UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DE INJÚRIAS MECÂNICAS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ABACATES

Juliana Sanches
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2006

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DE INJÚRIAS MECÂNICAS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ABACATES

Juliana Sanches

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Durigan

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Abril – 2006

Sanches, Juliana
S211e Efeito de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de abacates / Juliana Sanches. – Jaboticabal, 2006
viii, 126 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientador: José Fernando Durigan
Banca examinadora: Ben-Hur Mattiuz, Paulo Ademar Martins Leal, Josalba Vidigal de Castro, José Flávio Diniz Nantes
Bibliografia

1. Injúrias mecânicas. 2. *Persea americana*. 3. Tomografia. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.56:634.653

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JULIANA SANCHES – filha de Renato Sanches e Elizabete Aparecida Achcar, nasceu em 03 de março de 1975, em São José do Rio Preto, SP. Obteve o grau de Engenheira Agrônoma em janeiro de 1999, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP. No período de março de 1999 a fevereiro de 2000 realizou o Curso de Aperfeiçoamento em Especialização em Nutrição (*latu sensu*), pela Faculdade de Medicina, da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, com 40 horas semanais. Em março de 2000 ingressou no Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, ao nível de Mestrado, na área de Concentração em Tecnologia de Pós-Colheita, obtendo o título de Mestre em Engenharia Agrícola em fevereiro de 2002, com a dissertação intitulada: *Qualidade pós-colheita de bananas 'Nanicão', através da classificação de defeitos físicos, embalagens e tecnologia do frio*. Em agosto de 2002, ingressou no Curso de Pós-Graduação, ao nível de Doutorado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, SP, na área de concentração em Produção Vegetal, realizando estudos em Tecnologia de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças. Desde março de 2005 é Pesquisadora Científica no Centro de Engenharia e Automação, do Instituto Agronômico, Jundiaí, SP.

Se tivéssemos de escolher entre conhecimento e virtude, a última seria sem dúvida a melhor escolha, pois é mais valiosa. O bom coração que é fruto da virtude é por si só um grande benefício para a humanidade. O mero conhecimento, não.

“Dalai-Lama”

Aos meus pais, Renato e Elizabete, pelo apoio incondicional e palavras de ânimo e coragem nos momentos mais difíceis de minha vida e à minha irmã, Ana Lígia, pelo amor e cumplicidade sempre,

Dedico

Ao meu marido, José Hugo, pelo amor, amizade, companheirismo, solidariedade e incentivo nesta etapa tão importante na minha vida,

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Aos membros da banca examinadora:

Dra. Josalba Vidigal de Castro, pela amizade e apoio, e a quem desejo me espelhar na minha vida profissional, pela sua ética e companheirismo;

Prof. Dr. Paulo A. Martins Leal, pelas palavras de incentivo, amizade, por me ensinar a trabalhar em equipe e sempre estar disposto a me ajudar;

Prof. Dr. José Flávio Diniz Nantes, que me ensinou muito quando trabalhamos no mesmo laboratório e principalmente, por estar presente na minha banca, mesmo com problemas pessoais;

Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz, pela amizade, convívio e principalmente, por sua tese, que serviu de inspiração para a realização da minha;

Ao Prof. Dr. José Fernando Durigan, pela sua excelente orientação, amizade, companheirismo, cumplicidade, ética, pela confiança depositada em mim, pelas críticas, quando necessárias, e pelos elogios, quando merecidos e à sua família, pela amizade e apoio;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por quatro meses de bolsa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa concedida (Proc. n°. 02/08828- 3);

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, pela infra-estrutura disponibilizada para a realização deste trabalho;

À Fazenda Jaguacy, de Bauru, SP e ao Eng. Agr. Júlio Zanin, de Jardinópolis, SP, pelo fornecimento dos abacates utilizados neste trabalho;

Ao Diretor do Centro de Engenharia e Automação, do Instituto Agronômico, o Pesquisador José Augusto Bernardi, por me dar apoio na etapa final deste trabalho;

Ao Pesquisador Clóvis Isberto Biscegli, da EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, pela técnica da tomografia de ressonância magnética;

À todos os professores e funcionários do Departamento de Tecnologia, em especial à Dirce Renata Dias Tostes de Castro, pela amizade de tantos anos e principalmente pelo seu companheirismo e cumplicidade;

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da FCAV – UNESP, em especial aos professores Carlos Ruggiero e Jaime Maia dos Santos, pela amizade e apoio profissional;

Aos amigos do Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas, Juliana Donadon, Bianca, Gustavo, Mateus, Vanessa, Flávia, Ana Carolina, Cristiane e Maria Fernanda, pela amizade e por sempre estarem dispostos a me ajudar nas infindáveis análises;

Às minhas queridas co-orientadas da graduação, Maria Fernanda e Cristiane, pela confiança depositada em mim, amizade e valiosa ajuda nas minhas análises;

Aos amigos da Pós-graduação, em especial ao Gabriel, Natanel, Letícia, Benassi, Étore, Gabriela, George, Basílio, Denise, Patrícia, Juliana, Bianca, Marcelo, Rita, Alaíde, Magê e à secretária da Revista Brasileira de Fruticultura, Patrícia Melo, pela amizade e ajuda durante o curso.

À todos que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho;

À Deus,

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....vii
SUMMARY.....viii

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 1
1.1 Introdução..... 1
1.2 Características gerais da espécie..... 3
1.3 Injúrias mecânicas 6
1.4 Tomografia de ressonância magnética..... 8
1.5 Objetivo 10

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A APLICAÇÃO DE INJÚRIAS MECÂNICAS EM ABACATES..... 11
2.1 Introdução..... 12
2.2 Material e Métodos 13
2.2.1 Etapa 1 14
2.2.2 Etapa 2 16
2.3 Resultados e Discussão..... 17
2.3.1 Etapa 1 17
2.3.2 Etapa 2 24
2.4 Conclusões..... 33

CAPÍTULO 3 – EFEITO DAS INJÚRIAS MECÂNICAS NA QUALIDADE E FISIOLOGIA DE ABACATES 'QUINTAL', 'HASS' E 'FUERTE' 34
3.1 Introdução..... 35
3.2 Material e Métodos 37
3.2.1 Análise estatística..... 42
3.3 Resultados e Discussão..... 43
3.4 Conclusões..... 95

CAPÍTULO 4 – USO DA TOMOGRAFIA DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR PARA DIAGNOSTICAR LESÕES MECÂNICAS EM ABACATES..... 96
4.1 Introdução..... 97
4.2 Material e Métodos 98
4.3 Resultados e Discussão..... 99
4.4 Conclusões..... 104

CAPÍTULO 5 – ESTRUTURA CELULAR DE ABACATE 'QUINTAL' INJURIADO MECANICAMENTE105
5.1 Introdução..... 106
5.2 Material e Métodos 107
5.3 Resultados e Discussão..... 108
5.4 Conclusões..... 110

CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES 111

CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS..... 113

EFEITO DE INJÚRIAS MECÂNICAS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ABACATES

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de injúrias mecânicas, por impacto, compressão e corte, na fisiologia de abacates, através de análises físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais, tomografia de ressonância magnética e microscopia eletrônica de varredura. O impacto foi aplicado nos lados opostos do fruto e provocados por queda livre de 2,00 m; a compressão, submetendo-os a pesos de 117,6 N, por 24 horas; e o corte, com quatro incisões longitudinais, com 80 mm de comprimento e 4 mm de profundidade, nos lados opostos do fruto. As diferentes lesões aplicadas aos abacates ocasionaram danos irreparáveis à qualidade dos frutos, onde os efeitos mais nocivos foram encontrados com os cortes. As imagens tomográficas não demonstraram a ocorrência de lesionamento interno em abacates ‘Hass’, enquanto que os frutos da ‘Quintal’, submetidos à compressão e ao impacto, apesar de não mostrarem lesões externas, as imagens indicaram a ocorrência de lesionamento interno e a evolução do mesmo durante o amadurecimento. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que os tecidos da polpa de abacates ‘Quintal’ injuriados apresentaram desordem celular em suas estruturas e que eles podem ser protegidos por diferentes processos de cicatrização.

Palavras-chave: injúria mecânica, microscopia eletrônica, *Persea americana*, tomografia

EFFECT OF MECHANICAL INJURIES IN THE QUALITY OF AVOCADOS AT POST-HARVEST

SUMMARY – This work aimed to evaluate the effects of mechanical injuries, for impact, compression and cut, in the physiology of avocados, by physical, chemical, biochemical and sensorial analysis, and by use of magnetic resonance imaging and scanning electron microscopy. The impact was applied in the opposed sides of the fruit and provoked by free fall from 2.00 m; compression, submitting them to weights of 117.6 N, for 24 hours; and cut, with four longitudinal incisions, with 80 mm of length and 4 mm of depth, in the opposed sides of the fruit. The different injuries applied to the avocados caused irreparable damages to the quality of these fruits, where the most injurious effects were found for the cuts. The tomography images did not indicate the occurrence of internal injuries in 'Hass' avocados, while the fruits of the 'Quintal', submitted to the compression and the impact, although did not show external lesions, the images indicated the occurrence of internal injuries and evolution of them during the ripening. The scanning electron microscopy showed that ‘Quintal’ avocados tissues mechanically injured presented cellular disorder in their structures and that they can be protected by different cicatrization processes.

Keywords: mechanical injury, electron microscopy, *Persea americana*, tomography

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

O abacateiro é cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, particularmente no México, América Central, partes da América do Sul, Índias Ocidentais, África do Sul, Israel e Havaí e em menor extensão na Índia, República Malgache, Reunião, Madeira, Samoa, Taiti, Argélia, Austrália e EUA (MEDINA et al., 1978).

Em 2004, o maior produtor mundial foi o México, ficando o Brasil em quarto lugar no *ranking,* com uma produção de 173 mil toneladas, em área de 12 mil ha. A produção mundial foi de, aproximadamente, 3,2 milhões de toneladas, em área de 416 mil ha (FAO, 2004). Embora o Brasil esteja bem posicionado na classificação de maiores produtores, exportou em 2003 cerca de US$ 302 mil (SECEX, 2003). O México é maior exportador e a França, o maior importador. Assim, a produção brasileira é praticamente destinada ao mercado nacional (FRANCISCO & BAPTISTELLA, 2005).

A produção brasileira está distribuída, principalmente, pela Região Sudeste, seguida pela Nordeste e a Sul, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com produção estimada, em 2003, de 78 mil toneladas (59% do total nacional). O segundo maior produtor é o Paraná, que apresenta participação ao redor de 14%, seguido do Espírito Santo e Rio Grande do Sul, com 6% e Ceará, com 3% (IBGE, 2004). Há diferenças nos rendimentos agrícolas entre os Estados e devem-se, principalmente, às formas de cultivo, tratos culturais e diversidade de cultivares em função das preferências dos consumidores (FRANCISCO & BAPTISTELLA, 2005).

As cultivares mais utilizadas no mercado interno são: Simmonds (grupo A), Barbieri (B), Collinson (A), Quintal (B), Fortuna (A), Breda (A), Geada (B), Reis (B), Solano (B), Imperador (B), Ouro Verde (A) e Campinas (B). As cultivares Hass e Fuerte vêm sendo comercializadas no mercado nacional sob a denominação “avocado” e por serem cultivares diferenciadas têm sido mais valorizadas. No mercado externo e para a industrialização são mais empregadas as cultivares: Tatuí (grupo B), Fuerte (B), Hass

(A) e Wagner (A) (GUIRRA NET RURAL, 2004). Na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), o comércio de abacate encontra-se concentrado em poucos atacadistas. Nos últimos cinco anos as cultivares mais comercializadas foram a ‘Geada’ e ‘Fortuna’ (FRANCISCO & BAPTISTELLA, 2005).

Atualmente, a produção de frutas com alta qualidade, objetivando a comercialização das mesmas como produtos frescos, em mercados cada vez mais exigentes, tem sido a tônica da fruticultura brasileira. Isso se deve às mudanças culturais nos hábitos alimentares do brasileiro, notadamente nas populações de classe média a média alta (SOUZA, 2001).

A produção frutícola brasileira é, ainda, muito desperdiçada durante a fase pós-colheita, principalmente, em função do desconhecimento das técnicas de conservação. Visando a diminuição destas perdas algumas técnicas têm sido utilizadas, entre as quais o tratamento com fungicidas, o controle da temperatura e da umidade e a aplicação de ceras (OLIVEIRA, 1996).

O uso de embalagem adequada também é muito importante para se evitar perdas pós-colheita. No Brasil, o acondicionamento de abacates para o mercado interno não é feito em embalagens específicas, e utiliza-se embalagens de madeira dos tipos caixa K e caixa M, o que ocasiona lesões mecânicas (BLEINROTH & CASTRO, 1992). Para exportação, a embalagem mais usada é de papelão ondulado, tipo telescópica total (tampa e fundo). Em geral os abacates são acondicionados em uma só camada e o número de frutas por embalagem depende do seu tamanho. A embalagem preferida requer peso líquido de 4 kg. As frutas, normalmente são envolvidas, individualmente, com papel de seda ou dispostas sobre berços (bandejas) de polpa moldada ou de polietileno expandido, a fim de reduzir danos por fricção, impedindo-se o contato direto entre as frutas ou destas com a embalagem (GARCIA et al., 1995).

As lesões mecânicas, durante o manejo na colheita e pós-colheita, também são responsáveis por perdas significativas durante a distribuição e a comercialização. É importante ressaltar que elas afetam diretamente a aparência externa, que é um dos mais importantes atributos de qualidade e é o principal fator de rejeição pelo consumidor. Frutos murchos, amassados, sem a cor característica e com aparência

desagradável sobram nas prateleiras dos supermercados. A busca da qualidade adequada requer técnicas seguras, rápidas e não-destrutivas, para a avaliação das propriedades físicas dos frutos (THOMAS et al., 1995; CLARK et al., 1997).

Muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo de injúrias mecânicas em produtos hortícolas, visando a redução de seus efeitos maléficos na qualidade do produto final. Existem informações que tais injúrias ocasionam danos irreparáveis em oleráceas, como tomates (SARGENT et al., 1992; MORETTI, 1998) e batatas (SALTVEIT & LOCY, 1982), em frutas, como cerejas (BURTON & SCHULTE-PASON, 1987), citros (IWAMOTO et al., 1976; 1984), maçãs (SAMIM & BANKS, 1993), bananas (BANKS & JOSEPH, 1991; SANCHES, 2002), morangos (CHUMA et al., 1984), mamão papaia (QUINTANA & PAULL, 1993) e goiabas (MATTIUZ, 2002). As injúrias também provocaram redução na vida útil dos vegetais estudados. Não se encontraram informações a respeito do efeito de injúrias mecânicas em abacates.

1.2 Características gerais da espécie

O abacateiro é uma dicotiledônea, da família Lauraceae, gênero *Persea*. Todas as variedades comerciais pertencem à espécie *Persea americana* Mill, e se dividem, conforme suas características de origem, em: *P. americana* variedade *americana* (raça Antilhana), *P. americana* variedade *guatemalensis* (raça Guatemalense ou Guatemalteca) e *P. americana* variedade *drymifolia* (raça Mexicana) (WILLIAMS, 1976). A raça Antilhana apresenta frutos grandes, polpa com baixo teor de óleo (menos de 8%) e casca lisa, com espessura média e cor verde. Na raça Guatemalense, o tamanho dos frutos varia de pequeno a médio, com teor mediano de óleo (8 - 20%), e casca rugosa, com coloração variando de verde a roxo, e muito espessa (1,5 a 6,0 mm). Na raça Mexicana, os frutos são pequenos (150 - 250 g), com alto teor de óleo (+ de 20%), casca lisa e fina (0,8 mm), de cor verde a marrom escuro e com brilho (GAYET, 1995).

