mamões exportados para consumo *in natura*, em 2005, o México foi responsável por 32%, seguido da Malásia (16%) e Brasil (15%) (FNP, 2008).

O mamão é cultivado em quase todo o território nacional, merecendo destaque os estados da Bahia e Espírito Santo, que juntos são responsáveis por aproximadamente 90% da produção nacional (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

Na região Nordeste se concentra a maior área de produção com cerca de 18 mil hectares. O Sudeste apresenta a segunda maior região produtora, com 10 mil hectares e seguem pela ordem as regiões Norte, Sul e Centro-Oeste (FNP, 2008). O rendimento médio da cultura, considerando a produção de todas as regiões em conjunto é de aproximadamente 48.000 t.ha⁻¹. Na região Sudeste, entretanto, a cultura apresenta um rendimento muito elevado da ordem de 63.000 t.ha⁻¹, destacando-se nessa região o rendimento das lavouras do estado do Espírito Santo, onde os plantios de mamão apresentam alta produtividade, em torno de 66.000 t.ha⁻¹. Essa produtividade é superior à do estado da Bahia (FNP, 2008). Uma das razões da alta produtividade de mamão do estado do Espírito Santo é o alto nível tecnológico aplicado nas lavouras.

A exploração da cultura do mamão no Estado do Espírito Santo é realizada com genótipos do grupo Formosa com a variedade Tainung 01 e grupo Solo com as

variedades Sunrise e Golden, que atende especialmente o mercado externo de fruta *in natura* (ALVES, 2003).

São Paulo é o maior mercado consumidor de mamão do país. Sua comercialização no Entrepasto Terminal de São Paulo (ETSP) da CEAGESP acaba sendo um retrato significativo da produção e comercialização de mamão para o mercado interno brasileiro. De acordo com o Sistema de Informação de Mercado da CEAGESP foram comercializadas oficialmente no ETSP em 2006, 90.422 toneladas de mamão do grupo Solo, sendo o 4º produto em volume e o 7º em valor de comercialização (ALMEIDA, 2007).

2.1.2 Pós-colheita

2.1.2.1 Fisiologia do amadurecimento

O amadurecimento dos frutos ocorre como uma seqüência integrada de mudanças. A perda de firmeza, mudança na coloração, concentração de açúcares e compostos aromáticos e outros atributos sensoriais evidenciam o amadurecimento e determinam as características de qualidade dos frutos (WATADA et al., 1984; GRIERSON, 1987).

No amadurecimento, ocorrem reações de síntese e de degradação, sendo a energia liberada nesse processo utilizada para várias atividades fisiológicas e manutenção da integridade celular. A energia é suprida por alguns processos degradativos, e grande demanda dessa energia ocorre no sistema para a continuação do processo, incluindo síntese protéica e produção de etileno, dentre outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amadurecimento do mamão é caracterizado por mudanças em seus constituintes, como, aumento no teor de ácidos orgânicos e vitamina C (DRAETTA et al., 1975), degradação da clorofila e síntese de carotenóides (BIRTH et al., 1984) e degradação da pectina levando à perda da firmeza (LAZAN et al., 1989). É um fruto que se caracteriza por uma vida pós-colheita relativamente curta, completando o seu amadurecimento em aproximadamente uma semana sob condição ambiente. No entanto, vários fatores de pré e pós-colheita, podem reduzir a sua vida de prateleira. Esses fatores podem se manifestar nos frutos isoladamente ou em conjunto,

proporcionando perdas quantitativas e/ou qualitativas nas diferentes fases da comercialização (COSTA; BALBINO, 2002).

2.1.2.2 Padrão respiratório e produção de etileno

Embora a maioria dos frutos desenvolva mudanças na coloração, textura e sabor durante o amadurecimento, duas principais classificações dos frutos, climatéricos e não climatéricos tem sido utilizada para distinguir os frutos no padrão respiratório e na produção de etileno (LELIEVRE et al., 1997).

Frutos climatéricos como tomate, abacate, banana são distinguidos dos não climatéricos como morango, uvas e citrus, pelo aumento na atividade respiratória e na produção de etileno durante o amadurecimento (LELIEVRE et al., 1997).

O mamão é considerado fruto climatérico, que apresenta atividade metabólica após a colheita, quando ocorrem transformações químicas juntamente com a respiração (BLEINROTH, 1988). As transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente após a colheita do fruto fisiologicamente maduro, desencadeadas pela produção do etileno e aumento da atividade respiratória. Isso o caracteriza como um fruto bastante perecível em pós-colheita (PAULL, 1993).

De acordo com Biale, Young e Olmstead (1954) a produção de etileno aumenta drasticamente durante o amadurecimento de frutos que apresentam respiração climatérica, podendo esse pico coincidir ou ocorrer antes da máxima atividade respiratória (LELIEVRE et al., 1997; GIOVANNONI, 2001). Segundo Vendrell, Dominguez-Puigjaner e Llop-Tous (2001) esse aumento na produção de etileno é autocatalítico. Em contraste com frutos não climatéricos, que não exibem aumento na respiração e na produção de etileno. Ao contrário, apresentam declínio gradual da atividade respiratória e produção constante de etileno durante o amadurecimento (KNEE; SARGENT; OSBORNE, 1977).

A via de biossíntese do etileno foi descrita por Yang e Hoffman (1984). O aminoácido metionina é o precursor biológico do etileno em todas as plantas superiores, e é convertido em etileno pela via de biossíntese que compreende dois passos com reações enzimáticas. Na primeira reação, o S-adenosil-metionina (SAM) é convertido em aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) pela ação da enzima ACC sintetase

(ACCS). O ACC é então metabolizado pela enzima ACC oxidase (ACCO), por uma reação de oxidação que necessita de O₂ e ferro, e que é ativada pelo CO₂ para produzir etileno.

Em alguns casos, o etileno regula sua própria produção, induzindo a uma nova síntese de ACCS e ACCO. O ACC, precursor imediato do etileno, pode ser convertido ainda em malonil-ACC sob a ação da enzima N-maloniltransferase (NMT) e então transportado nessa forma para os vacúolos (THEOLOGIS et al., 1992; GRIERSON, 1998).

2.1.2.3 Características físico-químicas de qualidade

2.1.2.3.1 Coloração

Mudanças na coloração da casca e da polpa, na textura, nos níveis de ácidos e na síntese dos compostos voláteis, normalmente ocorrem durante o amadurecimento do fruto, concomitantemente com o período climatérico (PAULL, 1993).

A coloração é utilizada como parâmetro para a seleção de muitos produtos em classes ou categorias comerciais, no entanto, a quantificação dos pigmentos, ou de outros constituintes, pode prover uma melhor forma indicadora de qualidade, pois, se relaciona mais diretamente com a percepção da aparência pelo consumidor, ao passo que a concentração dos pigmentos pode estar mais diretamente relacionada com a maturidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos sofre alterações na cor, especialmente na cor da casca. As mudanças de coloração são resultantes, principalmente da degradação da clorofila, mas também, é resultado da síntese de pigmentos como carotenóides e antocianinas (TUCKER, 1993). A perda da clorofila é um fenômeno natural em frutos colhidos, os quais continuam a respirar e tendem a amarelecer (FIORAVANÇO; MANICA; PAIVA, 1995). A ação do etileno promove aumento na atividade das enzimas clorofilase e oxidase, e resulta na degradação da clorofila (SHIMOKAWA; SHIMADA; YAEAO, 1978; YAMAUCHI et al., 1997). Ao mesmo tempo, o etileno estimula a carotenogênese, o que promove o aparecimento da cor amarela ou laranja (STEWART; WHEATON, 1972).

O mamão tem por característica a mudança gradual e desuniforme na cor da casca de verde para amarela, formando inicialmente estrias amareladas que partem da região estilar para a inserção peduncular do fruto (OLIVEIRA et al., 2002).

Apesar das limitações do uso da coloração externa como meio de se predizerem outras características relacionadas ao ponto de colheita ideal, essa é a característica comumente utilizada para as cultivares de mamão comercializadas, inclusive para o mercado externo (BLEINROTH; SIGRIST, 1989).

Com o surgimento da variedade Golden, mutante que surgiu em lavoura de 'Sunrise Solo', o uso dessa característica tem trazido problemas para a correta classificação, uma vez que mamões 'Golden' apresentam coloração verde mais clara que mamões 'Sunrise Solo' (FONSECA et al., 2007).

De acordo com Fonseca et al. (2007) a observação da relação entre os pigmentos (clorofila e carotenóides) demonstra consistentemente, a diferenciação entre as variedades Sunrise Solo e Golden. Os menores valores de clorofila e carotenóides obtidos pelo mamão 'Golden', justificam a dificuldade em se identificar claramente as mudanças de estágio que ocorrem como consequência da degradação da clorofila e da biossíntese de carotenóides.

O índice de variação de cor da casca como referência do estágio de maturação para o mamão 'Golden' pode promover problemas de classificação, possibilitando a inclusão de frutos mais maduros em lotes contendo frutos menos desenvolvidos fisiologicamente (FONSECA et al., 2007).

Bleinroth (1995) afirma que é muito importante que se conheça o ponto de colheita do mamão com exatidão, para que, em seu amadurecimento, o aroma e o sabor se desenvolvam o melhor possível.

2.1.2.3.2 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas que se encontram dissolvidos no suco ou polpa das frutas. Comumente é expresso em °Brix e têm tendência de aumento com o avanço da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Bleinroth (1995) os mamões da variedade Solo devem ser colhidos com pelo menos 11,5º Brix, e que o nível máximo do teor de sólidos solúveis é observado quando 33% da superfície do fruto está amarela. Akamine e Goo (1971) encontraram teor máximo de sólidos solúveis (14,5º Brix) em mamões do grupo 'Solo', no Havaí, com 80% de coloração amarela na casca. Para alcançar esse índice, o fruto deveria ser colhido com, no mínimo, 33% de coloração amarela na casca.

Os carboidratos são os principais constituintes energéticos do mamão e são fundamentais para o sabor do fruto. Os principais carboidratos presentes na polpa do mamão são sacarose, glicose e frutose.

O amido tem um papel importante no padrão de qualidade de vários frutos, no entanto, o mamão apresenta teores extremamente baixos (menos que 1%) durante o seu amadurecimento (VIEGAS, 1992) e, portanto, esse fato resulta em pouca variação nos teores de sólidos solúveis durante o amadurecimento de mamões. Alguns frutos climatéricos como banana (CORDENUSI; LAJOLO, 1995) e kiwi (McRAE et al., 1992) possuem alto conteúdo de amido, o qual é metabolizado a sacarose depois que os frutos são colhidos.

De acordo com Gomez, Lajolo e Cordenunsi (2002) após a colheita e durante o amadurecimento do fruto, a mudança no teor de açúcar e o desenvolvimento do sabor doce no mamão ainda não são muito bem esclarecidos. Dessa forma, os autores sugeriram que possa haver uma fonte alternativa de carbono para a síntese de açúcares.

O carbono para a síntese de sacarose em mamão, provavelmente possa vir da parede celular, a qual contém, aproximadamente, 30% celulose, 30% hemicelulose, 35% de pectinas e 5% de proteínas (BRETT; WALDRON, 1996). A mudança na composição da parede celular, relacionada com o amadurecimento de muitos frutos, está correlacionada com a perda significativa de açúcares, especialmente galactose e arabinose (PRESSEY, 1983). A fonte de carbono para a síntese de sacarose após a colheita de mamões pode ser derivada da galactose, a qual o nível na parede celular diminui durante o amadurecimento dos frutos (GOMEZ; LAJOLO; CORDENUNSI, 2002).

Estudos desenvolvidos para mamão mostraram que os açúcares totais, especialmente a sacarose, aumentam, em aproximadamente 20 a 30 dias antes do amadurecimento dos frutos na planta (CHAN et al., 1979; SELVERAJ; SUBRAMANYAN; IYER, 1982; ZHOU; CHRISTOPHER; PAUL, 2000). A via para o acúmulo de sacarose entre as diferentes espécies de frutas tem sido caracterizada pelas enzimas ácido-invertase, sacarose fosfato sintase, e sacarose sintase (YAMAKI, 1995). A enzima ácido invertase catalisa a hidrólise da sacarose em frutose e glicose (McCOLLUM; HUBER; CANTLIFFE, 1988). A alta atividade do ácido invertase (CHAN; KWOK, 1976) e a baixa atividade das enzimas sacarose fosfato sintase e sacarose sintase foram encontradas em mesocarpo de mamões maduros, sugerindo que a enzima responsável pelo aumento de sacarose em mamões possa ser do tipo ácido invertase (HUBBARD; PHARR; HUBER, 1991).

2.1.2.3.3 Acidez

O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo o período do amadurecimento o de maior atividade metabólica. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No mamão, predominam os ácidos cítricos e málico, em iguais quantidades, seguidos do alfa-cetoglutarico em quantidades bem menores, os quais, juntamente com o ácido ascórbico, contribuem com 85% do total de ácidos no fruto (CHAN et al., 1971). O ácido cítrico juntamente com o málico perfaz 59% da acidez no mamão (SELVERAJ; SUBRAMANYAN; IYER, 1982). De acordo com Hinojosa e Montgomery (1988), a acidez total da polpa de mamão varia entre 0,12% e 0,15%. Comparado às outras frutas, o mamão apresenta baixa acidez (BRON; JACOMINO; PINHEIRO, 2006).

Draetta et al. (1975) relataram a ocorrência de ligeiro aumento na acidez da polpa do mamão durante o amadurecimento e atribuíram esse acréscimo à provável formação do ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina pela pectinametilsterase e pela poligalacturonase.

Durante o período pós-colheita, Viegas (1992) observou aumento no teor de acidez titulável para os frutos de mamoeiro da cultivar Formosa colhidos no estádio

inicial de maturação e Wills e Widjanarko (1995) observaram aumento na acidez titulável, atingindo um máximo, quando os frutos apresentavam plena coloração amarela na casca.

Chan et al. (1971) afirmaram que o conteúdo do ácido málico tende a decrescer à medida que o mamão amadurece. No entanto, há resultados mostrando ligeiro aumento e posterior queda da acidez na polpa do mamão durante o seu amadurecimento. Selveraj, Subramanyan e Iyer (1982) também observaram decréscimo na acidez de mamões com o progresso do amadurecimento. Por outro lado, Lazan et al. (1989) constataram que a acidez titulável tende a aumentar com o amadurecimento dos frutos, até atingirem aproximadamente 75% da superfície da casca amarela, decrescendo a partir de então.

2.1.2.3.4 Ácido ascórbico

Apesar da importância do ácido ascórbico, apenas recentemente sua biossíntese tem sido bem esclarecida. A biossíntese proposta por Weeler, Jones e Smirnoff (1998) parece ser a principal para a síntese do ácido ascórbico em plantas.

A via para biossíntese do ácido ascórbico chamada de “Smirnoff-Wheeler” tem como precursor L-galactono-1,4-lactono (L-GL), e os intermediários envolvidos são açúcares fosforilados e nucleotídeos, e muitos estudos têm confirmado esse mecanismo (BARATA-SOARES et al., 2004). A conversão de L-GL em ácido ascórbico é consensual e tem sido demonstrado por muitos estudos com diferentes plantas (BAIG; KELLY; LOEWUS, 1970; ARRIGONI, 1994; SMIRNOFF; RUNNING; GATZEK, 2004).

Barata-Soares et al. (2004) observaram em mamões síntese de ácido ascórbico durante o amadurecimento do fruto, quando comparou níveis de ácido ascórbico em frutos maduros e frutos verdes. Além disso, os autores verificaram aumento no nível total do ácido quando amostras de mamão foram imersas em precursor de L-GL, tanto para mamões maduros como para mamões verdes.

A vitamina C, que inclui o ácido ascórbico e o ácido de-hidroascórbico, é um dos fatores nutricionais mais importantes encontrados em muitos produtos hortícolas e possuem muitas atividades biológicas para o corpo humano. O conteúdo de vitamina C

em muitas frutas e hortaliças pode ser influenciado por vários fatores como as diferenças genótípicas, as condições climáticas e culturais na pré-colheita, o estágio de maturação, e o manuseio pós-colheita (LEE; KADER, 2000).

Durante o amadurecimento dos frutos, muitas reações ainda estão ocorrendo, e todos esses fenômenos podem causar estresses nos tecidos, os quais requerem alguma ação antioxidante, especialmente pelo ascorbato, para a prevenção do dano celular (BARATA-SOARES et al., 2004). Devido a esses estresses, os níveis de ácido ascórbico podem invariavelmente diminuir durante o amadurecimento dos frutos, pois o ascorbato tem como importante função ser um antioxidante, e, em associação com outros componentes do sistema antioxidante, proteger contra os danos oxidativos durante o metabolismo aeróbico (SMIRNOFF, 1996). No entanto, mesmo em condições de estresse, pode acontecer em alguns frutos, o aumento de níveis de ácido ascórbico, e em outros, esses níveis podem permanecer constantes (BARATA-SOARES et al., 2004).

2.1.2.3.5 Firmeza da polpa

O amadurecimento dos frutos é acompanhado pelo amolecimento dos tecidos (HUBER, 1983; FICHER; BENNETT, 1991), resultado das modificações das texturas que ocorrem durante o amadurecimento pós-colheita para praticamente todas as frutas (MANRIQUE; LAJOLO, 2004), devido às mudanças estruturais da pectina, hemicelulose e celulose, que juntas, são responsáveis pelas modificações na estrutura da parede celular (HUBER, 1983; SEYMOUR et al., 1990).

Segundo Jacomino et al. (2002) os principais fatores que depreciam a qualidade de mamões na pós-colheita são o rápido amolecimento e a elevada incidência de podridões. O amadurecimento dos frutos ocorre devido a diversas reações, tanto de síntese como de degradação, o que resulta na perda de firmeza da polpa, e, dentre as causas principais dessa perda de firmeza, estão à degradação de protopectina da lamela média e da parede celular primária, o aumento da pectina solúvel e a perda de açúcares neutros não celulósicos.

Tem-se provado que o amolecimento dos frutos envolve ação de muitas enzimas, principalmente as pectolíticas como as pectinametilesterase (PME), as

poligalacturonase (PG), xilanase e celulase (PAULL; GROSS; QIU, 1999). Em mamões, a atividade da PME eleva-se com o amadurecimento, e esse aumento é acompanhado pela elevação da atividade da PG e redução na firmeza da polpa (PAULL; CHEN, 1983; LOURENÇO; CATUTANI, 1984; LAZAN; SELAMAT; ALI, 1995).

De acordo com Manrique e Lajolo (2004) a PME participa do processo de amolecimento dos frutos, desesterificando o polímero de ácido galacturônico (pectina), enquanto a PG catalisa a hidrólise das ligações β -1,4 entre os resíduos de ácido galacturônico no interior da cadeia de pectina.

Segundo Paull, Gross e Qiu (1999) os polímeros de pectina são degradados em moléculas menores durante o amadurecimento do mamão, e Huber (1983); Brady, (1987); Giovannoni et al. (1989) sugeriram que a PG é uma das principais enzimas responsáveis pela degradação da pectina durante o amadurecimento dos frutos. Paull e Chen (1983) observaram aumento da PG ao mesmo tempo em que ocorreu a maior mudança nos tamanhos dos polímeros de pectina.

2.1.2.3.5 Perda de massa

A perda de água é uma das causas principais da deterioração pós-colheita, e resulta na redução imediata da massa do fruto. A perda de massa fresca é decorrente dos processos transpiratórios e respiratórios, e leva ao murchamento e perda de consistência do fruto, diminuindo a sua aceitabilidade comercial (WOODS, 1990).

A perda de água dos frutos ocorre principalmente por transpiração, em decorrência do déficit de pressão de vapor (DPV) e do coeficiente de transpiração (CT). O Déficit de Pressão de Vapor é a diferença entre a pressão de vapor dos espaços intercelulares do produto e o ar circundante. O coeficiente de transpiração é a perda de umidade de um produto em uma unidade de tempo por déficit de pressão de vapor (WOODS, 1990). Quanto maior o déficit de pressão de vapor entre o produto e o ar circundante maior será a perda de água do produto (GRIERSON; WARDOWSKI, 1978). O déficit de pressão de vapor é dependente da temperatura e da umidade relativa do ar. Para uma mesma umidade relativa do ar, a perda de peso é maior em temperatura mais alta, enquanto que para uma mesma temperatura, a perda de peso é maior em umidade relativa mais baixa (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986).

2.1.2.4 Perdas pós-colheita

Apresentando sucessivos recordes de safras, o setor agrícola brasileiro destaca-se como uma das mais importantes âncoras da economia (VILELA; LANA; MAKISHIMA, 2003). Apesar disso, o elevado índice de perdas pós-colheita que ocorre no Brasil impede que 20 a 30% das frutas e hortaliças produzidas e que saem do campo cheguem ao consumidor final (LUENGO, 2005).

As estimativas de perdas são, em alguns casos, contestáveis, principalmente pela carência de dados precisos, considerando as inúmeras possibilidades de perdas existentes. São muitas as etapas intermediárias entre a colheita do produto agrícola e sua transformação em alimento disponível para o consumo. As perdas variam significativamente nas diferentes etapas em função da safra, variedade, doenças, clima, sistema de colheita, processamento, armazenamento, manuseio, comercialização, bem como condição social e cultural da população considerada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Grande parte das perdas pós-colheita é determinada por ocasião da entrega para distribuição do produto proveniente do campo e são resultantes, basicamente, de manuseio excessivo, e acondicionamento inadequado. Estes problemas são agravados pelo mau estado de conservação das estradas, o que aumenta a trepidação e, conseqüentemente, as injúrias mecânicas (DURIGAN; MATTIUZ, 2007).

Para Sargent, Brecht e Zoellner (1992) os produtos hortícolas transportados a longas distâncias estão, freqüentemente, sob condições que podem promover o crescimento de organismos deteriorantes nos locais de danos mecânicos como ferimentos por impacto e compressão, cortes e abrasões. Sendo os danos mecânicos cumulativos, os vários passos do manuseio, do campo ao consumidor, devem ser cuidadosamente coordenados e integrados para minimizar as perdas na qualidade do produto.

Conforme Fagundes e Yamanishi (2002) o Ministério da Agricultura do Abastecimento e Reforma Agrária considera que o Brasil perde, anualmente, mais de um bilhão de dólares de frutas e hortaliças, sendo as porcentagens estimadas de perdas de mamão em 23,7%. Rangel et al. (2003) observou desperdícios de mamão na ordem de 5% em supermercados de Brasília.

As perdas em pós-colheita de mamão podem chegar, em alguns casos, a 75%, estando associadas a danos mecânicos, causas de origem fisiológica e bioquímica, e ação de agentes microbianos (VENTURA; COSTA, 2002). Além disso, a comercialização do mamão no mercado nacional é feita em condições inadequadas de estocagem, transporte e manipulação pós-colheita, contribuindo para aumento dessas perdas (PAULL et al., 1997).

Entre as várias causas que originam estas perdas, estão os danos mecânicos, os quais promovem alterações no padrão respiratório, na evolução do etileno, na síntese e degradação de pigmentos, na ativação de enzimas, na alteração da firmeza e no aumento da perda de água dos frutos (MORETTI, 2001).

2.1.2.4.1 Injúrias mecânicas

Segundo Bordin (1998) desde o instante em que é colhido até o momento de ser preparado ou consumido, o produto hortícola é submetido a uma série de efeitos essencialmente mecânicos que, dependendo da sensibilidade do produto, poderá causar danos que comprometerão a qualidade final.

As injúrias mecânicas ocasionam danos irreparáveis em frutos, principalmente em mamão, pois estes são frutos que apresentam vida útil muito reduzida. Os danos físicos causados aos tecidos modificam a sua atividade fisiológica promovendo aumento na atividade respiratória, produção de etileno e distúrbios relativos à compartimentalização celular, o que torna os produtos mais perecíveis reduzindo a vida pós-colheita (LUENGO et al., 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O aumento na respiração e na produção de etileno pelos tecidos ocorre em minutos após o dano, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações da qualidade sensorial. Como o produto danificado amadurece mais rapidamente, torna-se mais suscetível ao ataque de microrganismos com redução da vida útil (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo de injúrias mecânicas em produtos hortícolas, visando à redução de seus efeitos maléficos na qualidade do produto final (SARGENT; BRECHT; ZOELLNER, 1992; MATTIUZ, 2002; MORETTI, 1998). Essas injúrias são definidas como deformações plásticas, rupturas superficiais e

destruição dos tecidos vegetais, provocadas por forças externas. Adicionalmente levam a modificações físicas (danos físicos) e/ou alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas (MOHSENIN, 1986).

As causas das injúrias mecânicas são inúmeras. São agrupadas em impacto, abrasão, compressão e corte e estão baseadas no tipo de força a que os frutos são submetidos (SITKEI, 1986).

Em geral, o dano por impacto ocorre durante a colheita, pós-colheita, embalagem, transporte e distribuição dos frutos, e tem sido identificado com uma das injúrias mais importantes que afeta a qualidade dos frutos (RUIZ ALTISENT, 1991). Podem ocorrer quando os frutos recebem quedas altas ou colidem com superfícies não protegidas ou com outros frutos. O impacto pode causar danos externos na superfície do produto, com a ruptura ou não da epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento. Sua ocorrência pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas, no entanto, o efeito acaba repercutindo posteriormente, produzindo injúrias internas (QUINTANA; PAULL, 1993; MORETTI, 1998).

A abrasão pode ocorrer devido à vibração durante o transporte (HILTON, 1994), e/ou contra outras superfícies como embalagens que possuem superfícies ásperas e irregulares. A abrasão caracteriza-se pelo rompimento da epiderme resultante da fricção do produto com superfície áspera, destruindo as camadas mais externas do tecido (WILLS et al., 1998).

A injúria mecânica por compressão é causada 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 (CALBO; NERY; HERMANN, 1995).

A injúria por corte é geralmente atribuída a uma força de colisão de um fruto em uma superfície irregular, ou pela imposição de uma pressão sobre o fruto, contra uma superfície desigual, como arestas de uma embalagem de colheita ou objetos cortantes utilizados no processamento dos frutos (MOHSENIN, 1986).

A susceptibilidade ao dano mecânico é influenciada por vários fatores, como espécie, cultivar, grau de hidratação celular, estágio de maturação, tamanho, peso, características epidérmicas e condição ambiente (WADE; BAIN, 1980; KAYS, 1991).

Alguns estudos mostram a incidência de injúrias mecânicas em produtos na cadeia pós-colheita. Halsey (1955) observou que tomates com injúria interna de impacto não apresentavam alterações externas visíveis, embora apresentassem ruptura celular interna no pericarpo e no tecido locular. Diversos fatores como a variedade, a energia e o número de impactos estão associados com o desenvolvimento da injúria. MacLeod, Kader e Morris (1976) verificaram em tomates que o aumento do número de impactos aumentava a evolução de gás carbônico e etileno. Sargent, Brecht e Zoellner (1992) observaram que a injúria interna de impacto é cumulativa durante as operações de manuseio, e que as machucaduras internas só foram visíveis quando os frutos estavam vermelhos, demonstrando que os sintomas de danos aos órgãos de tomates, muitas vezes não aparecem imediatamente.

Soares et al. (1994) mediram injúrias mecânicas em tomates acondicionados em caixa K e relataram que houve aumento de 47% nos sinais de abrasões nos frutos que tiveram contato direto com a superfície da embalagem. Moura (1995) verificou que os danos em tomates ocorreram principalmente durante o fechamento das caixas, enquanto os frutos são comprimidos e feridos pelo contato com as frestas nas laterais da embalagem.

Moretti et al. (1998) estudaram os efeitos de injúrias mecânicas de impacto sobre a qualidade de tomates e observaram que os frutos injuriados mostraram aumento da atividade da enzima poligalacturonase e extravasamento de eletrólitos com redução do teor de vitamina C e carotenóides totais. Tomates injuriados também apresentaram menor aceitação por parte dos consumidores indicando que, além da qualidade, a injúria interna de impacto modificava o sabor e aroma dos frutos (MORETTI; SARGENT, 2000).

Mattiuz e Durigan (2001a) avaliaram os efeitos provocados pelas injúrias mecânicas de impacto e compressão na coloração de goiabas, e verificaram que a área injuriada apresentou-se mais escura, devido ao decréscimo na luminosidade, e à magnitude da força empregada, que resultou no rompimento das células e conseqüente extravasamento do líquido celular, sua conseqüente exposição à ação enzimática, o que promoveu a oxidação dos compostos fenólicos a quinonas, levando ao escurecimento de pigmentos de coloração marrom.

Para a banana, a etapa de transporte manual dos cachos, embarque nos veículos transportadores e o traslado dos cachos até a central de embalagem, ocorre à maioria das injúrias mecânicas produzidas nos frutos (MITCHELL, 1992; SANTOS, 1998). Em bananas 'Nanicão', Sanches et al. (2003) verificaram que após a colheita, as frutas apresentaram, em média, 3,6 danos, os quais podem ter ocorrido no campo ou no transporte até o galpão de beneficiamento. Após o acondicionamento nas embalagens e transporte até o centro de distribuição, os autores constataram a duplicação de tais valores. O percentual de defeitos graves inicial, de 8,3%, resultou das etapas de campo ou transporte até o galpão de beneficiamento, sendo que, após o acondicionamento e transporte até o centro de distribuição, tais valores atingiram 50%. Maia et al. (2008) estudaram a ocorrência de danos mecânicos ao longo da cadeia de comercialização de bananas 'Prata-anã' e observaram que, após a embalagem dos frutos, ocorreu a presença de danos mecânicos por corte, abrasão, impacto e compressão.

Em tubérculos de batata, os tipos de injúrias mecânicas mais comuns são esfoladura, corte, compressão e escurecimento devido ao impacto (THORNTON, 2001). Para raízes de cenoura, rachadura e quebra são os tipos de injúrias mais freqüentes (CANTWELL et al., 1991), e para raízes de mandioquinha-salsa, foram identificadas injúrias mecânicas de abrasão, rachadura e quebra como as mais importantes (KAYS, 1991; WILLS et al., 1998).

Durigan, Mattiuz e Durigan (2005) verificaram os efeitos das injúrias mecânicas de corte, compressão e impacto em limas ácidas 'Tahiti', e observaram que a injúria por impacto levou os limões a uma maior perda na cor verde, principalmente na região lesionada e que a injúria por corte levou os frutos a perderem massa fresca com maior intensidade.

Pantástico (1979) constatou que em mamão do grupo Solo, nas Filipinas, os danos pós-colheita foram de 20 a 26%, sendo 10% devido às injúrias mecânicas. E, Liu e Ma (1984) encontraram 23,7% de danos em mamões, sendo 14,3% no mercado varejista, 7,3% no atacadista e 2,1% devido ao transporte. Quintana e Paull (1993) analisaram mamões do grupo 'Solo' no momento da colheita até o beneficiamento dos frutos em casa de embalagem no Hawai, e constataram aumento de área lesionada nos

frutos durante as operações das linhas de beneficiamento. No momento da colheita, mamões apresentaram até 8% da superfície do fruto injuriada e aumentou para 40% até completo embalamento.

Cappellini, Ceponis e Lightner (1998) verificaram em carregamentos de mamões nos mercados dos Estados Unidos muitas desordens de origem mecânica, fisiológica e patológica. As injúrias mecânicas ocorreram em aproximadamente 15% dos carregamentos avaliados. Freitas-Silva et al. (2000) estudando os percentuais de incidência de injúrias mecânicas em mamões do grupo Solo, acondicionado a granel para transporte, observaram que 7,77% do total de frutos provenientes da região produtora do Espírito Santo apresentavam algum tipo de injúria mecânica. Esses autores correlacionam este índice de incidência a ferimentos, provavelmente, ocorridos durante ou após a colheita, na embalagem, transporte, carga e descarga. Carvalho, Salles e Santos (2003) verificaram que 12% dos danos encontrados em mamões eram devidos a embalagem inadequada. Após a colheita, os produtos perdem firmeza devido aos processos de amadurecimento, senescência e perda de água, e como resultado tornam-se mais susceptíveis aos danos mecânicos.