O conhecimento da biologia floral do abacateiro é de suma importância para a obtenção de uma boa produção nos pomares, pois suas flores são hermafroditas. Elas se comportam de duas formas diferentes, determinando a classificação das cultivares em dois grupos, A e B. O grupo A é composto por cultivares em que a primeira abertura

da parte feminina da flor ocorre no período da manhã, pronta para receber o pólen e reabre novamente à tarde, no dia seguinte, com eliminação de pólen. Nas cultivares do grupo B, a primeira abertura da parte feminina da flor ocorre após o meio dia, fechando-se ao entardecer e reabrindo ao amanhecer do dia seguinte, no estágio masculino. Assim, para que ocorra uma eficiente polinização das flores, os pomares devem ser formados com cultivares pertencentes aos dois grupos, levando a uma produção economicamente viável (MONTENEGRO, 1951).

Em muitos países das Antilhas e do Oriente, o abacate é utilizado como hortaliça, para a produção de saladas temperadas com sal e pimenta ou de outros produtos da culinária. No Brasil, ele é mais apreciado como fruta madura e sua polpa é consumida adicionada de açúcar, adoçante, mel, ou licores.

A fruta contém vitaminas lipossolúveis, que geralmente faltam nas outras frutas. É muito rica em vitaminas A, B_1 e B_2 (20, 70 e 100 mcg.100 g^{-1} de polpa, respectivamente) e pobre em vitamina C (10,2 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1}). Seu valor calórico varia de 55 a 200 calorias por 100 gramas de polpa (MARANCA, 1978).

O óleo de abacate apresenta de 60% a 84% de ácidos graxos insaturados e tem como principais componentes os ácidos oléico, palmítico, linoléico e palmitoléico, com destaque para o oléico. Este perfil é independente de qualquer fator, mas sofre uma variação quantitativa, de acordo com a cultivar, o estádio de desenvolvimento, o local de cultivo e a parte anatômica do fruto (SCIANCALEPORE & DORBESSAN, 1981). Segundo COLQUHOUN et al. (1992), os ácidos graxos monoinsaturados são 64% dos lipídeos do abacate, dos quais, o ácido oléico representa 90%. Esta composição é similar ao óleo de canola e ao óleo de oliva.

Estes fatores fazem com que o valor nutritivo desta fruta seja considerado bom e superior, em muitos aspectos, ao de outras frutas encontradas no comércio. As qualidades organolépticas, o valor nutritivo e a riqueza em vitaminas justificam a expansão do seu consumo (OLIVEIRA et al., 2000).

Segundo BLEINROTH & CASTRO (1992), o abacate se caracteriza por apresentar baixa acidez, na proporção de 0,73% em frutas “verdes” e 0,39%, nas maduras. Esta

acidez não está uniformemente distribuída por toda a polpa, cuja maior percentagem está próxima à casca e na região basal do fruto.

Este fruto é classificado como climatérico e tem sua textura estreitamente relacionada com a solubilização de substâncias pécticas. Durante o amadurecimento há a transformação das pectinas insolúveis em pectina solúvel, levando o fruto ao amolecimento e diminuindo sua resistência mecânica (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Este fruto não amadurece na planta-mãe, mas quando colhido, em qualquer período do seu desenvolvimento, aumenta sua taxa de respiração, segundo uma curva climatérica. Entre as frutas climatéricas, o abacate apresenta uma alta relação entre a respiração máxima e mínima, que no 'Fuerte', a 20℃ , foi de 155 $mLCO_2$. $kg^{-1}.h^{-1}$ e de 35 $mLCO_2$. $kg^{-1}.h^{-1}$, respectivamente (BLEINROTH & CASTRO, 1992).

Segundo esses mesmos autores, atribui-se ao metabolismo dos carboidratos estas taxas respiratórias. No entanto, o abacate apresenta baixos teores de carboidratos totais. BERTLING et al. (2003) afirmam que o abacate utiliza as reservas de carboidratos na respiração e por isso, apresenta baixos teores de açúcares após o amadurecimento. Sua produção de etileno é relativamente alta e a 15℃ e 20℃, chega a liberar 0,28 e 0,56 $mL.kg^{-1}.h^{-1}$, respectivamente.

A coloração da casca, em geral, é verde brilhante enquanto o fruto está "verde", mas à medida que este vai amadurecendo, vai se tornando opaca. A coloração da polpa é verde clara e uniforme, que amarelece durante o amadurecimento. Esta fruta, quando "verde", possui o caroço envolvido por um tegumento espesso, carnoso e de coloração branca, e a medida que ela amadurece, este tegumento encolhe e adquire coloração marrom (BLEINROTH & CASTRO, 1992).

As cultivares existentes apresentam frutos com as mais variadas formas, tamanhos e pesos, assim como, diferentes proporções de casca, polpa e caroço.

As principais características das cultivares estudadas nesta tese, segundo (DONADIO, 1995, GAYET et al., 1995), são apresentadas a seguir:

- 'Geada' - período de colheita é de janeiro a fevereiro e os frutos possuem alta porcentagem de polpa (68% ou mais) e baixa porcentagem de óleo (menos de 9%). É

do tipo floral B, e o formato dos frutos é piriforme e elíptica, com peso variando de 500 g a 700 g;

- ‘Quintal’ - período de colheita é de março a junho, tipo floral B e o formato dos frutos é oblongo com pescoço, e peso variando de 400 g a 600 g;

- ‘Hass’ - período de colheita de junho a setembro e é do tipo floral A. Seus frutos possuem peso variando de 180 g a 300 g, alta porcentagem de óleo (20%), formato oval-piriforme e coloração verde, que escurece com o amadurecimento, chegando ao violáceo-escuro. É a cultivar mais consumida no México e na Europa;

- ‘Fuerte’ - período de colheita de março a junho, tipo floral B, cujos frutos também apresentam alta porcentagem de óleo (20%), formato piriforme, tamanho médio a pequeno e peso de 150 g a 350 g. A casca é flexível, elástica, de cor verde e sem brilho.

1.3 Injúrias mecânicas

Segundo VIGNEAULT et al. (2002), desde o instante em que é colhido até o momento de ser preparado ou consumido, o produto hortícola sofre uma série de ações essencialmente mecânicas que, dependendo de sua sensibilidade, poderão causar danos que comprometerão a qualidade final do mesmo. Estudos mostram que as perdas de produtos hortícolas, por causas mecânicas, podem chegar a 20 – 25% do total colhido.

As injúrias mecânicas 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 que modificam a cor, o aroma, o sabor e a textura dos vegetais (MOHSENIN, 1986). Dentre as injúrias mais comuns destacam-se as causadas por impacto, compressão e corte.

A injúria por impacto é geralmente causada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou contra outros frutos, durante as etapas de colheita, manuseio e transporte. Ela pode causar danos externos, que são facilmente visualizados na superfície, com a ruptura ou não da epiderme e formação de lesões aquosas

translúcidas e amolecimento. Além disso, estas injúrias são responsáveis pela retirada da primeira linha de defesa do fruto colhido, permitindo a entrada de patógenos. A ocorrência de impactos pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas seu efeito acaba repercutindo mais tarde, dada a produção de injúrias internas (QUINTANA & PAULL, 1993; MORETTI, 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. Neste caso, a deformação causada pode ser irreversível e a obstrução à difusão de O_2 foi sugerida como uma das causas dos sintomas de compressão (CALBO et al., 1995).

A injúria por corte é geralmente atribuída a uma forte colisão do fruto contra uma superfície irregular, ou pela imposição de uma superfície cortante e com pressão sobre o fruto, como as arestas de uma embalagem de colheita ou objetos cortantes. Independentemente do caso, o resultado deverá ser o rompimento e a perda da integridade celular na região do corte (MOHSENIN, 1986; WILEY, 1997).

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

Injúrias mecânicas podem causar alterações na síntese de pigmentos de alguns frutos, tornando-os inviáveis à comercialização. Ao submeterem maçãs ‘Granny Smith’ à injúria por impacto, SAMIM & BANKS (1993) observaram mudanças na coloração, ou seja, um rápido escurecimento e a formação de compostos de coloração marrom, provavelmente devido à ação da enzima polifenoloxidase, nos locais injuriados, algumas horas após a ocorrência da injúria.

Em adição aos típicos sintomas externos e internos, as injúrias mecânicas em frutas são geralmente acompanhadas por elevado número de respostas fisiológicas. Quando tecidos vegetais são lesionados, ocorre elevação na atividade respiratória e na produção de etileno, algumas vezes dentro de poucos minutos, mas usualmente dentro de uma hora (ABELES et al., 1992; BRECHT, 1995). O etileno acelera a deterioração e

a senescência dos tecidos vegetais e promove o amadurecimento de frutas climatéricas, levando a diferenças na idade fisiológica entre os tecidos intactos e os feridos (WATADA et al., 1990).

Vários autores constataram que frutos submetidos a injúrias mecânicas apresentaram alterações na evolução do CO_2 e do etileno. BURTON & SCHULTE-PASON (1987) constataram que mirtilos submetidos a injúrias por impacto aumentaram, significativamente, a evolução de CO_2, com o aumento do número de impactos. No mesmo experimento, estes autores evidenciaram uma correlação entre o número de impactos e o subseqüente desenvolvimento de podridões. Injúrias por impacto, vibrações e compressão também foram responsáveis por aumentos na atividade respiratória de tangerinas ‘Satsuma’ (IWAMOTO et al., 1984; YUTAKA et al., 1984), cerejas (WADE & BAIN, 1980; MASSEY et al., 1982), laranjas (PARKER et al., 1984) e goiabas (MATTIUZ, 2002).

Ao estudar a relação entre as injúrias mecânicas e as características organolépticas, MORETTI & SARGENT (2000) observaram que as injúrias mostraram-se capazes de alterar o aroma, o sabor e a textura de tomates.

CHUMA et al. (1984) verificaram que morangos submetidos a injúrias por impacto, durante o transporte, apresentaram maior perda de água do que os frutos não transportados.

No caso do abacate, os danos externos não levam a efeito imediato e somente quando a fruta amadurece, a polpa se apresenta, parcial ou totalmente, escura. A queda durante a colheita, a colocação das frutas nas embalagens e o modo como são transportadas são algumas das operações que lhes têm causado danos mecânicos, comprometendo sua qualidade (BLEINROTH & CASTRO, 1992).

1.4 Tomografia de ressonância magnética

A Espectroscopia por Ressonância Magnética Nuclear (Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS) constitui um método não-invasivo, seguro e capaz de fornecer informações sobre o estado químico e físico dos materiais, bem como sobre o estado

fisiológico e as condições de metabolismo de sistemas biológicos, sem qualquer extração ou destruição da amostra (CLARK et al., 1997).

A condição fundamental para se analisar algum material por MRS é a presença de núcleos com momento magnético. No caso de frutas, o núcleo mais indicado é o do hidrogênio (^1H), que devido a sua abundância, resulta num alto valor da relação sinal/ ruído e conseqüentemente permite a obtenção de espectros e imagens em tempos curtos. A mobilidade desses núcleos de hidrogênio, nos frutos, varia com os processos metabólicos e a maturação. Adicionalmente, essas concentrações e a mobilidade dos átomos de ^1H estão associadas com atributos qualitativos desses frutos, como a ocorrência de injúrias mecânicas nos tecidos (CHEN et al.,1996).

Considerando que os parâmetros da ressonância magnética da água em alimentos são dependentes de sua arquitetura celular, as mudanças que afetam sua estrutura podem ser detectadas por tomografia de ressonância magnética, através da formação de imagens (Magnetic Resonance Imaging, MRI) (NASCIMENTO et al., 1999; BISCEGLI et al., 2000).

Estudos preliminares, realizados por CHEN et al. (1989), indicam a MRI como poderosa ferramenta para fornecer informações sobre a estrutura interna de frutas inteiras, relacionando-as à qualidade, como a ocorrência de injúrias mecânicas, regiões desidratadas, danos por larvas, amolecimento interno e estádio de maturação. CLARK & BURMEISTER (1999) utilizaram a MRI para identificar injúrias em maçãs, causadas por altas concentrações de CO_2 durante o armazenamento sob condições de atmosfera controlada. Vários autores têm utilizado a tomografia de ressonância magnética, como método não-destrutivo, para avaliar a qualidade de frutas frescas (ZION et al., 1995; HALL et al., 1998; BISCEGLI et al., 2000; GONZALES et al., 2001). CHEN et al. (1996) e CLARK et al. (1999) utilizaram a MRI para acompanhar o desenvolvimento de frutas através de medidas quantitativas fornecidas pelas imagens.

BISCEGLI et al. (2002) utilizaram a MRI para avaliar diferentes injúrias mecânicas ocasionadas em goiabas e verificaram que o estresse físico, causado pelo impacto, produziu um colapso interno nos lóculos desses frutos, levando-os à perda da integridade celular e à conseqüente liquefação dos tecidos placentários. A injúria por

compressão tornou-se mais evidente no pericarpo externo do fruto, mostrando lesões nos tecidos, e a injúria por corte provocou deformações superficiais devido à perda de matéria fresca no local da lesão.

MORETTI (1998) também observou a ocorrência de injúria interna ("bruising") em tomates submetidos à injúria mecânica por impacto, verificando que elas nem sempre eram acompanhadas por sintomas externos visíveis. Áreas escurecidas também foram detectadas, através da MRI, em maçãs 'Braeburn', durante o armazenamento em atmosfera controlada com altas concentrações de CO_2 (CLARK & BURMEISTER, 1999). Esta técnica também permitiu a detecção de distúrbios internos em pêras (WANG & WANG, 1989), maçãs (WANG et al., 1988; GONZALES et al., 2001), pêssego (BARREIRO et al., 2000), nectarinas (SONEGO et al., 1995), manga (MAZUCCO et al., 1993) e melões (HALL et al., 1998).

1.5 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das injúrias mecânicas, por impacto, compressão e corte, na fisiologia pós-colheita de abacates, através de análises físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais, assim como, usando a tomografia de ressonância magnética e a microscopia eletrônica de varredura.

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A APLICAÇÃO DE INJÚRIAS MECÂNICAS EM ABACATES

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo estabelecer metodologia para a aplicação de injúrias mecânicas por impacto, compressão e corte em abacates 'Geada'. O trabalho consistiu em duas etapas, sendo que na primeira, o impacto foi aplicado deixando-se os frutos caírem, em queda livre, de 1,50 m a 3,00 m, com intervalo de 0,50 m. Cada fruto sofreu dois impactos, em lados opostos, na região equatorial. Na compressão, os frutos sofreram a ação das pressões, 58,8 N por 12 horas e 117,60N por 6 horas. Para os cortes foram realizadas quatro lesões com 80 mm de comprimento e 4 mm de profundidade, nos lados opostos dos frutos, em sentido longitudinal. Os efeitos de cada lesão foram avaliados em frutos armazenados sob condição de ambiente (25℃, 64% UR), que foram analisados quant o a coloração, perda de massa fresca, e teores de sólidos solúveis e de acidez titulável. Na segunda etapa, testaram-se maiores períodos de tempo para a aplicação da compressão, utilizando-se pressão de 117,60N por 24 horas. O impacto foi aplicado, deixando-se os frutos caírem de 2,0 m de altura e os cortes foram feitos da mesma maneira que na primeira etapa. Os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável não foram afetados pelas injúrias. Houve perda de massa fresca durante o amadurecimento, independentemente da injúria aplicada. Nas áreas injuriadas, por compressão e cortes, os valores de cromaticidade foram sempre inferiores aos do controle, enquanto que no impacto, foram maiores e provavelmente devido à menor degradação da clorofila no local injuriado. A injúria por impacto levou a danos com maior intensidade aos abacates 'Geada'.

Palavras-chave: compressão, corte, impacto, injúrias mecânicas, *Persea americana*

2.1 Introdução

As injúrias mecânicas 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 que modificam a cor, o aroma, o sabor e a textura dos vegetais (MOHSENIN, 1986). Dentre as injúrias mais comuns, destacam-se as causadas por impacto, compressão e corte.