2.2 Material e Métodos

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP, em Piracicaba-SP, em colaboração com o Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP.

2.2.1 Levantamento, identificação e caracterização de injúrias mecânicas em mamões ‘Golden’.

Foi realizado um levantamento com base em mamões ‘Golden’ provenientes das principais regiões produtoras do Espírito Santo e da Bahia. Mamões acondicionados em embalagens de madeira, transportados em caminhão carga seca lonada e não paletizada foram analisados entre abril de 2007 a maio de 2008 para identificar e caracterizar as principais injúrias mecânicas que ocorrem na cadeia de comercialização

do mamão na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP.

Sessenta e oito caixas de mamões foram analisadas de 11 atacadistas aleatoriamente, totalizando 1.064 frutos, dos quais foram contabilizadas e caracterizadas as injúrias mecânicas. Foi identificada a região do fruto na qual ocorreu o dano e caracterizadas em mediana, peduncular e estilar (Figura 1).

Selecionaram-se as três injúrias predominantes em mamões para reproduzi-las em laboratório.

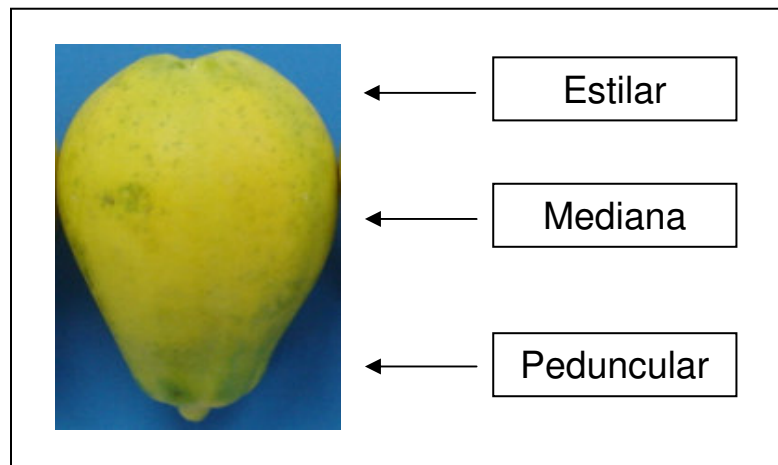


Figura 1 - Caracterização das regiões do mamão

2.2.2 Reprodução das injúrias mecânicas

As injúrias mecânicas identificadas como sendo de maior ocorrência (abrasão, corte e amassado) foram reproduzidas em mamões 'Golden' provenientes do município de Linhares-ES. Foram utilizados frutos acondicionados em embalagens de papelão no estágio 1 de maturação (até 15% da superfície da casca com coloração amarela), os quais foram transportados sob refrigeração da região produtora até a CEASA – Campinas-SP. Os frutos foram recebidos e transportados ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP, onde foram selecionados frutos sem defeitos e submetidos às injúrias mecânicas.

2.2.2.1 Abrasão

A injúria de abrasão foi provocada com lixa grão 200. Fixou-se no fruto uma etiqueta adesiva com orifício central de 6 cm², sobre a qual a lixa foi friccionada manualmente para provocar a injúria na área delimitada (Figura 2).

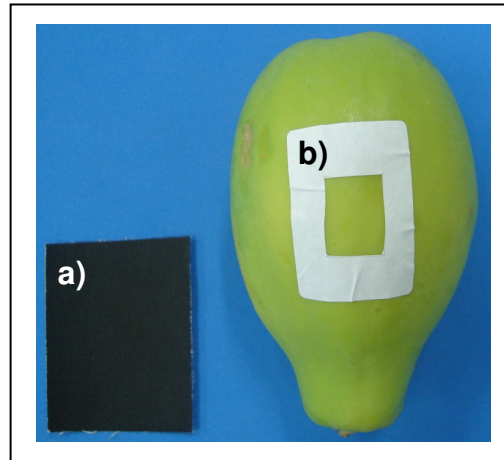


Figura 2 - Materiais utilizados para provocar a injúria por abrasão: a) lixa; b) etiqueta

2.2.2.3 Amassado

A injúria de amassamento foi provocada através do impacto dos frutos. Um mamão por vez, foi colocado em saco de malha fina e lisa, no tamanho de 15 cm de comprimento e 10 cm de largura, para evitar a rotação do fruto durante a queda. Os frutos foram deixados cair, em queda livre, de uma altura de 2 m, numa caixa de madeira com fundo plano maciço e rígido, envolta por isopor de 3 cm de espessura para minimizar impactos que poderiam acontecer entre o fruto e as laterais da caixa após a queda do fruto (Figura 3). Na parte inferior e central do saco de malha havia um orifício de aproximadamente 3 cm de diâmetro que possibilitou a marcação da área danificada durante a queda do fruto, pois o fundo da caixa foi pintado com tinta guaxe vermelha. No momento do impacto, o fruto foi marcado pela tinta guaxe e, dessa forma, foi delimitado o local onde o impacto ocorreu.

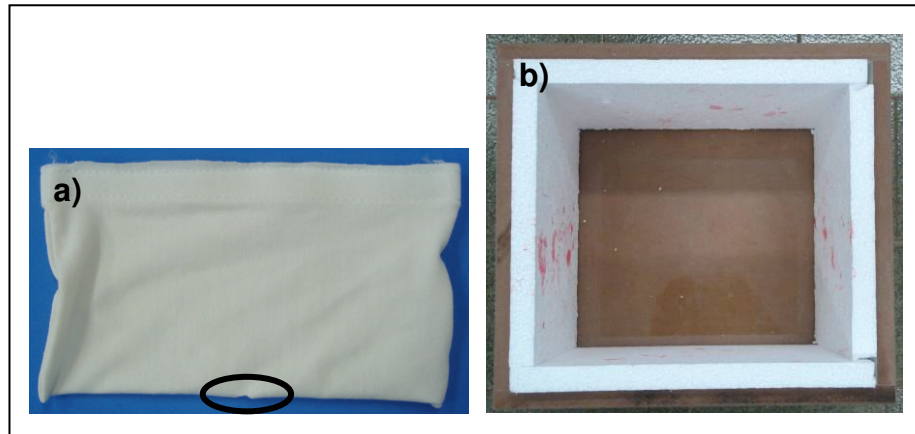


Figura 3 - Materiais utilizados para provocar a injúria por impacto: a) saco de malha com orifício na região inferior e central para demarcar a região do impacto; b) caixa de madeira

2.2.2.2 Corte

Na injúria por corte foram realizadas incisões de 30 mm de comprimento e 5 mm de profundidade utilizando uma lâmina fixada num suporte de madeira. Os frutos foram submetidos a uma força de 7,5 kg durante 15 minutos. Para produzir a força necessária, foram utilizadas três garrafas tipo PET de 2,5 L cada. O conjunto composto pelas três garrafas e a tábua com a lâmina de corte que sustentava as garrafas pesavam 7,5 kg (Figura 4).



Figura 4 - Ilustração da metodologia utilizada para provocar a injúria por corte

Cada fruto sofreu duas injúrias em lados opostos, na região de maior diâmetro, sendo que cada fruto recebeu apenas um tipo de injúria. Os frutos foram armazenados a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR durante 10 dias. Frutos intactos foram utilizados como controle.

2.2.3 Metodologia das análises realizadas

2.2.3.1 Análises físico-químicas

Ângulo de cor ($^{\circ}\text{h}$), luminosidade e cromaticidade da casca: determinada com colorímetro (Minolta CR-300, Osaka, Japão). Realizaram-se quatro leituras por fruto, em pontos equidistantes, na região equatorial. Sendo duas nas áreas com injúrias (uma sobre cada injúria) e outras duas nas áreas sem injúrias.

Firmeza da polpa: determinada com penetrômetro digital (53200-Samar, Tr Turoni, Forli, Itália) com ponteira de 8 mm de diâmetro. Realizaram-se quatro leituras por fruto, em pontos equidistantes, na região equatorial após a retirada da casca. Sendo

duas nas áreas com injúrias (uma sobre cada injúria) e outras duas nas áreas sem injúrias. Os resultados foram expressos em Newton.

Perda de massa: determinada pela diferença entre a massa inicial e a massa final da amostra em balança semi-analítica. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teor de ácido ascórbico: determinado por titulometria, de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

Teor de sólidos solúveis: determinado em refratômetro digital (Atago PR-101, Atago Co Ltda., Tóquio, Japão). Os resultados foram expressos em °Brix.

Acidez titulável: determinada de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico na polpa.

2.2.3.2 Atividade respiratória e produção de etileno

Para as determinações da atividade respiratória e da produção de etileno, os frutos foram colocados em recipientes herméticos de vidro com capacidade de 1,7 L, com tampas contendo septos de silicone, previamente expostos às condições de temperatura e umidade relativa do experimento. Após 1 hora, amostras de 1 mL de ar do interior dos frascos foram coletadas para CO₂ e para etileno, através do septo de silicone, com seringa marca Hamilton, modelo Gastight, de 2,5 mL. As amostras foram injetadas e analisadas em cromatógrafo marca Thermo Finnigan, modelo Trace 2000GC, equipado com dois detectores de ionização de chama (FID) regulados para 250°C, dois injetores regulados para 100°C, duas colunas Porapack N (coluna CO₂ - 4 m; coluna C₂H₄ - 1,8 m) reguladas para 100°C e um metanador, somente para CO₂, regulado para 350°C. A atividade respiratória e a produção de etileno foram calculadas levando-se em consideração o volume do frasco, a massa do fruto e o tempo que os frascos permaneceram fechados (60 minutos). Os resultados foram expressos em CO₂ (mL.kg⁻¹.h⁻¹) e C₂H₄ (μL.kg⁻¹.h⁻¹) para atividade respiratória e produção de etileno, respectivamente.

2.2.3.3 Enzima ACC oxidase

ACC oxidase foi extraída e analisada como descrito por Karakurt e Huber (2003) com algumas modificações. Dois gramas de polpa de mamão da região danificada foram maceradas em 6 mL de solução de extração contendo 0,1 M Tris (pH 7,4), 10% de glicerol e 30 mM de ascorbato de sódio. O macerado foi filtrado em gaze e centrifugado a 14000 rpm por 30 minutos. A atividade da enzima foi analisada a 25°C em 1 mL da mistura de reação contendo 0,4 mL do extrato enzimático, 30 mM ascorbato de sódio, 0,1 mM FeSO₄, 1 mM ACC e solução de extração em frascos herméticos de 20 mL. A mistura de reação foi incubada a 25°C por 2 horas e amostras de 1 mL de gás foram coletadas dos frascos com auxílio de uma seringa (Hamilton, Gastight, Nevada, EUA). As amostras foram injetadas e analisadas para etileno em cromatógrafo Thermo Finnigan, modelo Trace 2000GC. A atividade da ACC oxidase foi expressa em C₂H₄ (μL.kg⁻¹.h⁻¹).

2.2.3.4 Extravasamento de eletrólitos

O nível de dano nos tecidos injuriados foi avaliado pelo extravasamento de eletrólitos, de acordo com a metodologia descrita por Serek et al. (1995). Da região danificada de cada fruto retirou-se um cilindro (1 cm de diâmetro por 1 cm de comprimento), sem a remoção da casca, com o auxílio de um amostrador metálico. Os cilindros foram lavados com água deionizada e secos, superficialmente, com papel absorvente, sendo em seguida incubados durante 2 horas em 30 mL de água deionizada, sob condição ambiente. Após esse período, a condutividade elétrica desta solução foi medida em condutivímetro (MS Tecnoyon - mCA-150). Após incubação, as amostras foram autoclavadas (120°C a 1,5 atm) durante 30 minutos, eliminando-se a permeabilidade seletiva das membranas e permitindo o extravasamento total dos eletrólitos. A condutividade elétrica da água foi medida, novamente, sendo os resultados expressos com a razão entre a primeira e a segunda leitura, multiplicada por 100.

2.2.3.5 Ressonância magnética nuclear

Mamões foram analisados em tomógrafo de ressonância magnética nuclear Varian, modelo INOVA 2 Tesla, que opera na frequência de 85,53 MHz para núcleos de hidrogênio, na Embrapa Instrumentação Agropecuária em São Carlos-SP. Para aquisição das imagens foi utilizada a seqüência de spin-eco, usando um tempo de eco de 60 ms, tempo de repetição de 2 segundos (imagens ponderadas em T_2) e número de médias de aquisições igual a 4 ($nt=4$). As imagens geradas em matrizes de 256x256 *pixels* foram captadas quatro dias após a reprodução das injúrias mecânicas. Foram realizadas imagens do tipo transversal para as injúrias de impacto, corte, abrasão e fruto sem injúria mecânica.

2.2.3.6 Delineamento experimental e interpretação dos resultados

Os resultados das porcentagens de frutos com danos mecânicos foram transformados segundo arco-seno $\sqrt{x/100}$. Os demais dados não sofreram transformações.

O delineamento experimental adotado para as variáveis ângulo de cor ($^{\circ}h$), luminosidade, cromaticidade e firmeza da polpa foi inteiramente casualizado em esquema fatorial composto por três fatores: tipo de injúria, região com ou sem lesão e dias de armazenamento após a injúria.

Para as variáveis: teor de sólidos solúveis, acidez total titulável, teor de ácido ascórbico, perda de massa, atividade respiratória, produção de etileno, atividade da ACC oxidase e extravasamento de eletrólitos, adotou-se o esquema fatorial composto por dois fatores: tipo de injúria e dias de armazenamento após a injúria.

Foram utilizadas oito repetições, sendo cada repetição constituída de um fruto para as determinações da atividade respiratória e produção de etileno, assim como para as análises químicas e 20 repetições de um fruto para a análise de perda de massa. Foram utilizadas quatro repetições constituídas de um fruto cada, para a determinação da atividade da ACC oxidase e extravasamento de eletrólitos. Para a atividade enzimática, cada repetição foi realizada em duplicatas e para a determinação de extravasamento de eletrólitos, cada repetição foi constituída de quatro cilindros de 1 cm de diâmetro e 1 cm de comprimento.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Identificação e caracterização de injúrias mecânicas em mamões ‘Golden’

As principais injúrias mecânicas encontradas nos mamões foram abrasões, cortes e amassamentos (Figura 5). De um total de 1.064 frutos avaliados, foram encontradas 1.902 injúrias do tipo abrasão, 1.663 cortes e 481 injúrias do tipo amassado. Essas injúrias foram encontradas na região estilar, mediana e peduncular. Sendo que maior porcentagem dessas injúrias (74%) foi verificada na região mediana dos frutos. Injúrias mecânicas provocadas por abrasões e impactos em mamões também foram caracterizadas como de maior ocorrência por Quintana e Paull (1993).

A alta ocorrência de abrasões foi devida, provavelmente, ao manejo e ao uso de embalagem de superfície abrasiva, como as de madeira. Observou-se a formação de lesões com extravasamento de látex, e posteriormente a região do dano ficou enegrecida. Na maioria das vezes, o látex exudado pelos vasos laticíferos do fruto é menor quando estes estão mais maduros, quando comparado com frutos mais verdes que apresentam injúrias (BECKER, 1958). Skelton (1969) não observou exudação de látex em frutos totalmente maduros. A exudação de látex ocorre devido à ruptura dos vasos laticíferos abaixo da epiderme e pode agravar o desenvolvimento da injúria (QUINTANA; PAULL, 1993).

Os danos de abrasão ocorrem quando há movimento dos frutos no interior da embalagem durante algum tipo de movimento, resultando em lesões que podem variar de marcas superficiais de abrasão até a remoção substancial de tecido (BARTSCH; McLAUGHLING; PITT, 1987; SOUZA; HENZ; PEIXOTO, 2003). Quintana e Paull (1993) destacaram maior ocorrência de abrasões em mamões posicionados nas laterais das embalagens, quando comparados com frutos na parte central.