A injúria por impacto é geralmente causada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou contra outros frutos, durante as etapas de colheita, manuseio e transporte. Ela pode causar danos externos que são facilmente visualizados na superfície, com a ruptura ou não da epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento. Além disso, estas injúrias são responsáveis pela retirada da primeira linha de defesa do fruto colhido, permitindo a entrada de patógenos. A ocorrência de impactos pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas seu efeito acaba repercutindo mais tarde, dada a produção de injúrias internas (QUINTANA & PAULL, 1993; MORETTI, 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. Neste caso, a deformação causada é parcialmente irreversível e a obstrução da difusão de O_2 foi sugerida como uma das causas dos sintomas de compressão (CALBO et al., 1995). Segundo CALBO & NERY (1995), para a determinação do efeito desta força o usuário precisa construir seu próprio equipamento, o qual deverá aplicar uma força conhecida com exatidão e que permita a medição acurada da área de contato entre a placa compressora e o órgão.

A injúria por corte é geralmente atribuída a uma forte colisão do fruto contra uma superfície irregular, ou pela imposição de uma superfície cortante e com pressão sobre o fruto, como as arestas de uma embalagem de colheita ou objetos cortantes utilizados no processamento dos mesmos. Independentemente do caso, o resultado deverá ser o

rompimento e a perda da integridade celular na região do corte (MOHSENIN, 1986; WILEY, 1997).

Segundo BLEINROTH & CASTRO (1992), em abacate não ocorre o efeito imediato de danos externos e somente quando a fruta está madura a polpa se apresentará, parcial ou totalmente, escura. A queda durante a colheita, a colocação das frutas nas embalagens e o modo como são transportadas são algumas das operações que lhes têm causado danos mecânicos, comprometendo sua qualidade.

Este trabalho teve por objetivo estabelecer metodologia para a aplicação, de maneira controlada, de injúrias por impacto, compressão e corte em abacates, adaptando-se a metodologia desenvolvida por MATTIUZ (2002), para goiabas, e avaliação de seus efeitos sobre a qualidade fisiológica dos frutos. Para cada intensidade de lesão, os frutos armazenados sob condição de ambiente foram avaliados quanto à coloração, perda de massa fresca e teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

2.2 Material e Métodos

Para a realização deste trabalho optou-se pela utilização de abacates da cultivar Geada. Os frutos foram cuidadosamente colhidos com coloração verde-opaca e facilidade para separação da planta (BLEINROTH, 1995), em propriedade agrícola no município de Jardinópolis, SP. Eles foram imediatamente transportados para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV/UNESP, Jaboticabal, onde foram recebidos livres de injúrias. Isto foi conseguido tendo-se o cuidado de transportá-los acondicionados em caixas plásticas forradas internamente com plástico-bolha, 3 mm de espessura, e jornal.

Ao serem recebidos no laboratório, em no máximo 1-2 horas após a colheita, os frutos foram novamente selecionados, para tornar o lote ainda mais homogêneo quanto ao estádio de maturação, coloração, tamanho e ausência de danos mecânicos. Foram lavados com detergente neutro e enxaguados com água corrente, para a eliminação de impurezas, antes de serem imersos em água fria (5ºC) e clorada (150 mg de cloro. L^{-1}), por cinco minutos, para a retirada de parte do calor de campo. Estes frutos foram

deixados em repouso por 1 hora (25±1℃ e 64 ±6% UR) antes de serem submetidos às injúrias mecânicas.

2.2.1 Etapa 1

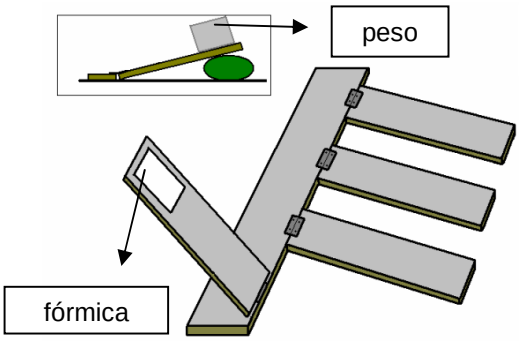
Nesta etapa, que se iniciou no dia 20 de dezembro de 2002, os frutos foram divididos em lotes homogêneos, que sofreram as seguintes injúrias mecânicas:

Impacto: foram testadas quatro diferentes alturas: 1,50 m, 2,00 m, 2,50 m e 3,00 m. Eles foram deixados cair em queda livre e cada fruto sofreu dois impactos, nos lados opostos de sua região equatorial. Quando as lesões não eram causadas em lados opostos, os frutos eram descartados;

Compressão: utilizou-se aparelho conforme o esquema mostrado na Figura 1A, onde cada fruto sofreu a ação de um bloco com peso conhecido. Foram testadas as pressões de 58,8 N (6 kg), por 12 horas, e 117,6N (12 kg), por 6 horas.

As áreas lesionadas, por estas duas injúrias, foram evidenciadas usando-se uma mistura de glucose de milho e tinta guache, o que permitiu demarcá-las com caneta de retroprojetor, antes da lavagem com água (MATTIUZ, 2002).

Corte: promoveram-se quatro lesões, com 4 mm de profundidade e 80 mm de comprimento, em cada lado do fruto, no sentido longitudinal, usando-se uma faca modificada (Figura 1B).



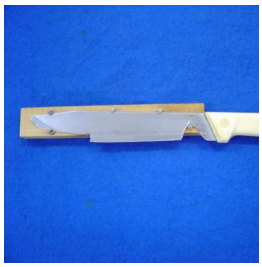


FIGURA 1. (A) Esquema do aparelho para provocar a injúria por compressão; (B) Faca modificada para provocar a injúria por corte.

Os frutos dos lotes submetidos às diferentes lesões mecânicas tinham as porções injuriadas localizadas nos lados opostos de sua linha equatorial, e a porção aparentemente intacta, nas suas laterais. Os frutos do Testemunha também tiveram regiões equivalentes às áreas lesionadas na linha equatorial e nas laterais marcadas, para que as análises pudessem ser comparadas.

Os lotes de frutos injuriados e Testemunha, sem lesionamentos, foram armazenados em sala com condições controladas de ambiente (25±1℃ e 64 ±6% UR), até que eles se tornassem impróprios para a comercialização. Durante o período de armazenamento, aos 1, 3, 6 e 8 dias, avaliou-se a coloração da casca, massa fresca e teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

Dentro de cada lote, um grupo contendo 3 frutos submetidos ao tratamento foi utilizado para a determinação da massa fresca e da coloração, o que permitiu avaliar a evolução destes parâmetros ao longo do período de armazenamento, utilizando-se sempre os mesmos frutos. A coloração da casca foi sempre determinada em regiões injuriadas ou não, e previamente marcadas, para que as leituras fossem feitas sempre nos mesmos locais.

Os frutos foram submetidos às seguintes análises:

Massa fresca - foi determinada utilizando-se pesagem em balança digital com capacidade para 2 kg e precisão de 0,1g.

Coloração externa – as análises foram feitas utilizando-se um reflectômetro MINOLTA Chroma Meter CR-200b, que expressa esse parâmetro segundo o sistema proposto pela Comission Internacionale de l'Eclaraige – (CIE) em L*a*b*. As determinações foram feitas nas quatro regiões previamente marcadas nos frutos, ou seja, duas no local das injúrias e duas na região não lesionada. As colorações foram expressas pela luminosidade, cromaticidade e ângulo de cor (Hue), conforme a metodologia descrita por WOOLF et al. (1997).

Acidez titulável - determinada em 10 gramas de polpa homogeneizada com 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,01 N padronizada e expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de amostra (AOAC, 1997 – método 942.15).

Sólidos solúveis – utilizou-se refratômetro digital Atago Palette, mod. PR-101, cujos resultados são expressos em °Brix (AOAC, 1997 – método 932.12).

A condução desta etapa seguiu um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 12, onde os fatores foram as épocas de análise (4) e tendo-se como tratamentos: Testemunha; Compressão (12kg/6h); Compressão (6kg/12h); Corte; Impacto da altura de 2,0 m; e Impacto de 1,5 m, divididos em partes lesionadas ou não. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

As evoluções das perdas de massa fresca pelos frutos submetidos aos diferentes tratamentos foram comparadas através do paralelismo das retas, teste t, conforme o proposto por NETER et al. (1978) e os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e coloração através de teste de Tukey.

2.2.2 Etapa 2

Esta etapa, que se iniciou no dia 10 de janeiro de 2003, também foi realizada com frutos da cultivar Geada, para que se pudesse testar maiores tempos de exposição ao peso, no tratamento Compressão, pois na primeira etapa, os frutos não se mostraram susceptíveis a essa injúria.

O experimento foi realizado de maneira semelhante ao realizado na primeira etapa onde no Impacto, os frutos foram deixados cair, em queda livre, de 2,00 m de altura; na Compressão, eles foram colocados sob a ação de um bloco para pressão de 117,6N (12 kg) por 24 h; os Cortes foram também realizados em número de quatro, nos lados opostos e no sentido longitudinal dos frutos, com 4 mm de profundidade e 80 mm de comprimento; e no Testemunha, os frutos não sofreram qualquer injúria.

Como na primeira etapa, cada um dos frutos submetidos aos tratamentos tinha as porções injuriadas localizadas nos lados opostos de sua linha equatorial e a porção aparentemente intacta, nas suas laterais.

Após esses tratamentos, os frutos foram armazenados em sala com condições controladas de ambiente (25±1°C, 62±6% UR), até que os mesmos se tornassem impróprios para comercialização. Durante o período de armazenamento, aos 1, 3, 6 e 8 dias, eles também foram avaliados quanto a coloração da casca, massa fresca, e teores

de sólidos solúveis e de acidez titulável. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Nesta etapa, o trabalho também obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 8, onde foram consideradas as 4 épocas de análise e os tratamentos, Testemunha, Compressão, Corte e Impacto, em suas partes injuriadas e não injuriadas.

Os resultados referentes a evolução de perda de massa fresca foram avaliados comparando-se a significância do paralelismo das retas (NETER et al., 1978). Os resultados referentes a coloração e aos teores de sólidos solúveis e acidez titulável foram analisados através da análise multivariada utilizando-se a Análise de Componentes Principais (ACP), através do “software” S-PLUS, conforme HOFFMAN (1992) e MOREIRA & SAES (1994).

2.3 Resultados e Discussão

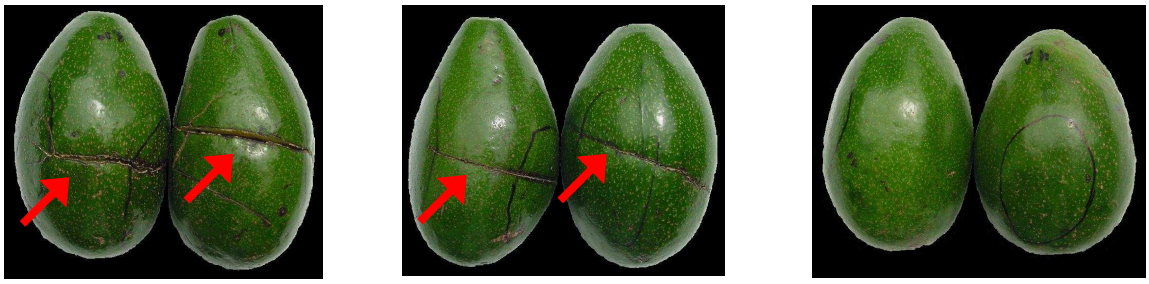
2.3.1 Etapa 1

Os abacates ‘Geada’ injuriados não apresentaram alterações visuais após um dia de armazenamento, com exceção daqueles submetidos ao Corte.

No tratamento Corte, as marcas puderam ser observadas desde o primeiro dia e evoluíram de leves sinais para tecidos lignificados, estabelecendo-se uma cicatriz em oito dias de armazenamento. Vale ressaltar que, com exceção da parte cicatrizada, a polpa não sofreu lesão interna. No oitavo dia, a casca se destacava da polpa com facilidade, juntamente com a cicatriz formada no corte. A polpa abaixo dessa cicatriz manteve-se intacta.

O Impacto causado pela queda de 2,5 m e 3,0 m de altura, levou os frutos a rachaduras, conforme visualizado na Figura 2, rejeitando-as nos experimentos posteriores. Para as alturas de 2,0 m e 1,5 m, os abacates não apresentaram sintomas externos visíveis, mas apresentaram fissuras na polpa, ao redor do caroço, após três dias, sendo que a intensidade das mesmas, a 1,5 m, foi menor que a 2,0 m. À medida

que os frutos foram amadurecendo, as fissuras foram sendo preenchidas por filamentos do caroço, fazendo com que as mesmas não evoluíssem até a casca.



3,0 m **2,5 m** **2,0 m**

FIGURA 2. Abacates ‘Geada’ submetidos a Impacto de 3,0 m, 2,5m e 2,0 m de altura.

No tratamento Compressão (6kg/12h) os frutos não apresentaram sintomas externos visíveis durante o período experimental. No tratamento em que se utilizou Compressão (12kg/6h), a parte da casca dos frutos que estava em contato com o peso apresentava, de imediato, coloração verde mais escura, mas após três dias de armazenamento não haviam sintomas externos visíveis.

Observando-se a evolução da luminosidade nas áreas lesionadas e nas não lesionadas, ao longo do período de armazenamento (Tabela 1), constatou-se que nos frutos submetidos à Compressão (12kg/6h e 6kg/12h), as partes injuriadas tenderam a um maior escurecimento no primeiro dia de armazenamento, cuja intensidade da parte injuriada também foi maior nos frutos submetidos ao maior peso.

Depois de três dias, este escurecimento na casca não se mostrava mais visível. Os frutos de todos os tratamentos apresentaram aumento gradual na luminosidade, devido ao amadurecimento, e no oitavo dia, todos os tratamentos apresentavam-se com coloração mais clara, típica de abacates amadurecidos.

Na Tabela 2 é mostrada a evolução dos valores do ângulo de cor nos abacates, permitindo deixar observado que a cor não foi afetada pelos tratamentos aplicados e que durante o período de armazenamento manteve-se sem modificação significativa até o oitavo dia, apesar de se observar diminuição no ângulo hue, ao longo do período de

armazenamento. Os frutos tornaram-se verde mais claro, com exceção da parte injuriada pelo impacto causado pela queda de 2,0 m, que se tornou verde mais escuro.

Observa-se que a cromaticidade da casca dos frutos diminuiu ao longo do período de armazenamento, independentemente da injúria (Tabela 3). A parte injuriada do tratamento Compressão (12kg/6h) apresentou a menor cromaticidade ao longo deste período.

TABELA 1. Luminosidade (L*) do exocarpo de abacates 'Geada', submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 64±6% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
Testemunha				
Não lesionada	41,78 Ba	39,95 Ba	39,80 Ba	56,20 Aa
Lesionada	42,20 Ba	39,80 Ba	38,90 Ba	56,45 Aa
Compressão (6kg/12h)				
Não lesionada	41,55 Bab	39,93 Ba	40,60 Ba	53,65 Aa
Lesionada	40,20 Bab	39,95 Ba	40,55 Ba	52,75 Aa
Compressão (12kg/6h)				
Não lesionada	40,40 Bab	39,63 Ba	39,98 Ba	57,08 Aa
Lesionada	36,13 Bb	37,53 Ba	37,70 Ba	57,05 Aa
Corte				
Não lesionada	42,90 Ba	41,25 Ba	41,55 Ba	55,08 Aa
Lesionada	41,80 Ba	40,75 Ba	40,75 Ba	55,65 Aa
Impacto (1,5m)				
Não lesionada	42,88 Ba	41,23 Ba	41,48 Ba	55,88 Aa
Lesionada	41,40 Ba	40,20 Ba	41,70 Ba	55,13 Aa
Impacto (2,0m)				
Não lesionada	43,43 Ba	42,33 Ba	43,20 Ba	52,43 Aa
Lesionada	42,05 Ba	40,95 Ba	40,83 Ba	53,45 Aa

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV=5,31%.

TABELA 2. Ângulo de cor do exocarpo de abacates 'Geada', submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 64 ±6% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)				Média
	1	3	6	8	
Testemunha					
Não lesionada	125,51	125,45	124,24	121,77	124,24 b
Lesionada	125,85	124,80	124,45	121,86	124,24 b
Compressão (6kg/12h)					
Não lesionada	127,18	127,69	125,76	123,26	125,97 b
Lesionada	125,40	125,65	123,02	120,09	123,54 b
Compressão (12kg/6h)					
Não lesionada	126,64	127,35	124,98	121,23	125,05 b
Lesionada	124,94	122,41	119,56	116,11	120,76 b
Corte					
Não lesionada	124,03	123,15	123,04	117,44	121,92 b
Lesionada	125,66	125,98	123,35	119,78	123,69 b
Impacto (1,5m)					
Não lesionada	125,19	125,38	123,02	153,16	131,69 ab
Lesionada	124,75	125,64	122,19	116,42	122,25 b
Impacto (2,0m)					
Não lesionada	125,08	125,10	122,98	120,63	123,45 b
Lesionada	158,37	160,23	157,30	156,58	158,12 a
Média	128,22 A	128,24 A	126,16 A	125,69 A	---

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV=19,01%.

TABELA 3. Cromaticidade do exocarpo de abacates ‘Geada’, submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 64 ±6% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)				Média
	1	3	6	8	
Testemunha					
Não lesionada	26,36	24,08	24,24	22,40	24,27 ab
Lesionada	26,41	25,15	22,04	22,40	24,00 abc
Compressão (6kg/12h)					
Não lesionada	25,06	23,95	23,74	24,46	24,30 ab
Lesionada	26,35	25,52	25,50	26,31	25,92 ab
Compressão (12kg/6h)					
Não lesionada	25,21	23,84	23,29	19,70	23,01 bc
Lesionada	18,53	16,84	19,01	20,96	18,84 c
Corte					
Não lesionada	28,15	24,55	24,72	23,81	25,31 ab
Lesionada	27,18	23,89	23,20	20,64	23,73 abc
Impacto (1,5m)					
Não lesionada	27,97	26,15	26,31	22,52	25,74 ab
Lesionada	27,43	26,03	26,80	23,38	25,91 ab
Impacto (2,0m)					
Não lesionada	29,75	28,44	28,27	29,33	28,95 a
Lesionada	24,28	24,17	23,79	25,18	24,36 ab
Média	26,06 A	24,38 AB	24,24 AB	23,42 B	---

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV=18,33%.

A evolução da coloração do exocarpo indica que os frutos de abacate apresentaram redução na concentração de pigmentos, especialmente as clorofilas, durante o período de amadurecimento. Esta evolução foi prejudicada pelos tratamentos Impacto ou Compressão aplicados com maior intensidade, como resultado da desorganização imposta ao sistema celular.

As injúrias não afetaram a evolução nos teores de sólidos solúveis e de acidez titulável da polpa dos frutos, durante o período de armazenamento (Tabelas 4 e 5). Observa-se que esses valores apresentaram tendência à diminuição com o passar do tempo, o que foi atribuído ao amadurecimento dos frutos.

TABELA 4. Sólidos solúveis (°Brix) de abacates 'Geada', submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1°C e 64 ±6% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
Testemunha				
Não lesionada	6,66 Bdef	7,06 Ad	6,66 Bcde	6,36 Cbc
Lesionada	6,76 Adef	6,51 Bef	6,71 ABbcd	6,21 Cbc
Compressão (6kg/12h)				
Não lesionada	6,96 Bcd	7,36 Abcd	7,06 Ba	6,46 Cb
Lesionada	6,86 Bde	7,51 Ab	6,36 Ce	5,86 Dde
Compressão (12kg/6h)				
Não lesionada	6,56 Aef	6,51 Aef	5,76 Bf	5,66 Bef
Lesionada	6,46 Bfg	7,16 Acd	5,66 Cf	5,81 Cde
Corte				
Não lesionada	6,16 Bgh	6,56 Aef	6,56 Acde	5,41 Cf
Lesionada	6,06 Ch	6,31 Bf	7,01 Aab	6,86 Aa
Impacto (1,5m)				
Não lesionada	7,21 Bbc	7,46 Abc	6,66 Ccde	6,26 Dbc
Lesionada	6,86 Ade	6,66 Ae	6,86 Aabc	5,66 Bef
Impacto (2,0m)				
Não lesionada	7,46 Bb	8,06 Aa	6,51 Cde	6,06 Dcd
Lesionada	7,96 Aa	7,91 Aa	6,41 Bde	6,11 Ccd

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV= 1,39%.

TABELA 5. Acidez titulável (g de ácido cítrico.100g^{-1}) de abacates 'Geada', submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 64±6% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)				Média
	1	3	6	8	
Testemunha					
Não lesionada	0,12	0,14	0,12	0,11	0,12 a
Lesionada	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11 a
Compressão (6kg/12h)					
Não lesionada	0,12	0,09	0,07	0,13	0,10 a
Lesionada	0,12	0,11	0,05	0,12	0,10 a
Compressão (12kg/6h)					
Não lesionada	0,12	0,12	0,09	0,05	0,10 a
Lesionada	0,12	0,12	0,10	0,05	0,10 a
Corte					
Não lesionada	0,12	0,08	0,12	0,09	0,10 a
Lesionada	0,12	0,09	0,13	0,09	0,11 a
Impacto (1,5m)					
Não lesionada	0,12	0,09	0,10	0,07	0,10 a
Lesionada	0,12	0,07	0,12	0,07	0,10 a
Impacto (2,0m)					
Não lesionada	0,12	0,12	0,08	0,11	0,11 a
Lesionada	0,12	0,16	0,08	0,09	0,11 a
Média	0,12 A	0,11 AB	0,10 B	0,09 B	---

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV=25,94%.

A evolução da massa fresca dos frutos, representada pelas equações apresentadas na Tabela 6, indica que há uma relação significativa e indireta entre a perda de massa e o tempo de armazenamento.

TABELA 6. Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca de abacates 'Geada', submetidos a diferentes injúrias e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 64 ±6% UR)

Tratamentos	**Y= A + BX**	**R^2**
Testemunha	Y=104,8750-5,2940X	0,9950**
Compressão (6kg/12h)	Y=104,5300-5,0070X	0,9934**
Compressão (12kg/6h)	Y=105,4750-5,8360X	0,9958**
Impacto (1,5 m)	Y=105,1650-5,7220X	0,9928**
Impacto (2,0 m)	Y=105,4800-6,0610X	0,9937**
Corte	Y=105,2700-5,7850X	0,9938**

Y=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento
**=significativo a 1% de probabilidade

Comparando-se estas equações quanto ao paralelismo das retas que representam, verificou-se que elas não se mostraram significativamente diferentes, indicando que as injúrias não tiveram efeito sobre a intensidade da perda de massa durante o período de armazenamento.

De maneira geral, injúrias em abacate 'Geada' não afetaram os parâmetros avaliados, que evoluíram gradativamente e em função do amadurecimento, ao longo do período de armazenamento. A análise estatística dos resultados também não permitiu uma comparação integrada entre todos os tratamentos e todos os parâmetros. O observado levou à realização da etapa seguinte, em que se aumentou o tempo de exposição dos frutos ao peso no tratamento compressão e empregou-se a estatística de componentes principais para se analisar os efeitos das injúrias nos diferentes parâmetros.

2.3.2 Etapa 2

Assim como na Etapa 1, os abacates 'Geada' não apresentaram alterações visuais após um dia de armazenamento, com exceção feita aos que receberam o Corte. Neste tratamento, as marcas puderam ser observadas desde o primeiro dia, as quais evoluíram de leves sinais para cicatrizes lignificadas, após seis dias de armazenamento, o que também foi o observado na etapa anterior.

Os abacates que receberam Impacto de 2,0 m de altura, também apresentaram fissuras na polpa, ao redor do caroço, no terceiro dia. À medida que eles foram

amadurecendo, estas fissuras foram sendo preenchidas por material originado do caroço, conforme visualizado na Figura 4. As frutas não apresentavam sintomas externos visíveis (Figura 5).

FIGURA 4. Lesão interna em abacate 'Geada' submetido a Impacto, após seis dias de armazenamento sob condições de ambiente (25±1℃ e 62 ±6% UR)

No tratamento Compressão, em que se aplicou 12 kg (117,6N) por 24 h, a casca dos frutos, no local de contato com o peso, apresentou coloração verde mais escura, que no terceiro dia de armazenamento já não apresentavam sintomas externos visíveis. Observou-se que mesmo aumentando o tempo de exposição ao peso, a polpa dos abacates não foi marcada por essa injúria, como pode ser visualizado na Figura 5.

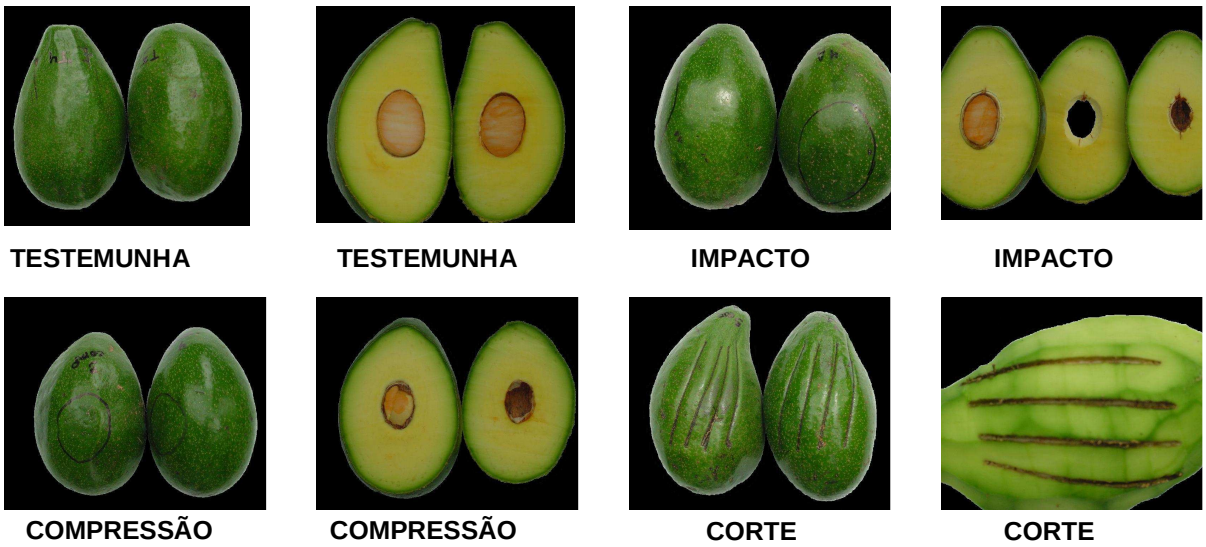


FIGURA 5. Aparência interna e externa de abacates 'Geada' submetidos a diferentes tratamentos, após 6 dias de armazenamento, sob condições de ambiente (25±1℃ e 62 ±6% UR)

Comparando-se a evolução da luminosidade da casca, nas áreas lesionadas com não lesionadas, ao longo do período de armazenamento (Tabela 7), observa-se que as lesionadas pela Compressão apresentavam-se mais escurecidas no início do armazenamento, que reduziu com o tempo e após oito dias de armazenamento não aparentavam sinais de injúria.

DURIGAN (2003) verificou que em mangas ‘Palmer’ e ‘Keitt’, a luminosidade da casca também não foi afetada pelas diferentes injúrias, enquanto que em goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato a área injuriada apresentou-se mais escura nos frutos submetidos ao impacto, compressão e corte (MATTIUZ & DURIGAN, 2001a). O aparecimento de coloração marrom-escura (“browning”) tem sido atribuído ao extravasamento de líquido celular e sua conseqüente exposição à ação enzimática, o que promove a oxidação de compostos fenólicos a quinonas, levando ao aparecimento destes pigmentos (RADI et al., 1997). SAMIM & BANKS (1993) também observaram que as áreas injuriadas de maçãs ‘Granny Smith’ se tornavam mais escuras que as regiões controle.

TABELA 7. Luminosidade (L*) do exocarpo de abacates ‘Geada’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 62±6% UR)

Tempo (dia)	Luminosidade			
	Testemunha	Impacto	Compressão	Corte
		Não lesionada		
1	40,53	40,60	41,13	40,60
3	39,65	39,58	40,78	40,03
6	39,55	41,65	40,93	40,53
8	41,85	45,33	45,48	43,38
Média	40,40	41,79	42,08	41,14
		Lesionada		
1	40,30	40,33	35,83	40,85
3	39,28	39,20	36,43	40,33
6	39,80	43,28	37,98	40,65
8	44,38	41,00	44,45	43,20
Média	40,94	40,95	38,67	41,26

CV= 5,42%

Na Tabela 8 são mostrados os valores do ângulo hue ou de cor da casca dos abacates ‘Geada’, durante o período de armazenamento, permitindo observar que estes valores, mantiveram-se praticamente estáveis até o oitavo dia, com exceção das áreas lesionadas pelo Impacto, que no oitavo dia de armazenamento se apresentavam mais verdes do que nos frutos submetidos aos demais tratamentos, o que também foi observado na Etapa 1.

KASAT (2004) também verificou que pêssegos ‘Aurora–1’ submetidos a Impacto retiveram a cor amarelo-esverdeada, enquanto que nos demais ela era mais amarela, indicando que o Impacto retardou a evolução da coloração no amadurecimento. Em goiabas, MATTIUZ & DURIGAN (2001a) também constataram que as mudanças no ângulo de cor foram mais rápidas nos frutos que sofreram injúrias mecânicas. Segundo estes autores, as injúrias levaram a alteração no processo metabólico destas regiões e, como conseqüência, a irregularidade no amadurecimento. DURIGAN (2003), quando submeteu mangas a injúrias mecânicas, não observou diferenças entre o ângulo de cor das áreas injuriadas e não injuriadas.

TABELA 8. Ângulo de cor do exocarpo de abacates ‘Geada’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 62 ±6% UR)

Tempo (dia)	Ângulo hue			
	Testemunha	Impacto	Compressão	Corte
	Não lesionada			
1	125,24	123,96	124,61	123,27
3	125,05	124,03	124,63	123,02
6	123,96	121,26	123,52	122,26
8	120,15	114,99	119,36	119,06
Média	123,60	121,06	123,03	121,90
	Lesionada			
1	125,45	124,03	126,27	123,27
3	125,50	123,44	125,12	123,81
6	124,56	119,95	123,37	122,55
8	120,10	151,71	116,95	116,63
Média	123,90	129,78	122,93	121,57

CV= 4,75%

A cromaticidade das partes lesionadas, em todos os tratamentos e ao longo do período de armazenamento, não foi menor que nas não lesionadas (Tabela 9). No terceiro dia de armazenamento, em todos os tratamentos, houve uma pequena diminuição deste parâmetro para depois aumentar até o último dia. O aumento da luminosidade, conjugado com aumento da cromaticidade, revela que nos frutos, a coloração tornou-se menos verde e pode ser atribuído a redução nos teores de clorofila deste material. Nas áreas injuriadas, de maneira geral, estes valores são sempre inferiores ao controle, com exceção feita ao Impacto, onde provavelmente houve menor degradação da clorofila no local injuriado.