As injúrias causadas por cortes provavelmente aconteceram devido a uma pressão sofrida pelo fruto contra uma superfície desigual, como as quinas das embalagens. Segundo Mattiuz e Durigan (2001a) a injúria por corte é, geralmente,

atribuída à colisão da superfície do fruto contra uma muito menor que a primeira, ocasionando a ruptura da epiderme, ou pela imposição de uma pressão sobre o fruto contra superfícies também desiguais, como as arestas de uma embalagem.

As injúrias do tipo amassado foram ocasionadas, possivelmente, pelo impacto sofrido pelos frutos contra superfícies sólidas durante os processos de colheita e pós-colheita. Segundo Bordin (1998) e Quintana e Paull (1993) os danos causados por impactos, provocam o amassamento, ocasionado pelo choque do produto com superfícies rígidas, individualmente ou dentro de embalagens, causando danos externos com formação de lesões aquosas translúcidas e amolecidas.

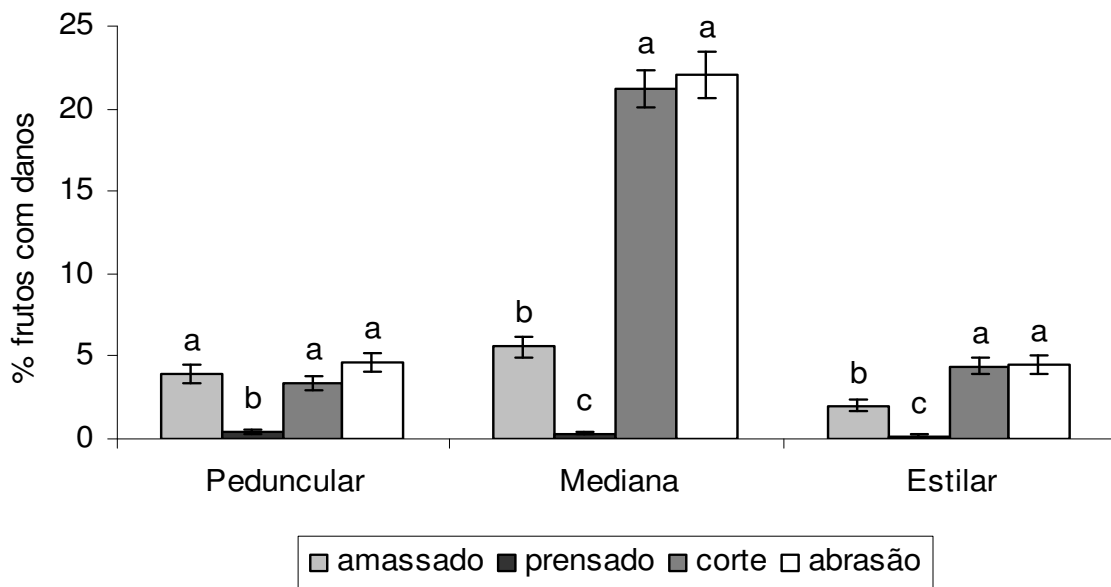


Figura 5 - Danos mecânicos encontrados na pós-colheita de mamão 'Golden' em embalagem de madeira. Peduncular, mediana e estilar correspondem às regiões do fruto onde foram identificados os danos

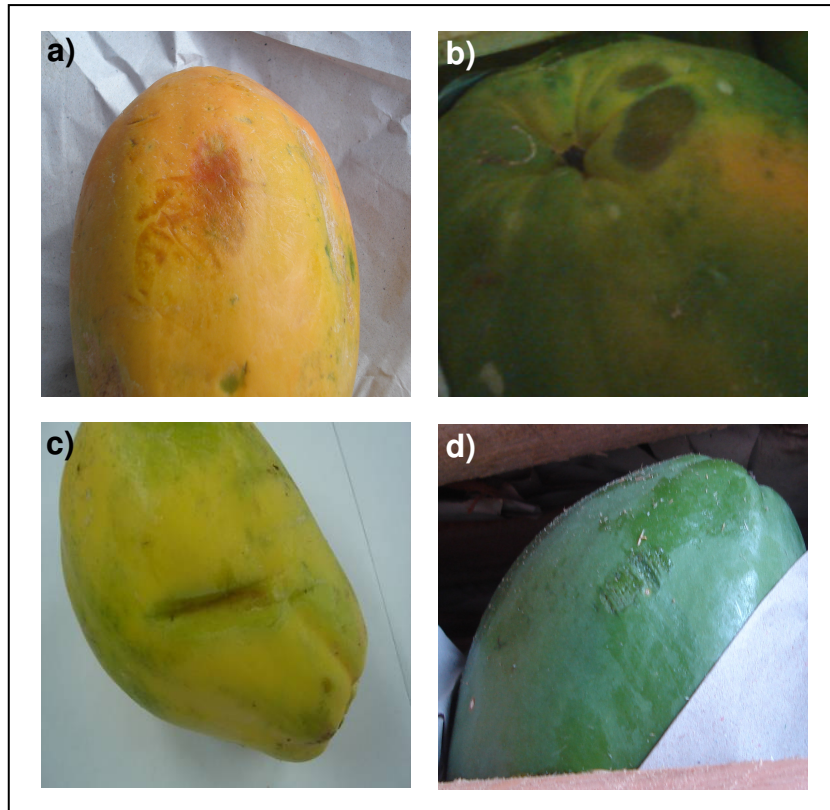


Figura 6 - Danos mecânicos encontrados na pós-colheita de mamão 'Golden' (a=amassado; b=prensado; c=corte; d=abrasão)

2.3.2 Análises físico-químicas

2.3.2.1 Ângulo de cor ($^{\circ}h$), luminosidade e cromaticidade da casca

O ângulo de cor, a luminosidade e a cromaticidade foram afetados pela abrasão ($P < 0,05$). A região danificada do fruto não desenvolveu a cor amarelo-alaranjada, evidenciado pelo maior valor do ângulo de cor ($93,16^{\circ}$), enquanto que a região não danificada atingiu valor médio de $78,66^{\circ}$. Além disso, ocorreu escurecimento da casca na região danificada pela abrasão, já no 2º dia de armazenamento, o que é comprovado pelos menores valores de luminosidade (58,71) e cromaticidade (37,13). Considerando as regiões não danificadas do fruto, os valores foram de 71,21 para luminosidade e 51,02 para cromaticidade (Figura 7). Em uvas com injúrias de abrasão ocorreu o escurecimento das bagas, e esse fato pode ter origem enzimática, envolvendo a atuação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase (WISSEMAN; LEE, 1980).

Quando a célula é rompida, devido à magnitude da força empregada, ocorre o extravasamento do líquido celular e sua conseqüente exposição à ação enzimática, o que promove a oxidação de compostos fenólicos a quinonas, pela ação da polifenoloxidase, levando ao aparecimento de pigmentos de coloração marrom (RADI; MAHROUZ; JAOUAD, 1997).

O corte também alterou a luminosidade e a cromaticidade da casca, considerando a região danificada e não danificada do fruto ($P < 0,05$) (Figura 7). A luminosidade indica que a região danificada pelo corte tornou-se mais escura. Além disso, o corte levou à menor cromaticidade na região com dano, indicando que a saturação de pigmentos foi menor do que na região intacta do fruto. Em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' a área injuriada também apresentou-se mais escura nos frutos submetidos ao corte (MATTIUZ; DURIGAN, 2001b).

Dentre as injúrias, a provocada pelo impacto levou os mamões ao amarelecimento mais rápido, indicada pela redução do ângulo de cor, aumento da luminosidade e da cromaticidade (Figura 7). De acordo com Mattiuz e Durigan (2001b) o aumento da luminosidade, associado ao aumento na cromaticidade e à diminuição do ângulo de cor, revela que houve perda da cor verde, fazendo com que os frutos adquirissem tonalidade amarelada. Não houve diferença de coloração da casca entre a região danificada e a não danificada ($P \geq 0,05$), para os mamões submetidos à injúria de impacto.

Santos et al. (2008) associaram maiores índices de cor da casca em mamões, devido às injúrias mecânicas ocorridas durante o transporte, que podem acelerar o metabolismo do fruto, promovendo mudança na coloração da casca. Braga (2004) relata que as injúrias mecânicas em mamões 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' aceleram os processos relacionados ao amadurecimento, dentre eles a evolução da cor da casca. A injúria por impacto levou limões a uma maior perda na cor verde, principalmente nas regiões lesionadas (DURIGAN; MATTIUZ; DURIGAN, 2005), entretanto, goiabas 'Paluma' e 'Pedro' Sato apresentaram a área danificada mais escura na região do impacto (MATTIUZ; DURIGAN, 2001b).

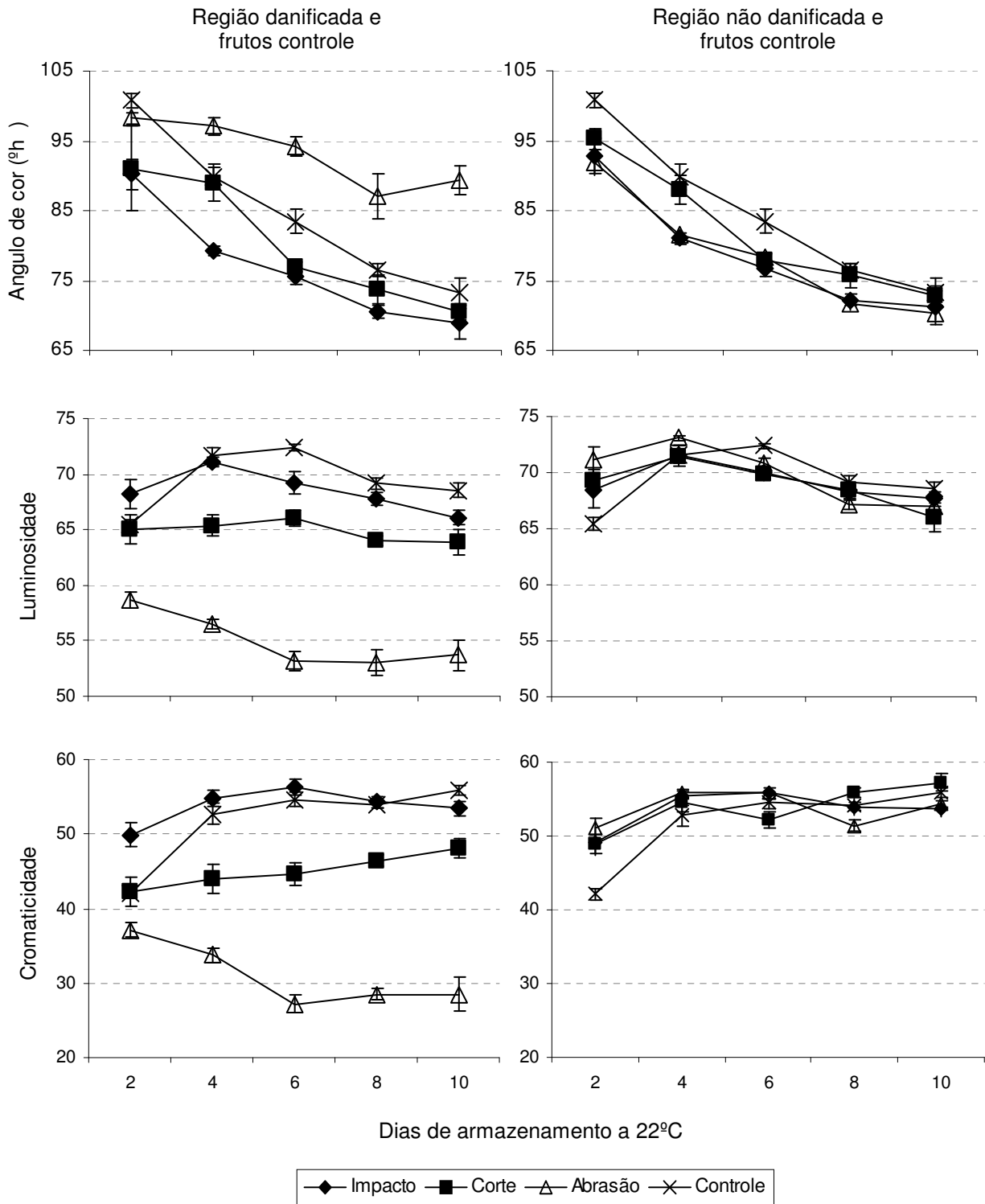


Figura 7 - Angulo de cor (°h), luminosidade e cromaticidade da casca de mamões 'Golden' submetidos a danos mecânicos e armazenados a 22 ± 1 °C e $85 \pm 5\%$ UR durante 10 dias. As barras verticais representam o erro (n=8)

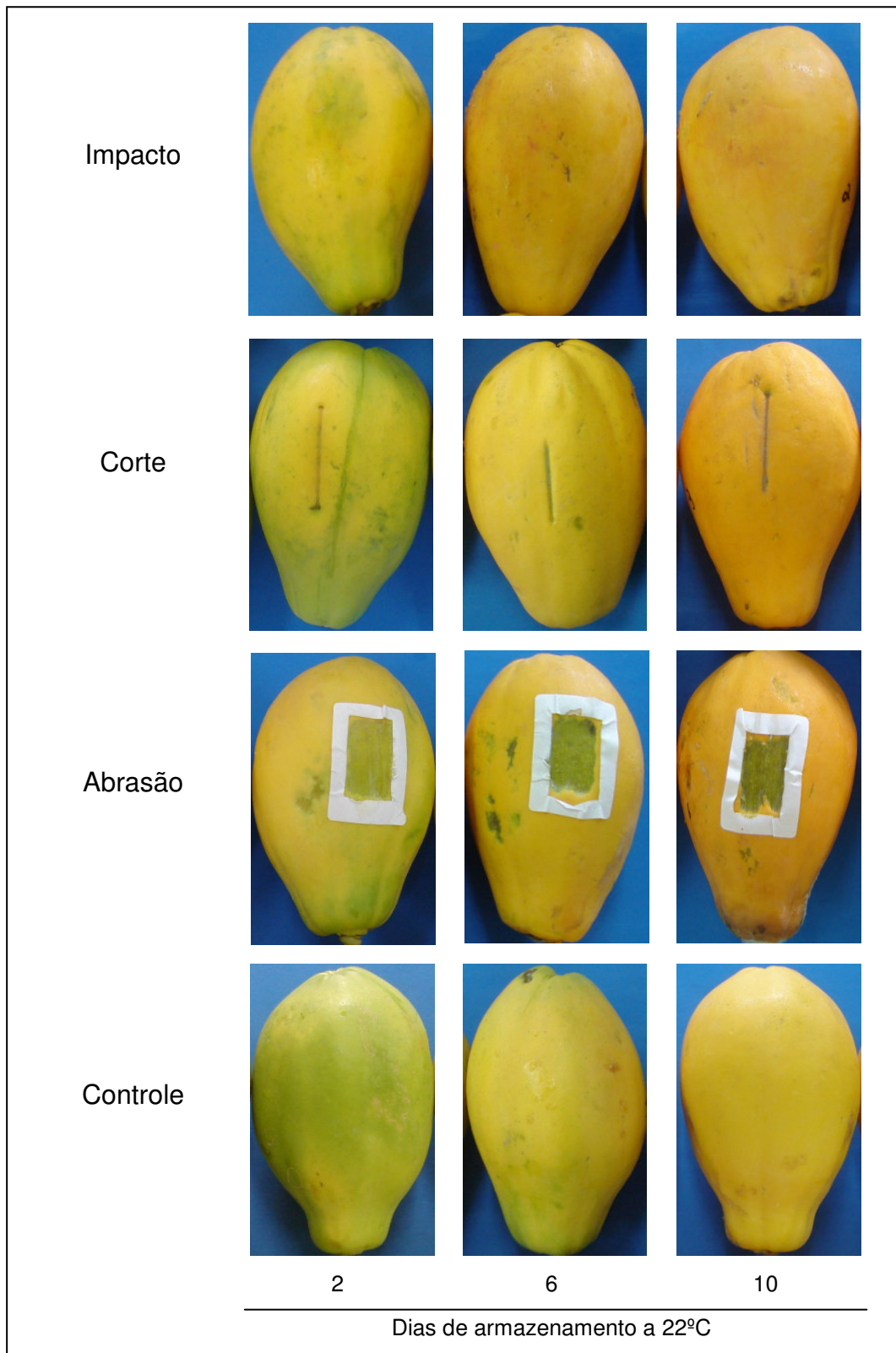


Figura 8 - Danos mecânicos reproduzidos em mamões 'Golden' em laboratório

2.3.2.2 Firmeza da polpa

De maneira geral, a firmeza da polpa foi menor nos frutos submetidos às injúrias mecânicas. As injúrias causadas pela abrasão e pelo impacto foram as que mais reduziram a firmeza dos frutos ($P < 0,05$) (Tabela 1). A abrasão também promoveu aceleração no amolecimento de bananas, evidenciada pela redução na firmeza (LIADÓ; DOMÍNGUEZ, 1998) e o impacto foi responsável pela perda de firmeza em pêssegos (KASAT et al., 2007).