TABELA 9. Cromaticidade do exocarpo de abacates 'Geada' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 62 ±6% UR)

Tempo (dia)	Cromaticidade			
	Testemunha	Impacto	Compressão	Corte
		Não lesionada		
1	25,83	25,21	25,17	23,91
3	23,65	22,93	24,60	22,53
6	24,46	27,24	24,97	22,88
8	26,93	31,08	30,48	27,23
Média	25,22	26,62	26,31	24,14
		Lesionada		
1	25,26	25,20	21,03	24,32
3	23,57	23,85	20,33	22,67
6	24,42	29,38	23,57	22,89
8	29,99	24,31	31,51	26,12
Média	25,81	25,69	24,11	24,00

CV= 11,03%

A acidez titulável, de maneira geral, diminuiu durante o período de armazenamento nos frutos submetidos às diferentes injúrias (Tabela 10). Pode-se observar também, que na primeira etapa, a acidez da polpa apresentou-se com maiores valores que na segunda, e isso pode ser devido ao estádio de desenvolvimento dos frutos ou à época de crescimento dos mesmos, uma vez que eles foram colhidos em

épocas diferentes, ou seja, na primeira etapa foram colhidos no início da safra e no segundo experimento no meio da safra.

Observa-se ainda, na Tabela 10, que as partes injuriadas e as não injuriadas apresentaram o mesmo comportamento, o que difere de outros autores que encontraram menor conteúdo de acidez em tomates, goiabas, mangas e pêssegos, submetidos a diferentes injúrias (MORETTI, 1998; MATTIUZ & DURIGAN, 2001b; DURIGAN, 2003; KASAT, 2004).

TABELA 10. Acidez titulável (g de ácido cítrico.100g^{-1}) em abacates 'Geada' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 62±6% UR)

Tempo (dia)	Acidez titulável			
	Testemunha	Impacto	Compressão	Corte
		Não lesionada		
1	0,06	0,06	0,06	0,06
3	0,09	0,07	0,08	0,06
6	0,03	0,05	0,06	0,04
8	0,07	0,07	0,05	0,05
Média	0,06	0,06	0,06	0,05
		Lesionada		
1	0,07	0,07	0,07	0,07
3	0,09	0,05	0,06	0,07
6	0,03	0,05	0,07	0,04
8	0,08	0,06	0,06	0,06
Média	0,07	0,06	0,07	0,06

CV= 23,73%

As injúrias não afetaram a tendência de redução dos teores de sólidos solúveis na polpa dos frutos, durante o período de armazenamento (Tabela 11), indicando o uso destes sólidos como fonte de energia. Observa-se que estes valores foram maiores que na Etapa 1, reafirmando o efeito da época de colheita. O amadurecimento em abacates está diretamente relacionado, entre outros fatores, ao aumento no conteúdo de óleo, cuja produção consome carboidratos, principalmente os solúveis (BERTLING et al., 2003).

TABELA 11. Sólidos solúveis (°Brix) em abacates 'Geada' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1°C e 62 ±6% UR)

Tempo (dia)	Sólidos solúveis			
	Testemunha	Impacto	Compressão	Corte
	Não lesionada			
1	7,21	7,21	7,21	7,21
3	7,76	7,26	8,06	7,76
6	7,56	6,46	6,96	6,16
8	5,66	8,76	6,26	6,46
Média	7,05	7,42	7,12	6,90
	Lesionada			
1	7,96	7,96	7,96	7,96
3	7,86	7,76	8,16	7,86
6	7,46	6,96	8,46	6,06
8	6,16	7,46	6,26	6,56
Média	7,36	7,54	7,71	7,11

CV= 10,80%

A evolução da massa fresca nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos pode ser representada pelas equações mostradas na Tabela 12, e indicam que há uma relação significativa e indireta, entre sua evolução e o tempo de armazenamento.

TABELA 12. Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca de abacates 'Geada' submetidos a diferentes lesões, e armazenados sob condições de ambiente (25±1°C e 62 ±6% UR).

Tratamentos	**Y= A + BX**	**R^2**
Testemunha	Y=101,5936-2,1891X	0,9960**
Compressão	Y=101,9800-1,7450X	0,9988**
Corte	Y=101,3903-2,6140X	0,9884*
Impacto	Y=101,4771-2,2588X	0,9938**

Y=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento
**=significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade.

Comparando-se estas equações quanto ao paralelismo, verificou-se que somente o tratamento Compressão diferiu significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, do Testemunha (2,94*) e do Corte (2,99*). Isto indica que a injúria causada pela Compressão levou a uma menor intensidade de perda de massa, devido a transpiração. DURIGAN (2003) também observou que a perda de massa fresca por

mangas ‘Palmer’ foi maior quando os frutos foram lesionados por Corte e Compressão que em mangas ‘Keitt’, os frutos perderam mais massa fresca quando submetidos a Impacto e Compressão. KASAT (2004) estudou o efeito de injúrias mecânicas em pêssego ‘Aurora-1’ e observou que o tratamento Impacto foi quem proporcionou a maior perda de massa fresca.

Na Tabela 13 são apresentados os resultados da análise estatística utilizando-se a análise multivariada de componentes principais, onde se pode observar que os dois primeiros componentes principais totalizam 52,16% da variabilidade dos dados. Isto faz com que estes componentes possam ser utilizados para representar o conjunto das variáveis medidas, uma vez que incorporam mais de 50% da variância. Nota-se, ainda, nesta tabela que os coeficientes do Componente 1 estão altamente relacionados com a luminosidade (L) no primeiro, terceiro e sexto dia de análise, com a cromaticidade (CR) no primeiro e terceiro dia e com os teores de sólidos solúveis (SS), no terceiro e sexto dia, que se apresentam com sinal negativo. Estas relações indicam que os frutos mantiveram suas características até o oitavo dia de análise, com evolução gradual do amadurecimento. Vale ressaltar que os coeficientes escolhidos possuem correlação de 60% ou mais.

O segundo componente principal possui correlação negativa com o ângulo hue ou de cor no oitavo dia, e positiva com a luminosidade e a cromaticidade da casca no oitavo dia de armazenamento.

A Figura 6 explicita a relação entre os componentes principais 1 e 2, durante o período de armazenamento dos abacates submetidos às diferentes injúrias sendo que os números são os indivíduos: 1 e 2 (testemunha “injuriada”); 3 e 4 (testemunha “não injuriada”); 5 e 6 (compressão “injuriada”); 7 e 8 (compressão “não injuriada”); 9 e 10 (corte “injuriado”); 11 e 12 (corte “não injuriado”); 13 e 14 (impacto “injuriado”); e 15 e 16 (impacto “não injuriado”). Observa-se que os indivíduos 5 e 6 (compressão) estão posicionados no lado negativo do eixo X do primeiro componente principal, e que o 14 (impacto) está posicionado no lado negativo do eixo Y do segundo componente, conforme o assinalado, indicando que houve diferença dos demais tratamentos.

TABELA 13. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e os componentes principais de abacates ‘Geada’.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Luminosidade da casca 1	**0,8557**	0,2365	0,4236
Luminosidade da casca 3	**0,8068**	0,3681	0,3489
Luminosidade da casca 6	**0,8032**	-0,2283	-0,3853
Luminosidade da casca 8	-0,0257	**0,7715**	-0,5357
Hue da casca 1	0,2733	0,5422	-0,0960
Hue da casca 3	-0,1697	-0,0099	0,3033
Hue da casca 6	-0,5367	0,4440	0,3825
Hue da casca 8	0,3680	**-0,7626**	-0,1183
Cromaticidade da casca 1	**0,8469**	0,2982	0,0763
Cromaticidade da casca 3	**0,7611**	0,2873	0,1739
Cromaticidade da casca 6	0,5807	-0,2213	-0,7059
Cromaticidade da casca 8	-0,2461	**0,7419**	-0,5711
Sólidos solúveis 1	-0,2833	-0,0556	0,1231
Sólidos solúveis 3	**-0,7202**	0,0542	-0,0712
Sólidos solúveis 6	**-0,6864**	-0,0493	-0,3995
Sólidos solúveis 8	0,5499	-0,1776	-0,4363
Proporção da Variância	0,3514	0,1701	0,1393
Proporção Acumulada	0,3514	0,5216	0,6609

1= primeiro dia de análise; 3= terceiro dia de análise; 6= sexto dia de análise; 8= oitavo dia de análise

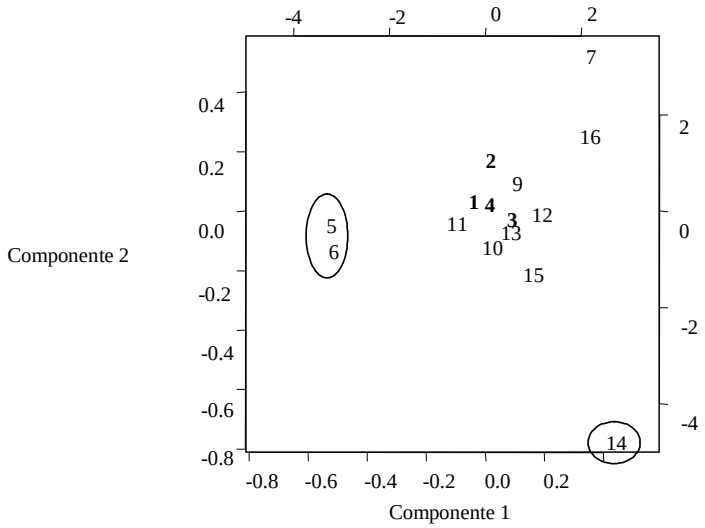


FIGURA 6. Relação entre componentes principais 1 e 2 para as variáveis avaliadas nos frutos de abacate ‘Geada’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25±1℃ e 62 ±6% UR)

Na Tabela 14 observa-se que os tratamentos não apresentaram diferenças em relação aos Testemunhas, mas indica que a Compressão teve tendência de ocasionar

os menores danos, enquanto que o tratamento Impacto a maior tendência de dano, embora com efeitos poucos significativos na qualidade dos mesmos.

TABELA 14. Comparação pelo teste de Tukey entre os tratamentos, conforme os componentes 1 e 2.

	Componente 1	Componente 2
Testemunha injuriada	-0,4295 AB	0,7775 A
Testemunha não injuriada	0,0825 AB	0,1005 A
Compressão injuriada	-5,0775 B	-0,4760 A
Compressão não injuriada	0,9740 AB	1,9860 A
Corte injuriado	0,2590 AB	0,0090 A
Corte não injuriado	0,0840 AB	-0,0305 A
Impacto injuriado	2,0860 A	-2,5985 A
Impacto não injuriado	2,0210 A	0,2330 A

Nas colunas, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra comum não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

2.4 Conclusões

Estabeleceu-se a metodologia para a aplicação das injúrias mecânicas da seguinte maneira: Impacto, queda de altura de 2,0 m; Compressão, peso de 117,6N por 24 horas; e Corte, quatro lesões de 4 mm de profundidade e 80 mm de comprimento. O Impacto causado pela queda de 2,5 m e 3,0 m de altura, levou os frutos a rachaduras e a queda de 2,0 m e 1,5 m, levou os abacates a apresentarem fissuras na polpa, ao redor do caroço. Os tratamentos Compressão, 58,8N/12h e 117,6N/6h, não levaram a sintomas visíveis após o período de armazenamento. O tratamento Compressão 117,6N/24h fez com que a casca dos frutos, no local de contato com o peso, apresentasse coloração verde mais escura, por três dias de armazenamento. Os Cortes provocaram cicatrizes na casca e no oitavo dia de armazenamento estas se destacavam com facilidade, com o restante da polpa intacta. Os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável não foram afetados pelas injúrias, mas se observou perda de massa fresca pelos frutos, no decorrer do amadurecimento. Nas áreas injuriadas os valores de cromaticidade foram sempre inferiores aos do Testemunha, com exceção do Impacto. A injúria por Impacto levou aos maiores danos.

CAPÍTULO 3 – EFEITO DAS INJÚRIAS MECÂNICAS NA QUALIDADE E FISIOLOGIA DE ABACATES ‘QUINTAL’, ‘HASS’ E ‘FUERTE’

RESUMO – Avaliou-se a evolução fisiológica e da qualidade de frutos das cultivares Quintal, Hass e Fuerte, quando submetidos a impacto, compressão e corte, e armazenados sob condições de ambiente. Estas evoluções foram avaliadas através de determinações da coloração do exocarpo e da polpa, perda de massa fresca, textura, presença de podridões, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, pectina total e solúvel, carboidratos solúveis e redutores, amido, respiração, atividade da peroxidase, polifenoloxidase, poligalacturonase e pectinametilesterase, avaliação sensorial da aparência e do cheiro. Na lesão por compressão, os abacates ‘Quintal’ apresentaram maior intensidade respiratória que os das outras cultivares. A atividade da pectinametilesterase e peroxidase apresentaram-se maiores em abacates ‘Hass’. Esta lesão foi mais prejudicial aos abacates Fuerte. O impacto provocou fissuras ao redor do caroço na cultivar Quintal e odor não característico às três cultivares. Esta lesão foi mais prejudicial que a compressão, para as três cultivares. O corte tornou a aparência e odor dos frutos desagradáveis. Esta lesão provocou maior perda de massa e perda de firmeza que o impacto e a compressão, em todas as cultivares. Ela levou os frutos ‘Hass’ e ‘Fuerte’ a maior intensidade respiratória. Os teores de pectina total e solúvel, e a atividade poligalacturonase e polifenoloxidase, se apresentaram maiores nos frutos ‘Hass’ e ‘Fuerte’, enquanto que a atividade pectinametilesterase se apresentou maior nos frutos da ‘Fuerte’. Esta lesão ocasionou os maiores danos aos abacates das três cultivares.

Palavras-chave: compressão, corte, impacto, injúrias mecânicas, *Persea Americana*

3.1 Introdução

A produção frutícola brasileira é ainda muito perdida durante a fase pós-colheita, principalmente, em função do desconhecimento das técnicas de conservação. Visando a diminuição destas perdas algumas técnicas têm sido utilizadas, entre as quais o tratamento com fungicidas, o controle da temperatura e da umidade e a aplicação de ceras (OLIVEIRA, 1996).

As lesões mecânicas, durante o manejo na colheita e pós-colheita também são responsáveis por perdas significativas durante a distribuição e a comercialização. É importante ressaltar que elas afetam diretamente a aparência externa, que é um dos mais importantes atributos de qualidade, e é o principal fator de rejeição pelo consumidor. Frutos murchos, amassados, sem a cor característica e com aparência desagradável sobram nas prateleiras dos supermercados. A busca da qualidade adequada requer técnicas seguras, rápidas e não-destrutivas para a avaliação das propriedades físicas dos frutos (THOMAS et al., 1995; CLARK et al., 1997).

As injúrias mecânicas 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 que modificam a cor, o aroma, o sabor e a textura dos vegetais (MOHSENIN, 1986). Dentre as injúrias mais comuns, destacam-se as causadas por impacto, compressão e corte.

A injúria por impacto é geralmente causada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou contra outros frutos, durante as etapas de colheita, manuseio e transporte. Ela pode causar danos externos, que são facilmente visualizados na superfície, com a ruptura ou não da epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento. Além disso, estas injúrias são responsáveis pela retirada da primeira linha de defesa do fruto colhido, permitindo a entrada de patógenos. A ocorrência de impactos pode não causar sintomatologia externa prontamente observável, mas seu efeito acaba repercutindo mais tarde, dada a produção de injúrias internas (QUINTANA & PAULL, 1993; MORETTI, 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. Neste caso, a deformação causada é parcialmente irreversível e a obstrução da difusão de O_2 foi sugerida como uma das causas dos sintomas de compressão (CALBO et al., 1995).

A injúria por corte é geralmente atribuída a uma forte colisão do fruto contra uma superfície irregular, ou pela imposição de uma superfície cortante e com pressão sobre o fruto, como as arestas de uma embalagem de colheita ou objetos cortantes. Independentemente do caso, o resultado deverá ser o rompimento e a perda da integridade celular na região do corte (MOHSENIN, 1986; WILEY, 1997).

Injúrias mecânicas podem causar alterações na síntese de pigmentos de alguns frutos, tornando-os inviáveis à comercialização. Ao submeterem maçãs ‘Granny Smith’ à injúria por impacto, SAMIM & BANKS (1993) observaram mudanças na coloração ou seja, um rápido escurecimento e a formação de compostos de coloração marrom, provavelmente devido à ação da enzima polifenoloxidase, nos locais injuriados, algumas horas após a ocorrência da injúria.

Em adição aos típicos sintomas externos e internos, as injúrias mecânicas em frutas são geralmente acompanhadas por elevado número de respostas fisiológicas. Quando tecidos vegetais são lesionados, ocorre aumento na atividade respiratória e na produção de etileno, algumas vezes dentro de poucos minutos, mas usualmente dentro de uma hora (ABELES et al., 1992; BRECHT, 1995). O etileno acelera a deterioração e a senescência dos tecidos vegetais e promove o amadurecimento de frutas climatéricas, levando a diferenças na idade fisiológica entre os tecidos intactos e os feridos (WATADA et al., 1990).

Vários autores constataram que frutos submetidos a injúrias mecânicas apresentaram alterações na evolução do CO_2 e do etileno. BURTON & SCHULTE-PASON (1987) constataram que mirtilos submetidos a injúrias por impacto aumentaram, significativamente, a evolução de CO_2, com o aumento do número de impactos. No mesmo experimento, estes autores evidenciaram uma correlação entre o número de impactos e o subseqüente desenvolvimento de podridões. Injúrias por impacto,

vibrações e compressão também foram responsáveis por aumentos na atividade respiratória de tangerinas ‘Satsuma’ (IWAMOTO et al., 1984; YUTAKA et al., 1984), cerejas (WADE & BAIN, 1980; MASSEY et al., 1982), maçãs (PARKER et al., 1984) e goiabas (MATTIUZ & DURIGAN, 2001b).

Ao estudar a relação entre as injúrias mecânicas e as características organolépticas, MORETTI & SARGENT (2000) observaram que as injúrias mostraram-se capazes de alterar o aroma, o sabor e a textura de tomates.

CHUMA et al. (1984) verificaram que morangos submetidos a injúrias por impacto, durante o transporte, apresentaram maior perda de água do que os frutos não transportados.

No caso do abacate os danos externos não levam a efeitos imediatos e somente quando a fruta está madura a polpa se apresentará, parcial ou totalmente, escura. A queda durante a colheita, a colocação das frutas nas embalagens e o modo como são transportadas são algumas das operações que lhes têm causado danos mecânicos, comprometendo sua qualidade (BLEINROTH & CASTRO, 1992).

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo a avaliação da evolução fisiológica e da qualidade de frutos das cultivares Quintal, Hass e Fuerte quando submetidos às diferentes injúrias (impacto, compressão e corte) e armazenados sob condições de ambiente.

3.2 Material e Métodos

Este trabalho utilizou-se de abacates das cultivares Quintal, Hass e Fuerte. Os abacates ‘Quintal’ foram colhidos no dia 20 de março de 2003, em propriedade agrícola no município de Jardinópolis – SP, os da ‘Hass’, no dia 19 de setembro de 2003 e os da ‘Fuerte’, no dia 04 de junho de 2004, ambos colhidos em propriedade agrícola no município de Bauru - SP.

Os frutos utilizados foram cuidadosamente colhidos com coloração verde-opaca e facilidade para separação da planta (BLEINROTH, 1995). Em todos os experimentos realizados, os frutos foram imediatamente transportados, logo após a colheita, para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV/UNESP, Jaboticabal, onde

foram recebidos livres de lesões. Isto foi conseguido tendo-se o cuidado de transportá-los em caixas plásticas forradas internamente com plástico-bolha, 3 mm de espessura, e papel jornal.

Ao serem recebidos no laboratório, em no máximo 2-3 horas após a colheita para os das cultivares Hass e Fuerte e 1 hora para os da 'Quintal', estes frutos foram novamente selecionados, para tornar o lote ainda mais homogêneo quanto ao estádio de maturação, coloração, tamanho e ausência de danos mecânicos, e imediatamente lavados com detergente neutro e enxaguados com água corrente, para a eliminação de sujidades, antes de serem imersos em água fria (5ºC) e clorada (150 mg. L^{-1} de cloro), por cinco minutos, para a retirada de parte do calor de campo. Estes frutos foram deixados em repouso por 1 hora (25±1℃ e 60 ±6% UR) antes de serem submetidos às lesões mecânicas.

Os frutos foram divididos em quatro lotes homogêneos, ou seja, um Testemunha e outros três que sofreram as seguintes lesões:

Impacto: os frutos foram deixados cair, em queda livre, de 2,00 m de altura. Cada fruto sofreu dois impactos, um em cada lado oposto de sua região equatorial; Compressão: foram submetidos a uma pressão conhecida (117,6N), onde cada unidade sofreu a ação de um bloco com peso de 12 kg, por 24 horas; Corte: promoveram-se quatro lesões, com 4 mm de profundidade e 80 mm de comprimento, em cada lado do fruto, no sentido longitudinal, usando-se uma faca modificada.

As áreas lesionadas pelo Impacto e Compressão foram evidenciadas usando-se uma mistura de glucose de milho e tinta guache, o que permitiu demarcá-las com caneta de retroprojetor, antes da lavagem com água (MATTIUZ, 2002).

Após esses tratamentos, os frutos de todos os tratamentos foram armazenados em sala com condições controladas de ambiente (25±1℃ e 60 ±6% UR para os da 'Quintal' e 24±1℃ e 60 ±6% UR para os da 'Hass' e 'Fuerte'), até que eles se tornassem impróprios para a comercialização, em função da firmeza.

Dentro de cada lote, um grupo de 5 frutos foi utilizado para a determinação diária da massa fresca, da coloração da casca, da aparência e registro de podridões. Estas

determinações permitiram demonstrar a evolução desses parâmetros ao longo do período de armazenamento, utilizando-se sempre os mesmos frutos.

A *Massa fresca* foi determinada utilizando-se pesagem em balança digital marca Marte AS 2000, com capacidade para 2 kg e precisão de 0,1g.

A ocorrência de Podridões foi avaliada mediante a atribuição de notas, adotando-se os seguintes valores: 0=ausência; 1=indícios de podridões (presença de patógenos com lesões de no máximo 1 mm de diâmetro) e 2=presença de podridões (presença de patógenos com lesões de no mínimo 2 mm de diâmetro).

Os frutos submetidos às diferentes lesões mecânicas, Impacto, Compressão e Corte, tinham as porções injuriadas localizadas nos lados opostos de sua linha equatorial e a porção aparentemente intacta, nas suas laterais. Nos frutos do Testemunha também se demarcou regiões equivalentes às áreas lesionadas na linha equatorial e nas laterais, para que se pudesse ter análises comparativas.

As partes lesionadas ou não, foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros:

Acidez titulável - determinada em 10 gramas de polpa homogeneizada com 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,01 N padronizada e é expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de amostra (AOAC, 1997 – método 942.15).

Sólidos solúveis – utilizou-se refratômetro digital Atago Palette, mod. PR-101, cujos resultados são expressos em °Brix (AOAC, 1997 – método 932.12).

A *Firmeza* foi determinada na polpa utilizando-se penetrômetro FT 327 com ponteira de 8 mm, cujos resultados são expressos em Newtons.

Coloração do exocarpo e da polpa – as análises foram feitas utilizando-se um reflectômetro MINOLTA Chroma Meter CR-200b, que expressa esse parâmetro segundo o sistema proposto pela Comission Internacionale de l'Eclaraige – (CIE) em L*a*b*. As determinações na casca foram feitas em quatro regiões previamente marcadas nos frutos, ou seja, duas no local das injúrias e duas na região não lesionada. As colorações foram expressas pela luminosidade, cromaticidade e ângulo hue ou de cor, conforme a metodologia descrita por WOOLF et al. (1997).

Os teores de *Carboidratos Solúveis, Redutores e Amido* foram doseados em extrato obtido de polpa homogeneizada, conforme o proposto por FALEIROS (1978). Neste extrato, os teores de carboidratos solúveis e amido foram determinados segundo a metodologia descrita por DUBOIS et al.(1956) e o de redutores, segundo VILLELA et al. (1973).

As atividades das enzimas *Peroxidase* e *Polifenoloxidase* foram determinadas no sobrenadante de amostras homogeneizadas em tampão fosfato de potássio a 0,2 M, pH 6,7 e centrifugadas a 10.000 rpm, por 10 minutos, a 4 ^{o}C. A atividade da peroxidase foi determinada pelo método de ALLAIN et al. (1974), com leitura a 505 nm e expressa em μmol de H_2O_2 consumido.min^{-1}.g^{-1}. A atividade da polifenoloxidase foi determinada pelo mesmo método, mas apenas com a utilização do fenol como substrato, leitura a 420 nm e expressa em μmol de fenol consumido.min^{-1}.g^{-1}.

A atividade da *Pectinametilesterase* (PME) foi avaliada utilizando-se o proposto por HULTIN et al. (1966) e RATNER et al. (1969), e a da *Poligalacturonase* (PG), segundo a técnica GHAZALI & LEONG, (1987), com modificações. Tomou-se quantidade conhecida de polpa de abacate, que foi homogeneizada, por 30 segundos, com tampão acetato de sódio a 0,1M (pH 6,0), contendo 1,0% de polivinilpirrolidona (PVP) e 0,5M de NaCl. Este extrato foi, em seguida, filtrado em gase hidrofílica, e centrifugado a 15.000 rpm por 30 minutos a 4℃, obtendo-se o extrato enzimático. A atividade foi determinada através da reação de 3,0 mL do extrato enzimático com 3,0 mL de ácido poligalacturônico (Sigma Comp. P-3889) a 1%, em tampão acetato de sódio a 0,1M (pH 5,0), incubada em banho-maria a 37℃ por 3 horas. A reação foi paralisada com a imersão dos tubos em água fervendo, por 5 minutos. A avaliação da atividade foi feita com a determinação dos açúcares redutores liberados, utilizando-se alíquotas de 0,5mL, tomadas antes e depois da reação, nas quais os açúcares foram determinados pelo método de MILLER (1959). Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima que produziu 1 μmol de grupos redutores por grama de enzima, em 3 horas. A atividade específica foi expressa como unidades de enzimas por grama por hora (UAE).g^{-1}.h^{-1}.

Os conteúdos da *Pectina Total e Solúvel,* foram determinados pelo método de McCREADY & McCOMB (1952).

Cada tratamento também teve um lote de 3 frutos, os quais foram utilizados para a determinação da *Atividade Respiratória*, em dias alternados. Essa atividade foi mensurada utilizando-se um cromatógrafo Finningan, modelo 9001, o qual permite a determinação da concentração de gás carbônico (CO_2) da atmosfera do ambiente. A manutenção dos frutos, por 1 hora, em contentor hermeticamente fechado e a determinação da quantidade de CO_2 neste contentor, antes e depois deste período, permitiu calcular a atividade respiratória, expressa em mg de $CO_2.kg^{-1}.h^{-1}$.

O teor de *Óleo* foi quantificado através do conteúdo de extrato etéreo, extraído com éter de petróleo (p. e. 30 - 70ºC), em extrator Tecnal modelo TE, que segue o princípio do extrator de Soxhlet, conforme metodologia proposta pela AOAC (1970).

A *Umidade da polpa* foi determinada por secagem em estufa a 70 ℃, obtendo-se o extrato seco total (AOAC, 1995), o que permitiu calcular o teor de umidade.

Os teores de óleo e umidade foram determinados em frutos livres de injúrias, no primeiro e oitavo dia de armazenamento, para a caracterização das cultivares estudadas.

A *Avaliação Sensorial* dos frutos foi feita utilizando-se, no mínimo, 12 julgadores não-treinados. Cada julgador avaliou os frutos quanto a aparência e cheiro, de forma individual, e marcou sua impressão em uma escala não estruturada de 10 cm. Esta escala não tem pontos determinados, mas em suas extremidades aparecem os termos que expressam o máximo e o mínimo de intensidade para o parâmetro avaliado. A avaliação do julgador foi na forma de um traço vertical, no ponto em que ele achou que o mesmo representaria a intensidade relativa daquela característica na amostra. Tais impressões foram transformadas em números, através da determinação do comprimento do traço de avaliação. As escalas utilizadas foram as seguintes, tanto para a aparência como para o cheiro: 0,0 a 2,0 cm – ótima; 2,1 a 4,0 cm – boa; 4,1 a 6,0 cm – regular; 6,1 a 8,0 cm – ruim; 8,1 a 10 cm – péssima.

O modelo da ficha sensorial é mostrado a seguir e os números colocados a esquerda de cada amostra identificam os tratamentos avaliados.

NOME:_____ DATA: _____

ANÁLISE SENSORIAL

POR FAVOR, VERIFIQUE A APARÊNCIA GLOBAL DOS ABACATES

395 ótimo |_____| péssimo
416 ótimo |_____| péssimo
205 ótimo |_____| péssimo
609 ótimo |_____| péssimo
175 ótimo |_____| péssimo
712 ótimo |_____| péssimo
809 ótimo |_____| péssimo
932 ótimo |_____| péssimo

POR FAVOR, VERIFIQUE O CHEIRO DOS ABACATES

195 ótimo |_____| péssimo
265 ótimo |_____| péssimo
348 ótimo |_____| péssimo
481 ótimo |_____| péssimo

COMENTÁRIOS:_____

3.2.1 Análise estatística

Os resultados das avaliações permitiram estabelecer a evolução da qualidade dos frutos ao longo do período de armazenamento, após terem sido submetido às diferentes lesões.

Para cada parâmetro se analisou a variância dos diferentes tratamentos, nos dias de avaliação durante o armazenamento, conforme um Delineamento Inteiramente Casualizado com dois fatores (injúrias X dias de armazenamento), sendo oito tratamentos para injúrias, pois os materiais referentes a parte lesionada e não lesionada foram analisados separadamente, e quatro dias de análises. A perda de matéria fresca foi analisada através de regressão polinomial (GOMES, 1977) e as equações de 1° grau comparadas através do teste T, conforme o proposto por NETER et al. (1978).

Os resultados obtidos com a avaliação das variáveis físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais, ao longo do tempo de armazenamento, também foram analisados utilizando-se análise estatística multivariada (MOREIRA & SAES, 1994),

utilizando-se componentes principais (ACP), que reduz a dimensão de um conjunto de dados multivariados de forma interpretativa, através de procedimentos matemáticos (determinísticos). Neste caso, um conjunto de variáveis correlacionadas, ou não, é transformado em um novo conjunto de variáveis não-correlacionadas, chamado componentes principais. Tendo um determinado conjunto de variáveis, os componentes principais são combinações lineares dessas variáveis, construídas de maneira à "explicar" o máximo da variância das variáveis originais (HOFFMAN, 1992). Com isso, a estrutura de dados (originalmente os indivíduos estão representados no espaço k) é geralmente simplificada em termos de representação. Muitas vezes, grande parte da informação contida nos dados chega a ser representada em R^3, ou até no plano. A técnica dos componentes principais opera condensando a variância de um conjunto de dados em uns poucos eixos, de modo que se torna possível visualizar a maior parte da variabilidade dos dados originais em duas ou três dimensões (componentes). Esta técnica possui a vantagem das variáveis obtidas serem interpretadas independentemente (MOREIRA & SAES, 1994).

3.3 Resultados e Discussão

Os teores de óleo e umidade dos frutos livres de injúrias, das cultivares Quintal, Hass e Fuerte, no primeiro e após oito dias de armazenamento, são apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Observa-se, na Figura 1, que a polpa do abacate 'Quintal' continha 4,5% de óleo no primeiro dia e 5,0% no oitavo dia e que os frutos da 'Hass' e 'Fuerte', cerca de cinco vezes mais matéria graxa que os do 'Quintal', com 22,0% e 22,5%, no primeiro dia de armazenamento, e 21,8% e 22,4%, no oitavo dia, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos relatados por DONADIO (1995) e BLEINROTH (1995).