Tabela 1 - Firmeza (N) de mamões 'Golden' submetidos a danos mecânicos e armazenados a $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR durante 10 dias

Região do fruto	Injúrias mecânicas			
	Impacto	Corte	Abrasão	Controle
Com lesão	10,21 Ca	17,02 Ba	8,34 Cb	27,90 Aa
Sem lesão	12,49 Ca	19,97 Ba	13,97 Ca	27,90 Aa
DMS	3,711			
Teste F	588,91*			
CV (%)	52,71			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Mamões submetidos à abrasão e ao corte apresentaram baixa firmeza, na região danificada, já no 2º dia após a reprodução das injúrias. A firmeza na região danificada pela abrasão foi de 11,6 N, enquanto que na região não danificada foi de 20,65 N ($P < 0,05$) (Figura 9). Considerando a injúria provocada pelo corte, a firmeza foi de 18,91 N na região com dano e 28,19 N na região intacta do fruto ($P < 0,05$). A diferença nos valores de firmeza entre as regiões danificadas e as que permaneceram intactas dos frutos submetidos à abrasão e ao corte, foi observada apenas no início do armazenamento, uma vez que a região não danificada apresentou perda de firmeza a partir do 4º dia de armazenamento.

Mamões submetidos ao impacto não apresentaram diferença de firmeza entre as áreas danificada e intacta do fruto durante o armazenamento ($P \geq 0,05$) (Figura 9). Provavelmente, pela magnitude do impacto causada no fruto como um todo. Mamões intactos mantiveram a firmeza da polpa elevada até o 6º dia de armazenamento.

As injúrias mecânicas causam a perda de firmeza devido à ruptura celular e atividade enzimática (JAENSCH, 1996). A ruptura celular pode resultar no colapso da membrana, desencadeando reações como o amolecimento e o escurecimento. A perda de firmeza pelos tecidos é causada tanto pelo dano físico na estrutura celular como pelas enzimas que degradam a parede celular, tais como poligalacturonase, pectinametilesterase e celulase. A enzima peroxidase, além de desencadear reações de escurecimento, também pode provocar o amolecimento dos tecidos. Essa enzima pode ser ativada pela ruptura celular e estimulada pela resposta da produção de etileno desencadeada pelo dano mecânico. Miller, Dalmaso e Kretchman (1987) observaram em pepinos perda de firmeza em resposta a danos mecânicos pela atividade dessas enzimas, como também das enzimas responsáveis pelo escurecimento como a peroxidase.

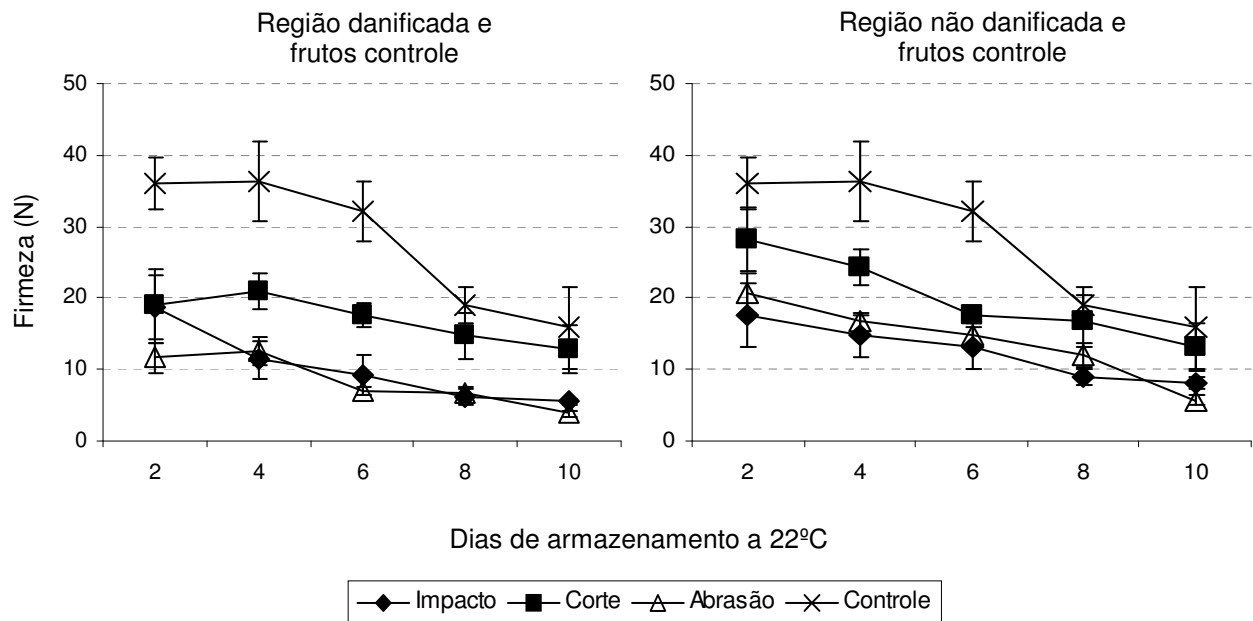


Figura 9 - Firmeza (N) de mamões 'Golden' submetidos a danos mecânicos e armazenados a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR durante 10 dias. As barras verticais representam o erro ($n=8$)

2.3.2.3 Perda de massa

As injúrias mecânicas provocaram aumento na perda de massa durante o armazenamento. Dentre as injúrias, o impacto e a abrasão, levaram à maior perda de massa fresca ($P < 0,05$), correspondendo a 19 e 16% a mais que os frutos controle, respectivamente (Tabela 2).

Comportamento semelhante foi observado para mangas 'Keit' (DURIGAN, 2003), melancias (DURIGAN, 2005) e pêssegos (KASAT et al., 2007) que sofreram danos mecânicos de impacto e para mamões (BRAGA, 2004) que sofreram danos por abrasões.

Lopes et al. (2005) observaram correlação positiva entre a perda de água e a textura da polpa de mamões, pois verificaram aumento no percentual de perda de massa, concomitantemente com redução na firmeza da polpa dos frutos. Além disso, a perda de massa fresca resulta em menor turgidez celular e contribui para menor firmeza da polpa (KAYS, 1991). Os resultados da maior perda de massa dos frutos submetidos à abrasão e ao impacto corroboram com a correlação entre essas variáveis, já que as mesmas injúrias provocaram maior redução na firmeza dos frutos (Figura 9).

As injúrias mecânicas muitas vezes danificam as barreiras que evitam a perda de água (ALAYUNT et al., 1998). O impacto e a abrasão podem danificar as camadas superficiais dos frutos, como a cutícula, ou remover as ceras epicuticulares, reduzindo a capacidade das frutas em resistir à perda de água (BRYANT, 2004). Abrasões superficiais em citrus podem ser dificilmente visíveis, porém podem aumentar significativamente a perda de água (GOLOMB; BEM-YEHOSHUA; SARIG, 1984). A perda de água é uma das causas principais da perda de qualidade pós-colheita, e resulta na redução imediata da massa do fruto.

A perda de massa fresca também foi observada em batatas por Hudson e Orr (1977) sendo que a perda de água foi maior naquelas em que haviam injúrias provocadas por impacto e por abrasão.

Tabela 2 - Equações representativas da perda de massa (%) (n=20) de mamões 'Golden' submetidos a danos mecânicos e armazenados a 22±1°C e 85±5 % UR durante 7 dias

Tratamentos	$y = a + bx$	r^2
Controle	$y = 1,3039 + 0,6339 x$	0,9985 c
Impacto	$y = 1,6980 + 0,8482 x$	0,9990 a
Corte	$y = 1,3941 + 0,7526 x$	0,9989 b
Abrasão	$y = 1,5889 + 0,8203 x$	0,9989 a

y = massa fresca (g); x = tempo de armazenamento (dia)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.2.4 Teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis e acidez titulável

O teor de ácido ascórbico nos mamões que receberam o dano mecânico de abrasão foi maior do que naqueles que receberam os demais danos, bem como daqueles frutos não injuriados (Tabela 3). Esse resultado, provavelmente, pode ser corroborado pelo maior teor de sólidos solúveis nos frutos do mesmo tratamento. Barata-Soares et al. (2004) observaram a biossíntese do ácido ascórbico durante o amadurecimento de mamões, indicando aumento do seu nível, quando açúcares como (L-galactono-1,4-lactono) foram infiltrados em amostras de mamão, sendo esse açúcar caracterizado como precursor na biossíntese do ácido ascórbico, verificado na rota descrita por Wheeler, Jones e Smirnoff (1998). A degradação de polissacarídeos da parede celular com o amadurecimento, possivelmente, resulta em aumento da galactose que é um dos precursores da biossíntese do ácido ascórbico (WHEELER; JONES; SMIRNOFF, 1998; SMIRNOFF; CONKLIN; LOEWUS, 2001). A baixa firmeza da polpa dos frutos submetidos à abrasão, possivelmente, devido à degradação da parede celular, fornece substratos para a síntese de ácido ascórbico, podendo explicar o fato dos teores serem maiores.

Houve aumento no teor de ácido ascórbico durante o armazenamento. Em mamão realmente tem sido registrado aumento do teor deste nutriente durante o amadurecimento (WILLS; WIDJANARKO, 1995; BARATA-SOARES et al.; 2004; BRON; JACOMINO; PINHEIRO, 2006).

O teor de sólidos solúveis nos frutos com abrasão foi maior ($P < 0,05$) do que nos mamões injuriados pelo corte e dos frutos controle (Tabela 3). Esse resultado se deve,

provavelmente, à menor atividade respiratória dos frutos com abrasões (Figura 10-a). Durante o armazenamento houve redução do teor de sólidos solúveis. A redução do conteúdo de açúcares redutores e sólidos solúveis totais em frutos injuriados pode estar relacionada à utilização destes compostos como substrato respiratório (MATTIUZ; DURIGAN, 2001a). Giannoni et al. (1996) observaram em pêssego, aumento do teor de sólidos solúveis, indicando que este aumento foi devido à perda de água pelos frutos durante o armazenamento. Esse fator pode estar correlacionado com os teores de sólidos solúveis dos frutos submetidos à abrasão e ao impacto, já que estas injúrias também promoveram maior perda de massa dos frutos (Tabela 2).

Os frutos com injúrias apresentaram maior acidez titulável que os frutos controle durante o armazenamento ($P < 0,05$) (Tabela 3). Esse resultado pode ser atribuído à formação do ácido galacturônico no processo de degradação da parede celular, processos que ocorrem durante o amadurecimento do mamão (COSTA; BALBINO, 2002) e que possivelmente, foi acelerado pelas injúrias mecânicas. No início e no final do período de armazenamento, os níveis de acidez foram maiores. Talvez pelo fato de que inicialmente, os frutos estavam mais verdes e no final do armazenamento, ocorreu o processo de solubilização das pectinas, o que tornou o meio mais ácido. Os valores mais baixos de acidez entre o 4º e 8º dia, podem ter sido decorrente do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de mamões 'Golden' submetidos a injúrias mecânicas e armazenados a 22°C e 85±5 % durante 10 dias

Injúrias mecânicas	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)	Teor de sólidos solúveis	Acidez titulável
Impacto	83,163 b	12,066 ab	0,071 a
Corte	82,005 b	11,835 b	0,073 a
Abrasão	92,594 a	12,415 a	0,071 a
Controle	83,757 b	11,925 b	0,063 b
DMS	5,718	0,376	0,0064
Teste F	987,838*	2,599*	0,0008*
Dias			
2	79,308 c	13,066 a	0,077 a
4	84,022 bc	12,052 b	0,063 c
6	83,435 bc	11,933 bc	0,070 bc
8	88,465 ab	11,717 bc	0,065 c
10	91,612 a	11,534 c	0,074 ab
DMS	6,794	0,447	0,0076
Teste F	726,845*	11,371*	0,0013*
CV (%)	11,52	5,37	15,74

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.3 Atividade respiratória e produção de etileno

A injúria de amassado ocasionada pelo impacto dos frutos interferiu na atividade respiratória, pois os frutos apresentaram maiores concentrações de CO₂ durante o armazenamento (P<0,05) (Figura 10-a). O impacto também foi responsável pelo aumento da atividade respiratória de tomates (MORETTI; SARGENT; HUBER, 1999), goiabas (MATTIUZ; DURIGAN, 2001a), limões (DURIGAN; MATTIUZ; DURIGAN, 2005) e abobrinhas (DURIGAN; MATTIUZ, 2007). Os danos mecânicos facilitam a difusão de gases nos tecidos e resultam no aumento da respiração devido à perda de CO₂ que se encontra acumulada nos espaços intercelulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O incremento respiratório pode ser atribuído a descarboxilação do ácido málico, que teria

extravasado das células danificadas no local de ocorrência das injúrias mecânicas (BURTON; SCHULTE-PASON, 1987).

Para o corte, o incremento da atividade respiratória foi de aproximadamente 1,3 vezes maior que os frutos submetidos à abrasão e os frutos controle (Figura 10-a). Isto confirma que a lesão é grave, possivelmente devido a um rompimento de células por ocasião da injúria (MATTIUZ; DURIGAN, 2001a), o que teria disponibilizado os ácidos presentes no vacúolo, para o sistema respiratório, na tentativa de reparar o dano causado (DURIGAN, 2005).

Dentre as injúrias, a causada pela abrasão, foi a que apresentou menor atividade respiratória e não diferiu ($P \geq 0,05$) dos frutos intactos durante o armazenamento (Figura 10-a). Quintana e Paull (1993) também observaram menor atividade respiratória em mamões danificados por abrasões, bem como, menor produção de etileno durante o armazenamento a 25°C. Uma possível explicação apresentada pelos autores foi de que o aumento da atividade respiratória e da produção de etileno pela área danificada foi muito pequena para ser medida em relação à atividade respiratória e produção de etileno do fruto como um todo.

A respiração celular é um dos processos metabólicos mais importantes que ocorrem nos frutos armazenados, pois é através dela que se produz, além de outros compostos intermediários, a energia química na forma de ATP necessária para reações vitais internas, bem como, para processos de síntese e manutenção do metabolismo celular (SAQUET; STREIF; BANGERTH, 2000). Além do dióxido de carbono e água como produtos finais da respiração, certa quantidade de energia na forma de calor também é produzida durante o processo respiratório a qual é liberada para o ambiente externo (SIEDOW; UMBACH, 1995).

Normalmente é mencionado que a intensidade respiratória e a duração do armazenamento atuam em sentido proporcional contrário, ou seja, quanto mais elevado for à respiração de um determinado fruto, menor será o seu tempo de conservação (LAU, 1985).