A Figura 2 indica que o teor de umidade na polpa dos abacates 'Quintal' apresentou-se maior que o das demais cultivares (85,1% e 86,8%, no primeiro e oitavo dia de armazenamento, respectivamente). Este teor na polpa dos frutos da 'Hass' e 'Fuerte' eram 64,9% e 67,3%, no primeiro e 66,3% e 68,9% no oitavo dia, respectivamente. Estes resultados não estão de acordo com o citado por BLEINROTH

& CASTRO (1992), que deixaram observado que a umidade da polpa de abacates é menor quando os frutos estão maduros. De acordo com estes mesmos autores, quanto mais matéria graxa o abacate contém, menor é seu teor de umidade.

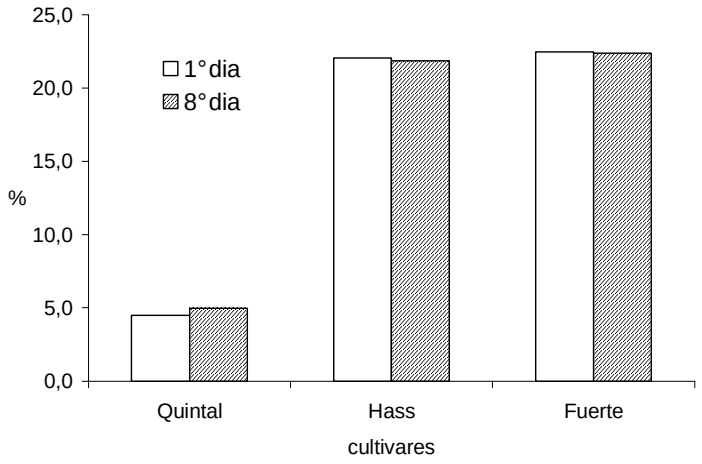


FIGURA 1. Porcentagem de óleo na polpa de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

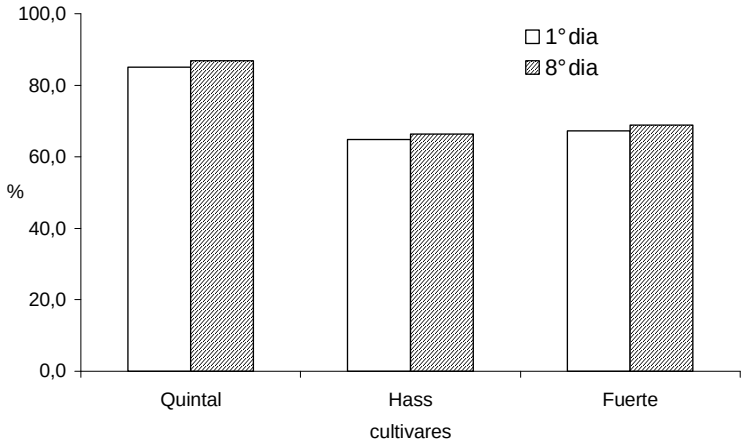


FIGURA 2. Conteúdo de umidade na polpa de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ armazenados sob condições de ambiente (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

A aparência dos frutos foi se deteriorando durante o armazenamento no ambiente, conforme pode ser observado na Figura 3. Esta deterioração foi acelerada

pelos tratamentos injuriantes, principalmente pelo Impacto e Corte, onde este último obteve nota regular ou ruim já no primeiro dia do armazenamento para os frutos de todas as cultivares, demonstrando a rejeição dos provadores.

Os abacates ‘Quintal’ submetidos às injúrias por Compressão não apresentaram alterações visuais no primeiro dia de armazenamento (Figura 3). Nos Cortes as marcas evoluíram de leves sinais para cicatrizes evidentes após oito dias de armazenamento, o que pode ser devido a lignificação dos tecidos (Figura 4).

No tratamento Compressão, a parte da casca dos frutos que estava em contato com o peso tornou-se verde mais escuro, mas após três dias de armazenamento estes sintomas externos haviam desaparecido e pode-se observar nas Figuras 3 e 4, que a aparência destes frutos era bastante similar aos dos Testemunha.

Quando submetidos ao Impacto de 2,0 m de altura, estes abacates apresentaram fissuras ao redor do caroço, mas à medida que eles foram amadurecendo, estas fissuras foram sendo preenchidas por filamentos saídos do caroço, conforme o assinalado na Figura 4. Estas frutas não apresentavam sintomas externos visíveis .

Deve-se deixar registrado que a aparência dos frutos das cultivares Hass e Fuerte não agradou aos provadores desde o início (Figura 3), o que foi atribuído ao menor tamanho e estes relataram que tinham a impressão de que os frutos não estavam adequadamente maturos. Esta impressão se agravou para os da ‘Hass’, que durante o período de armazenamento mudaram a coloração na casca, que foi se tornando roxa até se apresentar completamente escura, no 6º dia.

Os abacates ‘Hass’ não apresentaram alterações visíveis no primeiro dia de armazenamento, com exceção feita aos que sofreram Cortes. Neste tratamento, as marcas também puderam ser observadas desde o primeiro dia e evoluíram de leves sinais para cicatrizes, com a lignificação dos tecidos (Figura 5). Elas não foram consideradas prejudiciais à qualidade da polpa pelos provadores, mas prejudicou a aparência com maior intensidade que os outros tratamentos (Figura 3).

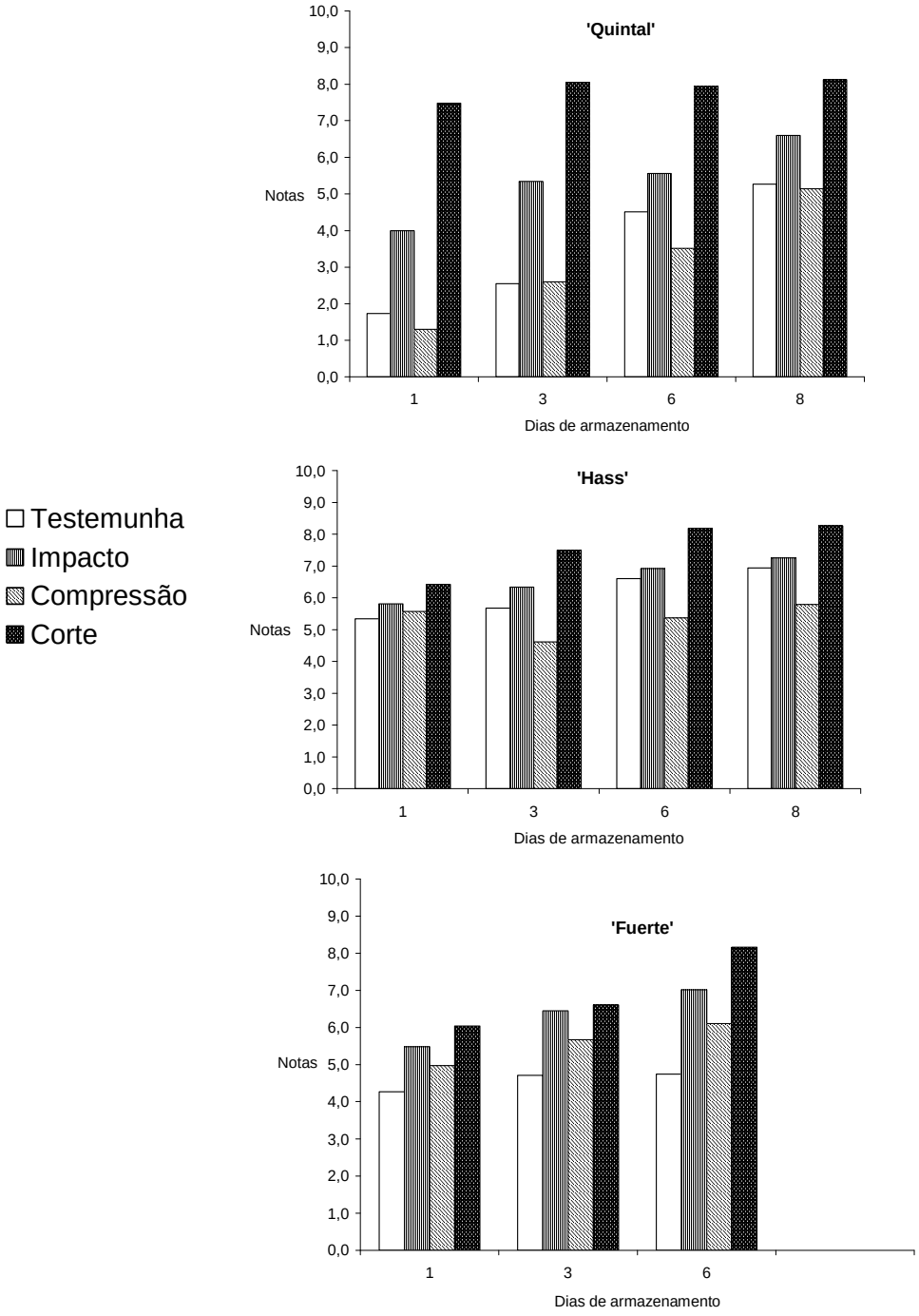


FIGURA 3. Aparência de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR). Notas: 0,0 a 2,0 cm – ótima; 2,1 a 4,0 cm – boa; 4,1 a 6,0 cm – regular; 6,1 a 8,0 cm – ruim; 8,1 a 10 cm – péssima.

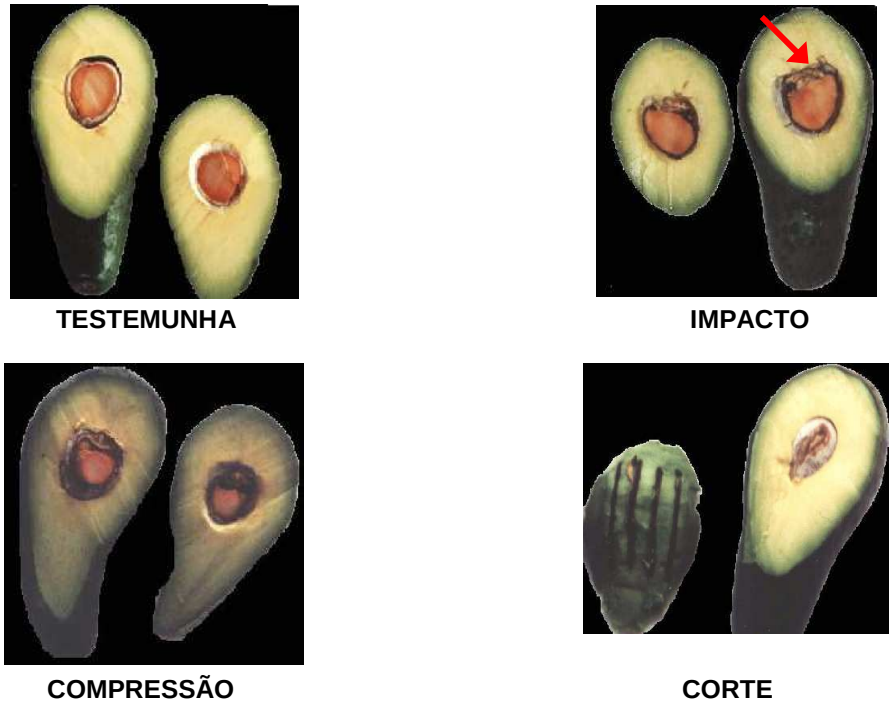


FIGURA 4. Aparência de abacates ‘Quintal’ submetidos a diferentes tratamentos após 6 dias de armazenamento sob condições de ambiente (25℃ e 60% UR)

Quando submetidos ao Impacto de 2,0 m de altura, estes abacates não apresentaram fissuras ao redor do caroço, ou sintomas externos (Figura 5), como o observado nos frutos da ‘Quintal’.

No tratamento Compressão, a parte externa dos frutos e que esteve em contato com o peso apresentou coloração verde mais escura, mas desapareceu em três dias de armazenamento, como o observado para os frutos da ‘Quintal’. Na Figura 5 pode-se observar que este tratamento se apresentou muito semelhante ao Testemunha, segundo os provadores (Figura 3).

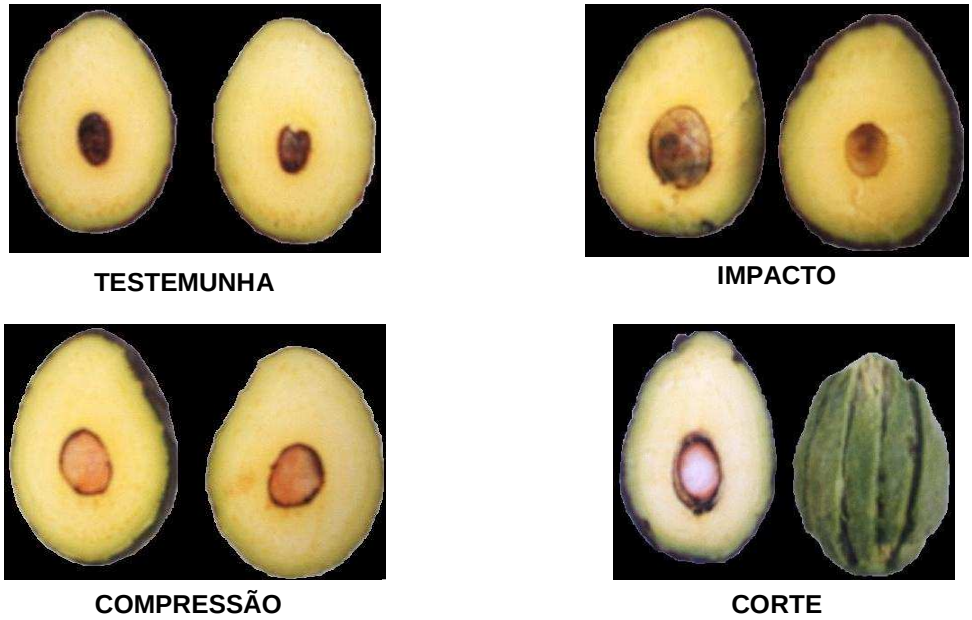


FIGURA 5. Aparência de abacates ‘Hass’ submetidos a diferentes tratamentos, após 6 dias de armazenamento sob condições de ambiente (24℃ e 60% UR)

Assim como para as demais cultivares, os abacates da cultivar Fuerte, submetidos aos tratamentos Testemunha e Compressão, não apresentaram alterações visíveis no primeiro dia de armazenamento, o que foi evidente nos que sofreram Cortes e Impacto. Nos Cortes, as marcas foram muito evidentes e prejudiciais desde o primeiro dia (Figura 3), e evoluíram de leves sinais para cicatrizes, com a lignificação dos tecidos (Figura 6), prejudicando a aparência.

Quando submetidos ao Impacto de 2,0 m de altura, estes abacates não apresentaram fissuras ao redor do caroço, como o observado para os frutos da ‘Quintal’, mas em três dias já se observou sintomas externos, como manchas marrons na casca e sintomas internos, como o aparecimento de lesões de coloração escura na polpa, em contato com o caroço (Figura 6).

No tratamento Compressão, a parte externa dos frutos que esteve em contato com o peso apresentou coloração verde mais escura e que somente após seis dias de armazenamento haviam desaparecido, o que é diferente do observado para os frutos das cultivares Quintal e Hass. Este comportamento também foi observado pelos provadores (Figura 3). Internamente, este tratamento também lesionou a polpa que

estava em contato com o caroço, o que também foi observado com o Impacto, e é indicado na Figura 6, após 6 dias de armazenamento.