A injúria mecânica de impacto provocou maior estresse nos frutos e induziu a maior produção de etileno do que nos frutos submetidos às demais injúrias e nos frutos controle, uma vez que, 24 horas após a reprodução das injúrias mecânicas, mamões

submetidos ao impacto tiveram aumento significativo na produção de etileno ($P < 0,05$) (Figura 10-b). Os frutos submetidos ao corte e à abrasão, e os frutos controle tiveram aumento na produção de etileno a partir do 3º dia de armazenamento. A produção média de etileno produzida pelos frutos submetidos ao impacto foi de $1,32 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Essa produção foi aproximadamente 2,6 vezes maior do que a apresentada pelos frutos submetidos à abrasão e 1,7 vezes maior do que os frutos submetidos ao corte e frutos controle. Não houve diferença para a produção de etileno entre os frutos submetidos ao corte, à abrasão e os frutos sem injúria mecânica ($P \geq 0,05$). O etileno acelera a deterioração e a senescência dos tecidos vegetais e promove o amadurecimento de frutos climatéricos, levando a diferença na idade fisiológica entre os tecidos intactos e os feridos (WATADA; ABE; YAMAUCHI, 1990).

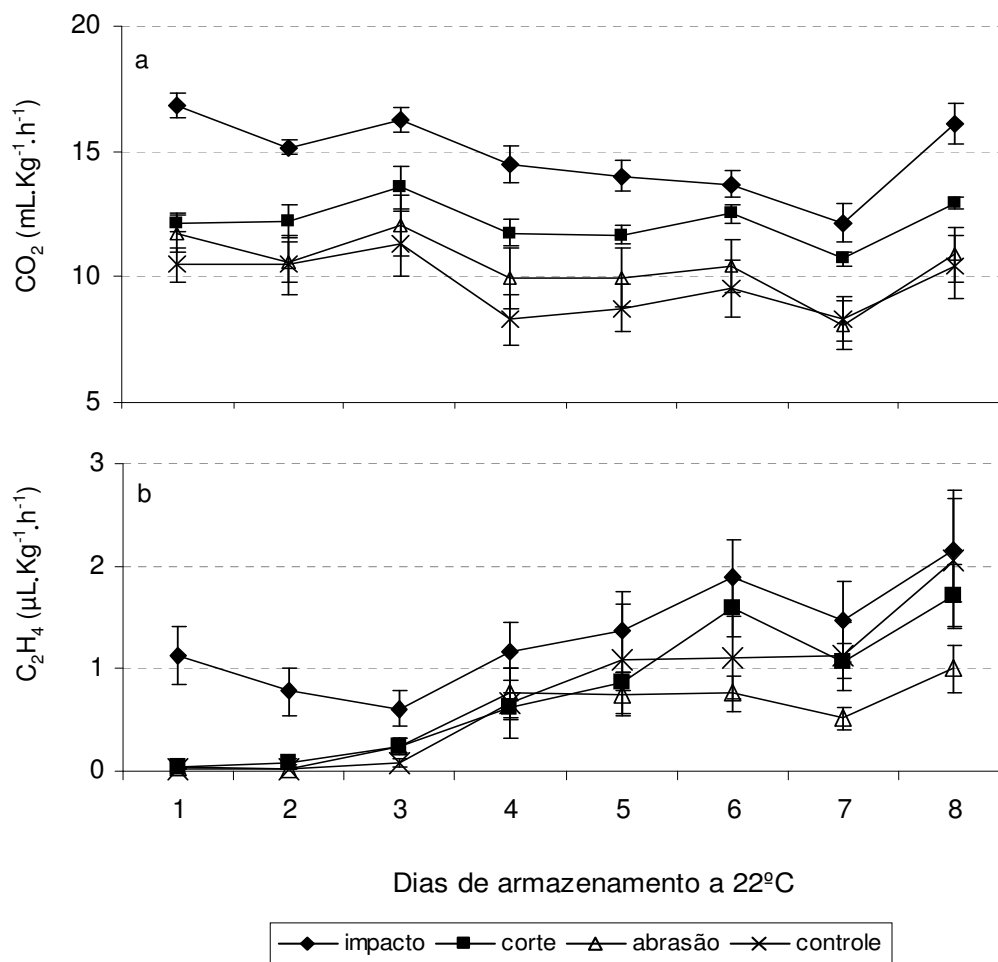


Figura 10 - Atividade respiratória (a) e produção de etileno (b) de mamões 'Golden' submetidos a injúrias mecânicas e armazenados a $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR. Barras verticais representam o erro da média ($n=8$)

2.3.4 Enzima ACC oxidase

A atividade da enzima ACC oxidase em mamões submetidos às injúrias mecânicas de abrasão e impacto, de maneira geral, mostrou-se superior em relação aos frutos submetidos ao corte e frutos controle ($P < 0,05$) (Tabela 4).

Mamões submetidos à abrasão apresentaram alta atividade da enzima ACC oxidase dois dias após a reprodução da injúria. O nível da atividade foi mantido até o 6º dia de armazenamento e reduzido no 8º dia. A alta atividade dessa enzima também foi observada por Lladó e Domínguez (1998) imediatamente após a reprodução de injúrias por abrasão em bananas.

Se analisarmos a atividade da enzima ACC oxidase (Tabela 4) e a produção de etileno dos frutos submetidos à abrasão (Figura 10-b), observamos que os níveis de ACC oxidase não resultaram no aumento da produção de etileno. Bender, Seibert e Brecht (2003) estudaram o efeito do tratamento térmico na atividade da enzima ACC oxidase em mangas e verificaram que houve aumento na atividade enzimática como resultado do estresse causado pelo tratamento térmico. Porém, os autores, não observaram aumento na produção de etileno, mesmo com atividade da ACC oxidase em níveis maiores. McCollum et al. (1995) observaram a mesma diferença na atividade enzimática e na produção de etileno em pepinos submetidos ao estresse hidrotérmico, e sugeriram que pode haver mais de um mecanismo que vai além da regulação das enzimas da biossíntese do etileno, especialmente a ACC oxidase. No entanto, os autores não indicaram qual seria, ou quais seriam os mecanismos que poderiam estar envolvidos nessa regulação.

Mamões submetidos ao impacto e ao corte apresentaram tendência similar na atividade da ACC oxidase com relação à atividade enzimática dos frutos com abrasões, pois os frutos danificados pelo impacto e pelo corte também apresentaram alta atividade enzimática nos primeiros dias de armazenamento. Não houve diferença na atividade da ACC oxidase entre os frutos submetidos ao corte e os frutos controle, durante o armazenamento.

Considerando os frutos controle a atividade enzimática foi maior no 4º dia de armazenamento (Tabela 4). Esse resultado pode ser correlacionado ao aumento da produção de etileno (Figura 10-b) no mesmo dia de armazenamento para os frutos

controle. O mesmo comportamento foi verificado pelos frutos submetidos ao corte (Tabela 4) e (Figura 10-b). Dominguez e Vendrell (1993) constataram em bananas, que antes de iniciar o amadurecimento, a atividade da ACC oxidase é baixa. Imediatamente após o incremento da produção de etileno, a atividade da ACC oxidase na polpa aumenta e pode coincidir com o pico do etileno.

A redução da atividade da ACC oxidase foi coincidente para todos os tratamentos no 8º dia de armazenamento (Tabela 4). Segundo Dominguez e Vendrell (1993) a redução dessa atividade enzimática, provavelmente acontece pela descompartimentação celular. De acordo com Miller, Dalmaso e Kretchman (1987) a conversão de ACC (aminociclopropano-1-ácido carboxílico) pela ACC oxidase em etileno requer integridade da membrana. Lladó e Domínguez (1998) dizem que o tecido injuriado apresenta senescência mais rapidamente, e esse fato pode favorecer a diminuição da atividade da enzima ACC oxidase.

Tabela 4 - Atividade da ACC oxidase ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) de mamões 'Golden' submetidos a injúrias mecânicas e armazenados a $22\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. A atividade enzimática é expressa através da produção de etileno

	Injúrias mecânicas			
	Impacto	Corte	Abrasão	Controle
Média	0,041 a	0,034 b	0,045 a	0,032 b
Teste F	0,0012*			
Injúrias mecânicas	Dias de armazenamento a $22\pm 1^\circ\text{C}$			
	2	4	6	8
Impacto	0,046 ABab	0,055 Aa	0,038 ABbc	0,026 Ac
Corte	0,038 BCab	0,050 ABA	0,022 Cc	0,025 Abc
Abrasão	0,051 Aa	0,040 Bab	0,050 Aab	0,038 Ab
Controle	0,025 Cb	0,039 Ba	0,035 BCab	0,030 Aab
Teste F	0,0006*			
DMS	0,0067			
CV (%)	26,62			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.5 Extravasamento de eletrólitos

Os tecidos vegetais normalmente respondem a estresses mecânicos, injúria por frio e por altas temperaturas com o aumento no extravasamento de eletrólitos (KING; LUDFORD, 1983; ASSI; HUBER; BRECHT, 1997). Os eletrólitos são íons que estão localizados nas células das membranas, as quais são sensíveis a qualquer tipo de estresse, e estão associadas com o aumento na permeabilidade e perda da integridade (CAMPOS et al., 2003). A firmeza está associada com a composição e com a estrutura das paredes celulares, e também, com a manutenção de sua integridade (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A injúria provocada pelo impacto promoveu efeito imediato no extravasamento de eletrólitos, uma vez que, dois dias após a reprodução da injúria mecânica, os frutos apresentaram 67% mais extravasamento de íons do que os frutos controle. Do mesmo modo, a injúria causada pelo impacto, também promoveu maior liberação de íons que os frutos submetidos ao corte e à abrasão ($P < 0,05$) (Figura 11) evidenciando a gravidade dessa injúria ao tecido. Esse resultado pode ser correlacionado com as variáveis de cor da casca (Figura 7), firmeza da polpa (Tabela 1), perda de massa (Tabela 2), atividade respiratória e produção de etileno (Figura 10), nas quais observa-se, que os frutos submetidos ao impacto amadureceram mais rapidamente. De acordo com Kays (1991) as primeiras respostas dos frutos ao dano mecânico são rápidas mudanças na permeabilidade da membrana e no potencial bioelétrico.

Os frutos danificados pela abrasão apresentaram aumento no extravasamento de íons no 4º dia após a reprodução da injúria mecânica. Os frutos submetidos ao corte apresentaram comportamento semelhante no extravasamento de eletrólitos com relação aos frutos danificados pela abrasão e pelo impacto ($P \geq 0,05$). De maneira geral, as injúrias mecânicas apresentaram 50% mais íons extravasados pelas células que os frutos controle, ainda no 4º dia após a reprodução das injúrias (Figura 11).

No entanto, foi observado redução no extravasamento de íons nos frutos submetidos ao impacto e à abrasão a partir do 4º e do 6º dia de armazenamento, respectivamente, ou seja, após a máxima liberação de íons pelos frutos desses tratamentos. Provavelmente, esse resultado se deve a uma série de reações destinadas a tentativa de restaurar as membranas dos tecidos danificados. Segundo Kays (1991)

essa seqüência de reações depende do tecido danificado e inclui dessecação de algumas células das camadas adjacentes ao dano, suberização e, em alguns casos, lignificação de células abaixo das células desseccadas e, aceleração no processo de divisão celular. Os danos iniciais das membranas das células adjacentes ao ferimento ocorrem num período relativamente curto, sendo reversível, uma vez que a membrana é reestruturada, bem como o seu mecanismo de transporte de íons (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Braga (2004) também observou redução no extravasamento de íons em mamões danificados por abrasão e compressão ao longo do armazenamento.

O extravasamento de eletrólitos dos frutos que não foram submetidos a nenhuma injúria mecânica foi relevante no 6º dia de armazenamento ($P < 0,05$) (Figura 11). Esse resultado mostra comportamento normal de amadurecimento de mamões, já que os frutos, inicialmente, foram armazenados no estágio 1 de maturação (até 15% da superfície amarela) e não sofreram nenhum tratamento que provocasse estresse fisiológico e acarretasse aceleração do amadurecimento dos frutos. Esse resultado ressalta que as injúrias mecânicas aceleram o amadurecimento dos frutos, e dessa forma frutos mais maduros tendem a perder a integridade da membrana mais rapidamente do que os menos maduros (HUANG et al., 2005).

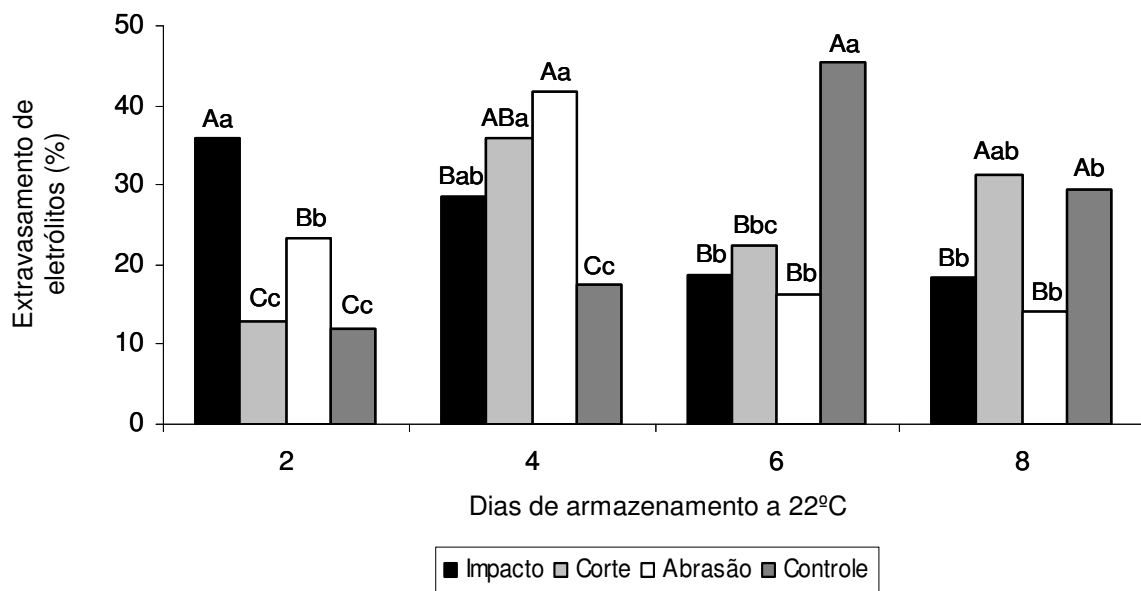


Figura 11 - Extravasamento de eletrólitos (%) de mamões 'Golden' submetidos a injúrias mecânicas e armazenados a 22 ± 1 °C e 85 ± 5 % UR durante 8 dias. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro de cada dia de armazenamento, e minúscula ao longo do armazenamento para a cada injúria, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

2.3.6 Ressonância magnética nuclear

As imagens obtidas são observadas a partir dos sinais dos núcleos de hidrogênios da água. Para o mamão, esses sinais correspondem a pelo menos 93% da intensidade do espectro de hidrogênios dos frutos (BISCEGLI et al., 2000).

A Figura 12 mostra imagens ponderadas em T_2 . Nesse tipo de imagem os hidrogênios com maior mobilidade (T_2 longo) aparecem como porções claras, ao passo que aqueles com menor mobilidade (T_2 curto), em regiões mais escuras. Desse modo, a baixa densidade de hidrogênio com baixa mobilidade (T_2 curto) gera regiões acinzentadas.

Os frutos submetidos às injúrias mecânicas apresentaram regiões com tonalidade mais clara (Figura 12-b, c, d). Essas regiões com áreas claras mais intensas podem ser explicadas como proveniente de condição de distúrbio, sob as quais as membranas celulares são afetadas e perdem sua integridade, aumentando o conteúdo de água livre (LAMMERTYN et al., 2003). Segundo Clark et al. (1997) e Hall, Evan e Nott (1998) o amadurecimento também pode resultar no aumento de água livre, bem como outros metabólitos como, por exemplo, o aumento da concentração de açúcares, provavelmente devido à hidrólise de carboidratos de reserva e ao colapso da matriz celular, devido ao amadurecimento.

As imagens dos frutos submetidos às injurias mecânicas (Figura 12-b, c, d), nas quais, observa-se a presença de água livre, contrasta com a imagem do fruto sem dano mecânico (Figura 12-a), pela área com coloração acinzentada. De acordo com CLARK et al. (1997) e Lammertyn et al. (2003) áreas cinza escuro indicam baixa densidade de núcleos de hidrogênio com mobilidade, devido a pouca disponibilidade de água livre que pode promover espaços contendo gases, que aparecem como regiões escuras.

A coloração mais acinzentada na região do lóculo da Figura 12-a, provavelmente ocorreu pela presença de pouca água livre ao redor da semente, sugerindo que estas estão mais unidas. Lima et al. (2004) observaram coloração cinza escuro em melões 'Galia' tratados com 1-MCP, indicando sementes mais presas uma vez que havia pouca água livre ao seu redor.

É possível verificar na Figura 12-b, uma depressão na epiderme do fruto formada pelo corte. Mattiuz, Biscegli e Durigan (2002) também observaram deformações no

formato de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' ocasionada pelo corte, bem como a ocorrência de áreas mais claras nas regiões próximas ao local da injúria.

A injúria por abrasão (Figura 12-c), causou alteração no formato do fruto, deixando a região danificada com aspecto enrugado, provavelmente devido à perda acentuada de massa fresca no local (Tabela 2), já que injúrias por abrasão expõem os tecidos internos do fruto, pois remove o sistema dérmico, que tem a função de regular a perda de água.

A injúria causada pelo impacto provocou o colapso interno, observado pela coloração esbranquiçada na região interna do fruto, mais próxima à região locular. De acordo com Mattiuz, Biscegli e Durigan (2002) o colapso interno leva a perda da integridade celular e à conseqüente liquefação dos tecidos placentários, com extravasamento celular. Mamões submetidos ao impacto não apresentaram sintomas externos visíveis no momento do impacto, ou seja, o pericarpo externo do fruto permaneceu aparentemente intacto, evoluindo para as regiões danificadas com o passar dos dias (Figura 8 e 12). O mesmo resultado foi observado por Mattiuz, Biscegli e Durigan (2002) em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'.

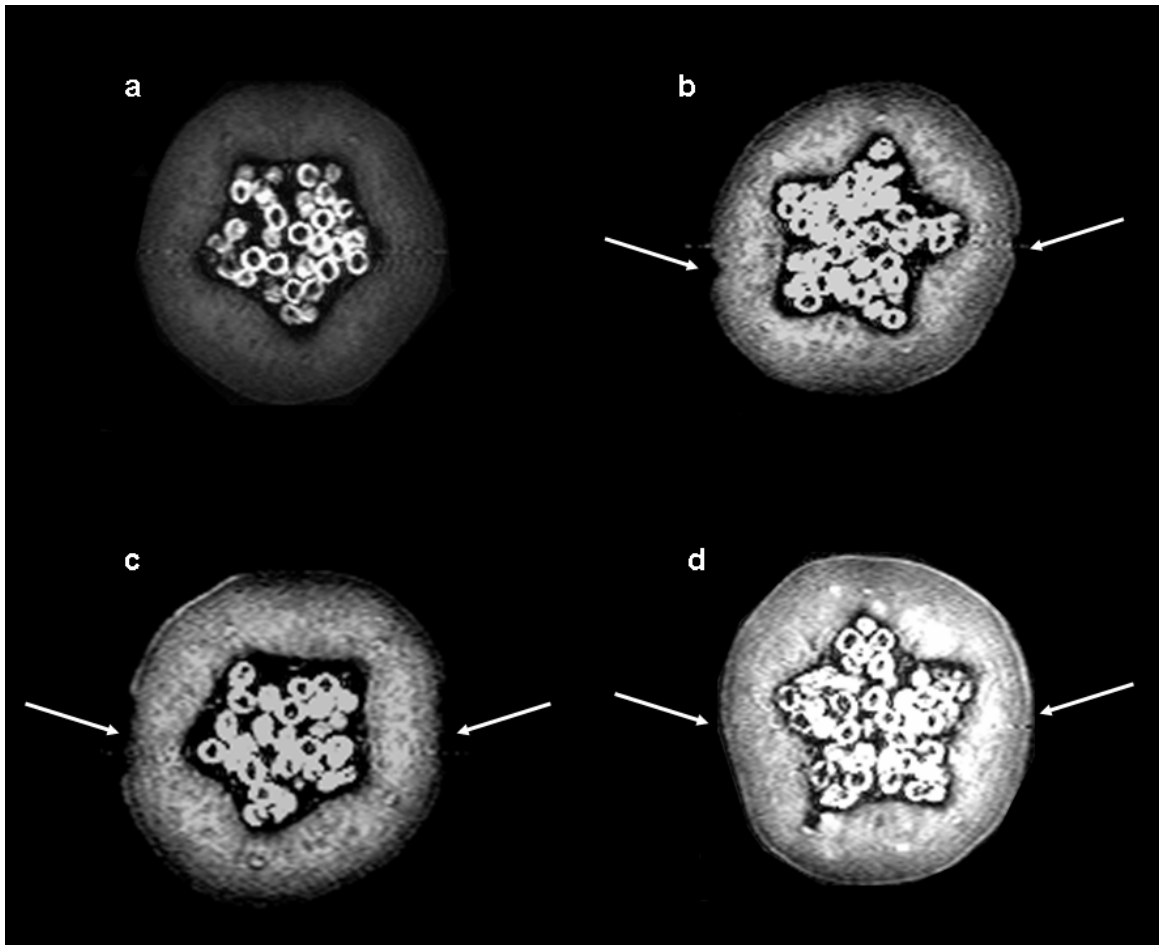


Figura 12 - Imagens obtidas pela tomografia por ressonância magnética nuclear, ponderadas em T_2 , para mamões 'Golden' submetidos a injúrias mecânicas (a=controle; b=corte; c=abrasão; d=impacto). Foram realizadas imagens do tipo transversal para as injúrias de impacto, corte, abrasão e fruto sem injúria mecânica. As setas indicam o local da injúria

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais injúrias mecânicas identificadas em mamões 'Golden' na CEAGESP-SP foram abrasão, corte e amassado, sendo que a maior porcentagem dessas injúrias foi verificada na região mediana dos frutos.

A abrasão ocorre pelo manejo e o uso de embalagem de superfície abrasiva, como as caixas de madeira e quando há movimento dos frutos no interior da embalagem durante o transporte da região produtora até o local de comercialização, bem como, durante a carga e descarga das caixas de mamões.

A injúria do tipo corte, possivelmente acontece devido a uma pressão que o fruto sofre contra as quinas da embalagem, uma vez que as caixas de madeira não são paletizadas para o transporte e podem se deslocar durante o percurso da região produtora até o local de comercialização, e dessa forma pressionam os frutos da embalagem que estão em baixo, principalmente contra as arestas da embalagem.

O amassado nos frutos, provavelmente ocorre pelo impacto sofrido por eles contra superfícies sólidas durante os processos de colheita e pós-colheita.

Essas injúrias são responsáveis por perdas significativas na qualidade dos mamões, e as injúrias de impacto e de abrasão são as que mais contribuem para a perda de qualidade.

As injúrias provocadas pelo impacto e pela abrasão aceleram mais rapidamente o amadurecimento dos frutos, evidenciado pela maior perda de firmeza e de massa fresca, bem como rápido amarelecimento da casca. A abrasão, por sua vez, afeta a região danificada, principalmente na coloração. O principal efeito do impacto nos frutos é o amolecimento, devido à rápida perda de firmeza da polpa, sendo a coloração e a firmeza um dos atributos mais importantes da qualidade, e de grande importância para a aceitabilidade do consumidor.

REFERÊNCIAS

AKAMINE, E.K.; GOO, T. Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. **HortScience**, Alexandria, v. 6, n. 6, p. 567-568, 1971.

ALAYUNT, F.N.; CAKMAK, B.; CAN, H.Z.; AKSOY, U. Vibration damage trial on some fig cultivars. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 480, p. 305-310, 1998.

ALMEIDA, G.V.B. **O mamão no mundo, no Brasil e na CEAGESP**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15463>. Acesso em: 13 ago. 2008.

ALVES, F.L. A cultura do mamão *Carica papaya* no mundo, no Brasil e no estado do Espírito Santo. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A.F.da (Ed.). **Tecnologia de produção**. Vitória: Incaper, 2003. cap. 1, p. 11-34.

ASSI, N.E.; HUBER, D.J.; BRECHT, J.K. Irradiation-induced changes in tomato fruit and pericarp firmness, electrolyte efflux, and cell wall enzyme activity as influenced by ripening stage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 22, p. 100-106, 1997.

ARRIGONI, O. Ascorbate system in plant development. **Journal of Bioenergetics and Biomembranes**, New York, v. 26, p. 407-419, 1994.

BAIG, M.M.; KELLY, S.; LOEWUS, F. L-ascorbic acid biosynthesis in higher plants from L-gulonolactone and L-galactonolactone. **Plant Physiology**, Rockville v. 46, p. 277-280, 1970.

BARATA-SOARES, A.D.; GÓMEZ, M.L.P.A.; MESQUITA, C.H.; LAJOLO, F.M. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 16, n. 3, p. 147-154, 2004.

BARTSCH, J.A.; McLAUGHLIN, N.B.; PITT, R.E. A computerized control and data acquisition system for a universal testing machine. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 17, p. 315-330, 1987.

BECKER, S. The production of papain an agricultural industry for tropical America. **Economic Botany**, New York, v. 12, p. 62-79, 1958

BENDER, R.J.; SEIBERT, E.; BRECHT, J.K. Heat treatment effects on ACC oxidase activity of 'Keitt' mangoes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 15, n. 3, p. 145-148, 2003.

BIALE, J.B.; YOUNG, R.E.; OLMSTEAD, A.J. Fruit respiration and ethylene production. **Plant Physiology**, Rockville, v. 29, p. 168-174, 1954.

BIRTH, G.S.; DULL, G.G.; MAGEE, J.B.; CHAN, H.T.; CAVALETTO, C.G. An optical method for estimating papaya maturity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, p. 62-66, 1984.

BISCEGLI, C.I.; FRANCO, R.W.A.; TANNUS, A.; NASCIMENTO, A.S.; COLNAGO, L.A. **Uso da espectroscopia e tomografia de ressonância magnética para monitorar o amadurecimento e fatores de qualidade em manga e mamão**. São Carlos: EMBRAPA, 2000. 6 p. (Comunicado Técnico, 35).

BLEINROTH, E.W. **Maturação do mamão, com suas transformações físicas e químicas**. [s.l.: s.n.], 1988. 18 p.

_____. Determinação do ponto de colheita. In: GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.P.; MATALLO, M.; GARCIA, E.E.C.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. (Ed.). **Mamão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1995. p. 10-25.

BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M. Matéria-prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas, 1995. cap. 2, p.179-254. (Série Frutas Tropicais, 7).

BORDIN, M.R. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM TECNOLOGIA DE RESFRIAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, Faculdade de Engenharia Agrícola, 1998. p. 19-27.

BRADY, C.J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, Standford, v. 38, p. 155-178, 1987.

BRAGA, L.R. **Características químicas e físicas de mamões do grupo 'Solo' submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. 2004. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwin Hyman, 1996. 255 p.

BRON, I.U.; JACOMINO, A.J.; PINHEIRO, A.L. Influence of ripening stage on physical and chemical attributes of 'Golden' papaya fruit treated with 1-methylcyclopropene. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 553-558, 2006.

BRYANT, P. **Optimising the postharvest management of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.)**: a study of mechanical injury and desiccation. 2004. 488 p. Thesis (PhD) - Faculty of Agriculture, Department of Crop Sciences, The University of Sydney, Sydney, 2004.

- BURTON, C.L.; SCHULTE-PASSON, N.L. Carbon dioxide as an indicator of fruit impact damage. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 1, p. 14-18, 1987.
- CALBO, A.G.; NERY, A.A.; HERMANN, P.S.P. Intercellular deformation in compressed organs. **Annals of Botany**, London, v. 76, p. 365-370, 1995.
- CAMPOS, P.S.; QUARTIN, V.; RAMALHO, J.C.; NUNES, M.A. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of Coffea sp. plants. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 160, p. 283-292, 2003.
- CANTWELL, M.; MORDEN, G.; RUBATZKY, V.; CHEN, P. Tests to monitor carrot cracking and breaking susceptibility. **Eucarpia**, Paris, v. 91, p. 91-103, 1991.
- CAPPELINI, R.A.; CEPONIS, M.J.; LIGHTNER, G.W. Disorders in apricot and papaya shipments to the New York market 1972-1985. **Plant Disease**, Sant Paul, v. 72, p. 366-368, 1988.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.
- CARVALHO, F.B.; SALLES, J.R.J.; SANTOS, F.A. Perdas na comercialização de frutas nos mercados de São Luís, MA. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 114/115, p. 48-51, 2003.
- CHAN, H.T. Jr.; KWOK, S.C.M. Isolation and characterization of β -fructofuranosidase from papaya. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, p. 320-323, 1976.
- CHAN, H.T. Jr.; CHANG, T.S.K.; STAFFORD, A.E.; BREKKE, J.E. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 19, p. 263-265, 1971.
- CHAN, H.T. Jr.; KENNETH, L.H.; GOO, T.; AKAMINE, E.K. Sugar composition of papaya during fruit development. **HortScience**, Alexandria, v. 14, p. 140-141, 1979.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL; FAEPE, 2005. 783 p.
- CLARK, C.J.; HOCKINGS, P.D.; JOYCE, D.C.; MAZUCCO, R.A. Application of magnetic resonance imaging to pre- and post-harvest studies of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 1-21, 1997.
- CORDENUNSI, B.R.; LAJOLO, F.M. Starch breakdown during banana ripening: sucrose synthase and sucrose-phosphate synthase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington v. 43, p. 347- 351, 1995.

COSTA, A.F.S.; BALBINO, J.M.S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. (Ed.). **Mamão: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 12-18. (Série Frutas do Brasil, 21).

DOMINGUEZ, M.; VENDRELL, M. Ethylene biosynthesis in banana fruit: Evolution of EFE activity and ACC levels in peel and pulp during ripening. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 68, n. 1, p. 63-70, 1993.

DURIGAN, M.F.B. **Influência de injúrias mecânicas na qualidade de mangas 'Palmer' e 'Keitt'**. 2003. 63 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2003.

_____. **Influência de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de três produtos hortícolas**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

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

DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' armazenada sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 369-372, 2005.

DRAETTA, I.S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J.T.; MENEZES, H.C.; BLEINROTH, E.W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, p. 395-408, 1975.

FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Estudo da comercialização do mamão em Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 91-95, 2002.

FIORAVANÇO, J.C.; MANICA, I.; PAIVA, M.C. Uso de citocinina e recobrimentos em limão 'Tahiti' armazenado em temperatura controlada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 81-87, 1995.

FISHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 42, p. 675-703, 1991.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2008**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2008. 504 p.

FONSECA, M.J.O.; LEAL, N.R.; CENCI, S.A.; CECON, P.R.; BRESSAN-SMITH, R.E.; BALBINO, J.M.S. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão 'Sunrise Solo' e 'Golden' **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 451-455, 2007.

FREITAS-SILVA, O.; SOARES, A.G.; ROZA, J.H.I.; SILVA, A.F. **Perdas de mamão (*Carica papaya* L.) comercializado no Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2000. 6 p. (Comunicado Técnico, 40).

GIANNONI, J.A.; LIMA, L.C.; CHITARRA, M.I.F.; VILAS BOAS, E.V. Armazenamento de pêssegos 'Premier' sob refrigeração e atmosfera modificada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba. **Resumos...** Londrina: SBF, 1996. p. 380.

GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, p. 725-749, 2001.

GIOVANNONI, J.J.; DELLAPENNA, D.; BENNETT, A.B.; FISHER, R.L. Expression of a chimeric polygalacturonase gene in transgenic *rin* (ripening inhibitor) tomato fruit results in polyuronide degradation but not fruit softening. **The Plant Cell**, Berkeley, v. 1, n. 1, p. 53-63, 1989.

GOLOMB, A.; BEN-YEHOSHUA, S.; SARIG, Y. High-density polyethylene wrap improves wound healing and lengthens shelf-life of mechanically harvested grapefruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 2, p. 155-159, 1984.

GOMEZ, M.L.P.A.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 1, p. 442-447, 2002.

GRIERSON, D. Senescence in fruits. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 859-862, 1987.

_____. Manipulation of fruit ripening by genetic modification. In: LINDSEY, K. **Transgenic plant research**. Durham: CRC Press, 1998. p. 109-124.

GRIERSON, W.; WARDOWSKI, W.F. Relative humidity effects on the postharvest life in fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 13, n. 5, p. 22-26, 1978.

HALL, L.D.; EVANS, S.D.; NOTT, K.P. Measurement of textural changes of food by MRI relaxometry. **Magnetic Resonance Imaging**, Amsterdam, v. 16, n. 5/6, p. 485-492, 1998.

HALSEY, L.H. Preliminary studies of bruising of 'turning' and 'pink' tomatoes caused by handling practices. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Gainesville, v. 68, p. 240-243, 1955.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, Agricultural Research Service, 1986. (Agricultural Handbook, 66).

HILTON D.J. Impact and vibration damage to fruit during handling and transportation. **Postharvest Handling of Tropical Fruits: ACIAR Proceedings**, Canberra, v. 50, p. 116-126, 1994.

HINOJOSA, R.L.; MONTGOMERY, M.W. Industrialização do mamão: aspectos químicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, FCAV, 1988. p. 89-110.

HUANG, XU-MING; WANG, HUI-CONG; YUAN, WEI-QUN; LU, JIE-MEI; YIN, JIN-HUA; LUO, SHI; HUANG, HUI-BAI. A study of rapid senescence of detached litchi: roles of water loss and calcium. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 36, p. 177-189, 2005.

HUBBARD, N.L; PHARR, D.M; HUBER, S.C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolism enzymes in fruits of various species. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 82, p. 191-196, 1991.

HUBER, D.J. Polyuronide degradation and hemicelulose modifications in ripening tomato fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 3, p. 405-409, 1983.

HUDSON, D.E.; ORR, P.H. Incidence of mechanical injuries to potatoes during certain storage-related handling operations in the River Valley production area. **American Potato Journal**, New Brunswick, v. 54, p. 11-21, 1977.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; BRACKMANN, A.B.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002.

JAENSCH, L.E. **Biophysical and biochemical aspects of bruising in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.)**. 1996. Thesis (PhD) - The Flinders University of South Australia, Adelaide, 1996.

KARAKURT, Y.; HUBER, D.J. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, p. 219-229, 2003.

KASAT, G.F.; MATTIUZ, B.H.; OKUSHIRO, 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, v. 29, n. 2, p. 318-322, 2007.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KING, M.M.; LUDFORD, P.M. Chilling injury and electrolyte leakage in fruit of different tomato cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, p. 74-77, 1983

KNEE, M.; SARGENT, J.A.; OSBORNE, D.J. Cell wall metabolism in developing strawberry fruit. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 28, p. 377-396, 1977.

LAMMERTYN, J.; DRESSELAERS, T.; VAN HECKE, P.; JANCÓSÓK, P.; WEVERS, M.; NICOLAY, B.M. Analysis of the time course of core breakdown in 'Conference' pears by means of MRI and X-ray CT. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 29, p. 19-28, 2003.

LAU, O.L. Storage procedures, low oxygen and low carbon dioxide atmospheres on storage quality of 'Golden Delicious' and 'Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, p. 541-547, 1985.

LAZAN, H.; SELAMAT, M.K.; ALI, Z.M. α -galactosidase, polygalacturonase and pectinesterase in differential softening and cell wall modification during papaya fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 95, n. 1, p. 106-112, 1995.

LAZAN, H.; ALI, Z.N.; LIANG, K.S.; LEE, K.L. Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit with tissue depth and heat treatment. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 77, p. 93-98, 1989.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 207-220, 2000.

LELIÈVRE, J.M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, p. 727-739, 1997.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; BISCEGLI, C.I.; FILGUEIRAS, H.A.C.; COCOZZA, F.M. Conservação pós-colheita de melões Galia 'Solar King' tratados com 1-metilciclopropano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 121-126, 2004.

LIU, M.S.; MA, P.C. Postharvest problems of vegetables and fruit in the tropical and subtropical. In: WORKSHOP ON POSTHARVEST TECHNOLOGY OF FOOD INDUSTRY RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE AGRICULTURAL PRODUCE, 1984. p. 26-35.

LLADÓ, J.D.S.; DOMINGUEZ, A.M. The effects of peel abrasion on the postharvest physiology and commercial life of banana fruits. In: Proceedings of the first international symposium on banana in the subtropics. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 490, p. 547-553, 1998.

LOPES, B. F.; SOPRANI, J.; GALON, C. Z.; SILVA, D. M.; FIGUEIREDO, S. G. Atividade da enzima poligalacturonase durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden e Gran Golden. In: MARTINS, D.S. **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005. p. 575-578.

LOURENÇO, E.J.; CATUTANI, A.T. Purification and properties of pectinesterase from papaya. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, p. 1120-1127, 1984.

LUENGO, R.F.A. **Dimensionamento de embalagens para comercialização de hortaliças e frutas na Brasil**. 2005. 75 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G.; JACOMINO, A.P.; PESSOA, J.D.C. Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 704-707, 2003.

MacLEOD, R.F.; KADER, A.A.; MORRIS, L.L. Stimulation of ethylene and CO₂ production of mature-green tomatoes by impact bruising. **Hortscience**, Alexandria, v. 11, n. 6, p. 604-606, 1976.

MAIA, V.M.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; PUSCHMANN, R.; MOTA-FILHO, V.J.; CECON, P.R. Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas ‘prata-anã’ ao longo da cadeia de comercialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 365-370, 2008.

MANRIQUE, G.D.; LAJOLO, F.M. Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya*) **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.33, p.11-26, 2004.

MATTIUZ, B.H. **Injúrias mecânicas e processamento mínimo de goiabas: fisiologia e qualidade pós-colheita**. 2002. 118 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)– Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

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.

_____. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares 'Paluma' e 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 277-281, 2001b.

- MATTIUZ, B.H.; BISCEGLI, C.I.; DURIGAN, J.F. Aplicações da 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, v. 24, p. 641-643, 2002.
- McCOLLUM, T.G.; HUBER, D.J.; CANTLIFFE, D.J. Soluble sugar and accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, p. 399-403, 1988.
- McCOLLUM, T.G.; DOOSTDAR, R.T.; MAYER, R.T.; McDONALD, R.E. Immersion of cucumber fruit in heated water alters chilling-induced physiological changes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 55-64, 1995.
- McRAE, E.; QUICK, W.P.; BENKER, C.; STITT, M. Carbohydrate metabolism during postharvest ripening in kiwifruit. **Planta**, Berlin, v. 188, p. 314-323, 1992.
- MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.A. Fertirrigação da cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. (Ed.). **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. p. 575-578.
- MILLER, A.R.; DALMASSO, J.P.; KRETCHMAN, D.W. Mechanical stress, storage time, and temperature influence cell wall-degrading enzymes, firmness, and ethylene production by cucumbers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, p.666-671, 1987.
- MITCHELL, F.G. The need for cooling. In: KADER, A.A. (Ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. Berkeley: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. p. 53-65.
- MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**: structure, physical characteristics and mechanical properties. 2nd ed. New York: Gordon and Breach, 1986. 891 p.
- MORETTI, C.L. **Injúria interna de impacto em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita**. 1998. 132 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- _____. Procedimentos pós-colheita. In: MATSUURA, U.F.C.A.; FOLEGATTI, M.I.S. **Banana: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMF, 2001. p. 23-25. (Frutas do Brasil; 16).
- MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A. Alteração de aroma e sabor em frutos de tomate com desordem fisiológica causada por impacto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 385-388, 2000.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.; HUBER, D.J. Delayed ripening does not alleviate symptoms of internal bruising in tomato fruit. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Winter Haven, v. 112, p. 169-171, 1999.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J.; CALBO, A.G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n. 4, p. 656-660, 1998.

MOURA, R. Danos mecânicos no tomate, pelo uso da caixa K. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 35., 1995, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: SOB, 1995. p. 110.

OLIVEIRA, M.A.B.; VIANNI, R.; SOUZA, G.; ARAÚJO, T.M.R. Caracterização do estágio de maturação do papaia 'Golden' em função da cor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 559-561, 2002.

PANTASTICO, M. **Postharvest losses of fruits and vegetables in developing countries**: action program. Los Banos: PHTRC, SEARCA Professional Chair Lecture, 1979.

PAULL, R.E. Pineapple and papaya. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 291-323.

PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Postharvest variation in cell wall degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, New York, v. 72, p. 382-385, 1983.

PAULL, R.E.; GROSS, K.; QIU, Y. Changes in papaya cell walls during fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Alexandria, v. 16, p. 79-89, 1999.

PAULL, R.E.; NISHIJIMA, W.; REYES, M.; CAVALETTO, C. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**, Alexandria, v. 11, p. 165-179, 1997.

PRESSEY R. β -galactosidases in ripening tomatoes. **Plant Physiology**, New York, v. 71, p. 132-135, 1983.

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

RADI, M.; MAHROUZ, M.; JAOUAD, A. Phenolic composition, browning susceptibility, and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. **HortScience**, Alexandria, v. 32, p. 1087-1091, 1997.

RANGEL, S.B.; FAGUNDES, G.R.; FALCÃO, T.C.C.; MENDES, R. S.; YAMANISHI, O.K. Perfil do mercado varejista e consumidor de mamão dos grupos 'solo' e 'formosa' do Distrito Federal-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 85- 88, 2003.

RUIZ ALTISENT, M. Damage mechanisms in the handling of fruits. In: MATTHEWS, J. (Ed.). **Progress in agricultural physics and engineering**. New York: CAB International, 1991. p. 231-257.

SANCHES, J.; LEAL, P.A.M.; SARAVALI, J.H.; ANTONIALI, S. Avaliação de danos mecânicos causados em banana "nanicão" durante as etapas de beneficiamento, transporte e embalagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 195-201, 2003.

SANTOS, C.E.M.; COUTO, F.A. D'ARAUJO; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R.; WAGNER Jr., A.; BRUCKNER, C.H. Comportamento pós-colheita de mamões Formosa 'Tainung 01' acondicionados em diferentes embalagens para o transporte. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.315-321, 2008.

SANTOS, J.H. **Processamento pós-colheita de banana (*Musa cavendishii* cultivar Nanicão): injúrias mecânicas do fruto devido ao transporte manual**. 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SAQUET, A.A.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Changes in ATP, ADP and pyridine nucleotide levels related to the incidence of physiological disorders in 'Conference' pears and 'Jonagold' apples during controlled atmosphere storage. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Warwick, v. 75, p. 243-249, 2000.

SARGENT, S.A.; BRECHT, J.K.; ZOELLNER, J.J. Sensitivity of tomatoes at mature-green and breaker ripeness stages to internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 1, p. 119-123, 1992

SELVARAJ, Y.; SUBRAMANYAN, M.D.; IYER, C.P.A. Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 57, p. 135-143, 1982.

SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E.C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene induced cellular senescence symptoms by 1-methycyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 94, p. 229-232, 1995.

SEYMOUR, G.B.; COLQHOUN, I.J.; DUPONT, M.S.; PARSLEY, K.R.; SELVENDRAN, R.R. Composition and structural feature of cell wall polysaccharides from tomato fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 725-731, 1990.

- SHIMOKAWA, K.; SHIMADA, S.; YAEO, K. Ethylene-enhanced chlorophyllase activity during degreening of Citrus unshiu Marc. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.8, n.2, p.129-135, 1978.
- SIEDOW, J.N.; UMBACH, A.L. Plant mitochondrial electron transfer and molecular biology. **The Plant Cell**, Baltimore, v. 7, p. 821-831, 1995.
- SITKEI, G. **Mechanics of agricultural materials**: developments in agricultural engineering. Amsterdam: Elsevier, 1996. 487 p.
- SKELTON, G.S. Development of proteolytic enzymes in growing papaya fruit. **Phytochemistry**, Oxford, v. 8, p. 57-60, 1969.
- SMIRNOFF, N. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. **Annals of Botany**, Oxford, v. 78, p. 661-669, 1996.
- SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F.A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, p. 437-467, 2001.
- SMIRNOFF, N.; RUNNING, J.A.; GATZEK, S. Ascorbate biosynthesis: a diversity of pathways. In: ASARD, H.; MAY, J.M.; SMIRNOFF, N. (Ed.). **Vitamin C**: its functions and biochemistry in animals and plants. New York: BIOS Scientific, 2004. p. 7-29.
- SOARES, G.; CORREA, T.B.S.; SARGENT, S.; ROBBS, C.F. **Perdas na qualidade do tomate na cadeia produtiva**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CTAA, 1994. 7 p. (Relatório Técnico).
- SOUZA, R.M.; HENZ, G.P.; PEIXOTO, J.R. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia de pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 712-718, 2003.
- STEWART, I.; WHEATON, T.A. Carotenoids in citrus: their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 20, n. 2, p. 448-449, 1972.
- THEOLOGIS, A.; ZAREMBINSKI, T.I.; OELLER, P.W.; LIANG, X.; ABEL, S. modification of fruit ripening by suppressing gene expression. **Plant Physiology**, New York, v. 100, p. 549-551, 1992.
- THORNTON, R.E. Tuber mechanical damage. In: STEVENSON, W.E.; LORIA, R.; FRANC, G.D.; WEINGARTNER, D.P. (Ed.). **Compendium of potato diseases**. St. Paul: APS Press, 2001. p. 94-96.
- TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. chap. 1, p. 2-51.

- VENDRELL, M.; DOMÍNGUEZ-PUIGJANER, E.; LLOP-TOUS, I. Climacteric versus non-climacteric physiology. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 553, p. 345-349, 2001.
- VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita nomamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n. 2, p. 137-138, 2002.
- VIEGAS, P.R.A. **Características químicas e físicas do mamão (*Carica Papaya* L.) cultivares Surise Solo e Formosa relacionados ao ponto de colheita**. 1992. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- VILELA, N.J.; LANA, M.M.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 141-143, 2003.
- WADE, N.L.; BAIN, J.M. Physiological and anatomical studies of surface pitting of sweet cherry fruit in relation to bruising, chemical treatments and storage conditions. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 55, n. 4, p. 375-384, 1980.
- WATADA, A.; ABE, K.; YAMAUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 20, p. 116-122, 1990.
- WATADA, A.E.; HERNER, R.C.; KADER, A.A.; ROMANI, R.J.; STABY, G.L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v. 19, p. 20-21, 1984.
- WHEELER, G.L.; JONES, M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, London, v. 393, p. 365-369, 1998.
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D. JOYCE, D. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. New York: CAB International, 1998. 262 p.
- WILLS, R.B.H.; WIDJANARKO, S.B. Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v. 35, p. 1173-1176, 1995.
- WISSEMANN, K.W., LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 31, p. 206-211, 1980.
- WOODS, J.L. Moisture loss from fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, Oxford, v. 1, n. 3, p. 195-199, 1990.
- YAMAKI, S. Physiology and metabolism of fruit development biochemistry of sugar metabolism and compartmentation in fruits. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 398, p. 109-120, 1995.

YAMAUCHI, N.; AKIYAMA, Y.; KAKO, S.; HASHINAGA, F. Chlorophyll degradation in Wase satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit with on-tree maturation and ethylene treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 71, n. 1/2, p. 35-42, 1997.

YANG, S.F.; HOFFMAN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Standford, v. 35, p. 155-189, 1984.

ZHOU, L.L.; CHRISTOPHER, D.A.; PAUL, R.E. Defoliation and fruit removal effects on papaya fruit production, sugar accumulation, and sucrose metabolism. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, p. 644-652, 2000.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)