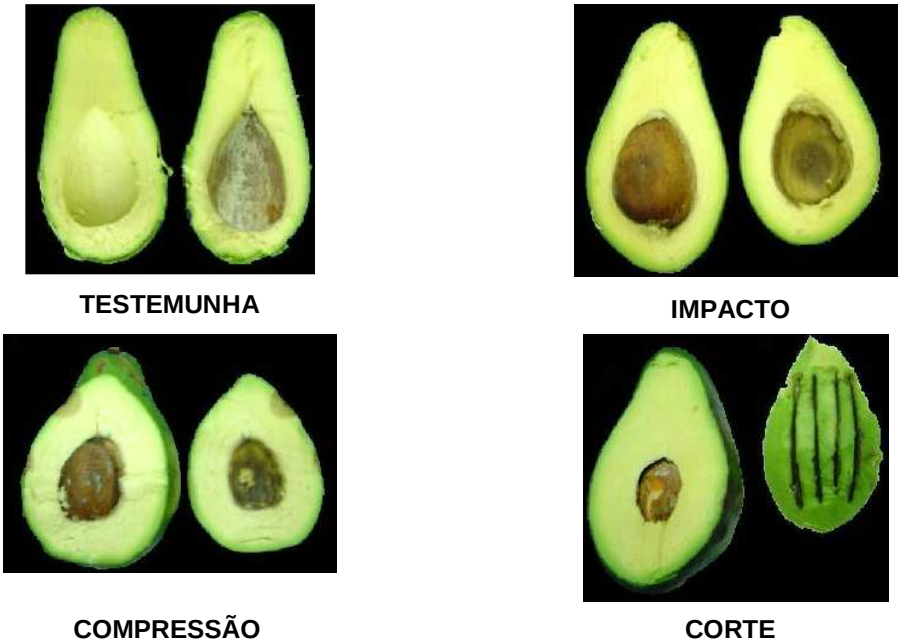


FIGURA 6. Aparência de abacates ‘Fuerte’ submetidos a diferentes tratamentos, após 6 dias de armazenamento sob condições de ambiente (24℃ e 60% UR)

Os abacates ‘Quintal’ apresentaram-se com odor ótimo no primeiro dia de armazenamento, com exceção feita aos frutos submetidos ao Impacto (Figura 7), o qual foi sentido pelos provadores como cheiro estranho e alcoólico e permaneceu até o oitavo dia do armazenamento. Os cortes também prejudicaram o odor dos frutos, juntamente com o Impacto, e levaram a uma degradação mais rápida.

Nos frutos de abacate ‘Hass’ o odor foi considerado regular a ruim, a partir do primeiro dia de armazenamento e evoluiu para ruim – péssimo em oito dias. O abacate ‘Fuerte’ iniciou o período de armazenamento com cheiro bom, independente do tratamento e no terceiro dia (Figura 7), os avaliadores já detectaram cheiro não característico nas frutas que sofreram Impacto ou Cortes. O cheiro não característico dos frutos das cvs. Hass e Fuerte pode ser atribuído no alto teor de óleo, maior que 20% (Figura 1), que os frutos destas cultivares apresentam, ao qual os consumidores brasileiros não estão acostumados.

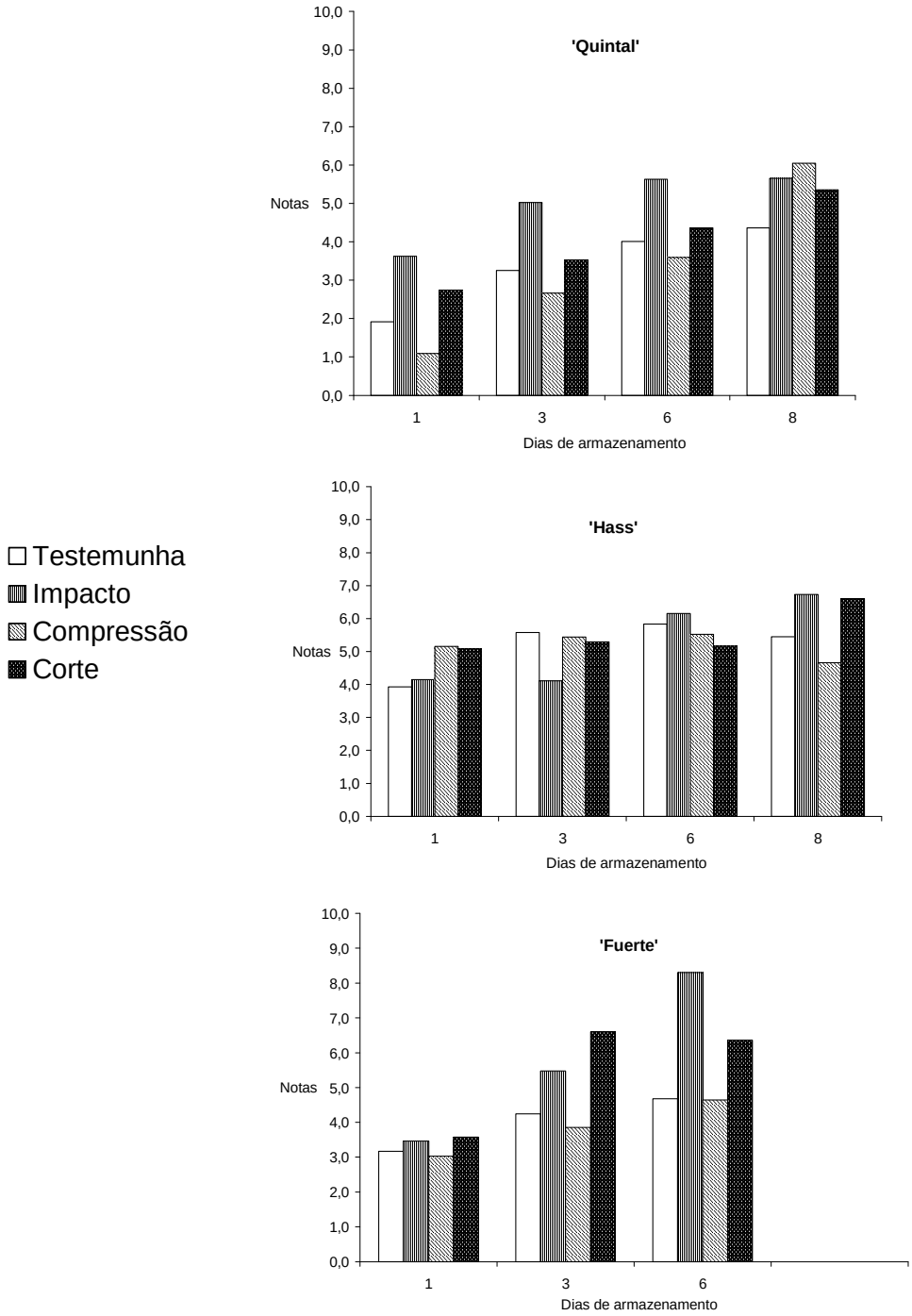


FIGURA 7. Odor dos abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR). Notas: 0,0 a 2,0 cm – ótima; 2,1 a 4,0 cm – boa; 4,1 a 6,0 cm – regular; 6,1 a 8,0 cm – ruim; 8,1 a 10 cm – péssima.

Os frutos do abacate ‘Quintal’ apresentaram indícios de podridão no terceiro dia de armazenamento, em todos os tratamentos, enquanto que nos frutos do ‘Fuerte’ estes indícios apareceram no sexto dia (Figura 8). Os sintomas indicaram a presença de antracnose, causado pelo *Colletotricum gloesporioides*, nos frutos das duas cultivares. A contaminação deve ter ocorrido no campo de produção, apesar dos frutos colhidos não apresentarem tal sintoma. Na Figura 8 pode-se observar também que os sintomas iniciais evoluíram durante o período de armazenamento e no oitavo dia a presença de podridões era marcante, exceção feita nos frutos do ‘Fuerte’ submetidos aos tratamentos Testemunha, Compressão e Impacto, que apresentaram indícios. Os abacates ‘Hass’ não apresentaram sintomas de podridões ao longo do período de armazenamento.

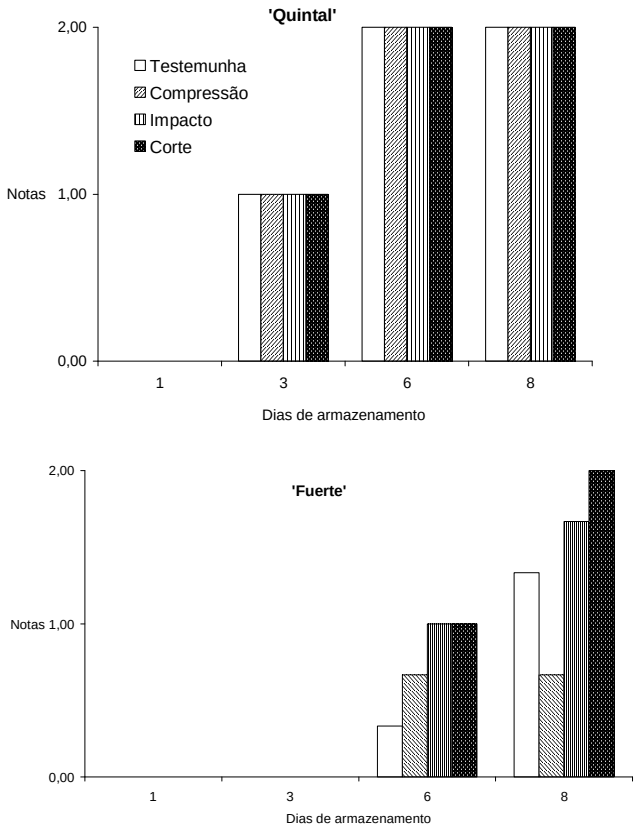


FIGURA 8. Presença de podridões em abacates ‘Quintal’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR). Notas: 0=a usência; 1=indícios de podridões e 2=presença de podridões.

A evolução da massa fresca nos frutos do abacate ‘Quintal’ e submetidos aos diferentes tratamentos foi constante ao longo de período de armazenamento e pode ser representada pelas equações de primeiro grau mostradas na Tabela 1. Elas indicam que há uma relação significativa e indireta entre a perda de massa e o tempo de armazenamento. Comparando-se estas equações quanto ao paralelismo verificou-se que não houveram diferenças significativas entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1. Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca de abacates 'Quintal' submetidos a diferentes lesões, e armazenados sob condições de ambiente (25℃ e 60% UR).

Tratamentos	**Y= A + BX**	**R^2**
Testemunha	Y= 101,5848-2,1305X	0,9949**
Compressão	Y= 101,8998-1,7505X	0,9980**
Impacto	Y= 101,4798-2,1155X	0,9939**
Corte	Y= 101,4593-2,3721X	0,9907**

Y=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento; **=significativo a 1% de probabilidade.

A perda de massa pelos frutos das cultivares Hass e Fuerte também foram constantes ao longo de período de armazenamento e com maior intensidade que para os da ‘Quintal’. Elas também puderam ser representadas pelas equações de primeiro grau apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Comparando-se as equações da Tabela 2, quanto ao paralelismo, verifica-se que os frutos submetidos aos Cortes perderam massa, significativamente, e com maior intensidade que os frutos dos outros tratamentos, e que os submetidos ao Impacto perderam-na com maior intensidade que os submetidos à Compressão.

TABELA 2. Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca de abacates 'Hass' submetidos a diferentes lesões, e armazenados sob condições de ambiente (24℃ e 60% UR).

Tratamentos	**Y= A + BX**	**R^2**	**Teste T**
Testemunha	Y=100,0843-0,9140X	0,9866*	b
Impacto	Y=100,5905-1,0784X	0,9877*	b
Compressão	Y=100,8788-0,8086X	0,9982**	b
Corte	Y=100,9731-3,4207X	0,9739*	a

Y=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento; **=significativo a 1% de probabilidade; *=significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si.

Comparando-se as equações apresentadas na Tabela 3 para a cultivar Fuerte, quanto ao paralelismo, verifica-se que o Corte também levou, significativamente, às maiores perdas. A intensidade das perdas devidas aos outros tratamentos não diferiu significativamente entre si.

TABELA 3. Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca de abacates 'Fuerte' submetidos a diferentes lesões, e armazenados sob condições de ambiente (24°C e 60% UR).

Tratamentos	**Y= A + BX**	**R^2**	**Teste T**
Testemunha	Y = 100,2174 – 0,3678X	0,9898*	b
Impacto	Y = 100,3874 – 0,5128X	0,9889*	b
Compressão	Y = 100,4614 – 0,4409X	0,9951**	b
Corte	Y = 100,4805 – 1,0184X	0,9847*	a

Y=massa do fruto (g) e X=dias de armazenamento; **=significativo a 1% de probabilidade; *=significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si.

Como se pode observar, o tratamento mais prejudicial quanto a perda de massa fresca nos abacates foi o Corte, para todas as cultivares estudadas. DURIGAN (2003) também observou que a perda de massa fresca em mangas ‘Palmer’ foi superior quando os frutos foram lesionados por Corte e também por Compressão e, no caso de mangas ‘Keitt’, os frutos perderam mais massa fresca quando submetidos a Impacto e Compressão. KASAT (2004) observou que o tratamento Impacto proporcionou uma perda de massa fresca superior à dos demais tratamentos em pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos a injúrias mecânicas.

Perdas de massa fresca também foram observadas por CHUMA et al. (1984) em morangos submetidos ao Impacto, durante o transporte. HUDSON & ORR (1977), estudando a relação entre injúrias mecânicas por impacto e por abrasão, observaram que a perda de água em batatas foi maior naquelas em que havia a ocorrência destas injúrias.

Os abacates da cultivar Quintal apresentavam intensidade respiratória inicial de 42,30 – 47,06 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$. Os frutos que sofreram o Impacto apresentaram um pico respiratório (79,32 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$) após 3 h., que após a redução característica voltou a aumentar até o 10° dia (Figura 9 A).

Os frutos livres de injúrias (Testemunha) e os submetidos ao Corte apresentaram o máximo climatérico após 96 h (128,02 e 115,89 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$, respectivamente) e os submetidos à Compressão (132,17 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$), após 72 h. (Figura 9 A).

Os frutos de abacate 'Hass' apresentaram intensidade respiratória inicial de 59,04 - 84,06$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ (Figura 9 B). Os submetidos aos Cortes apresentaram aumento em seguida à aplicação do tratamento, que atingiu seu máximo em 24 horas (123,48$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$). Os submetidos a Compressão apresentaram máximo aumento em 96 horas (107,58$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-}1$). Os submetidos ao Impacto iniciaram o aumento climatério em 3 horas, que atingiu o máximo em 48 horas (108,01$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$). Os frutos do Testemunha iniciaram o climatérico após 144 horas e atingiram o máximo em 288 horas (93,22 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$). A Figura 9 também deixa observado que os frutos submetidos às diferentes lesões apresentaram atividade respiratória mais intensa que a do Testemunha, em todos os períodos avaliados, além de anteciparem o pico climatérico.

A atividade respiratória dos abacates 'Fuerte' apresentou intensidade inicial de 46,82 – 55,30$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$, e com comportamento bastante semelhante aos da cultivar Quintal. Os frutos que sofreram Impacto apresentaram o máximo climatérico (81,60 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$) após 3 h., e os submetidos aos Cortes em 7 horas (89,12$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$). Os frutos livres de injúrias (Testemunha) e os submetidos aos Corte e a Compressão apresentaram o máximo climatérico após 7 h (71,01$mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$, 89,12 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$ e 68,86 $mLCO_2.kg^{-1}.h^{-1}$, respectivamente) (Figura 9 C).

A Figura 9 deixa indicado, que os frutos injuriados, das três cultivares, sempre respiraram com maior intensidade que os não injuriados, durante o pico climatérico, sendo que para os das cultivares Hass e Fuerte, os Cortes levaram à maior produção de CO_2 e para os da 'Quintal', este efeito foi proporcionado pela Compressão.

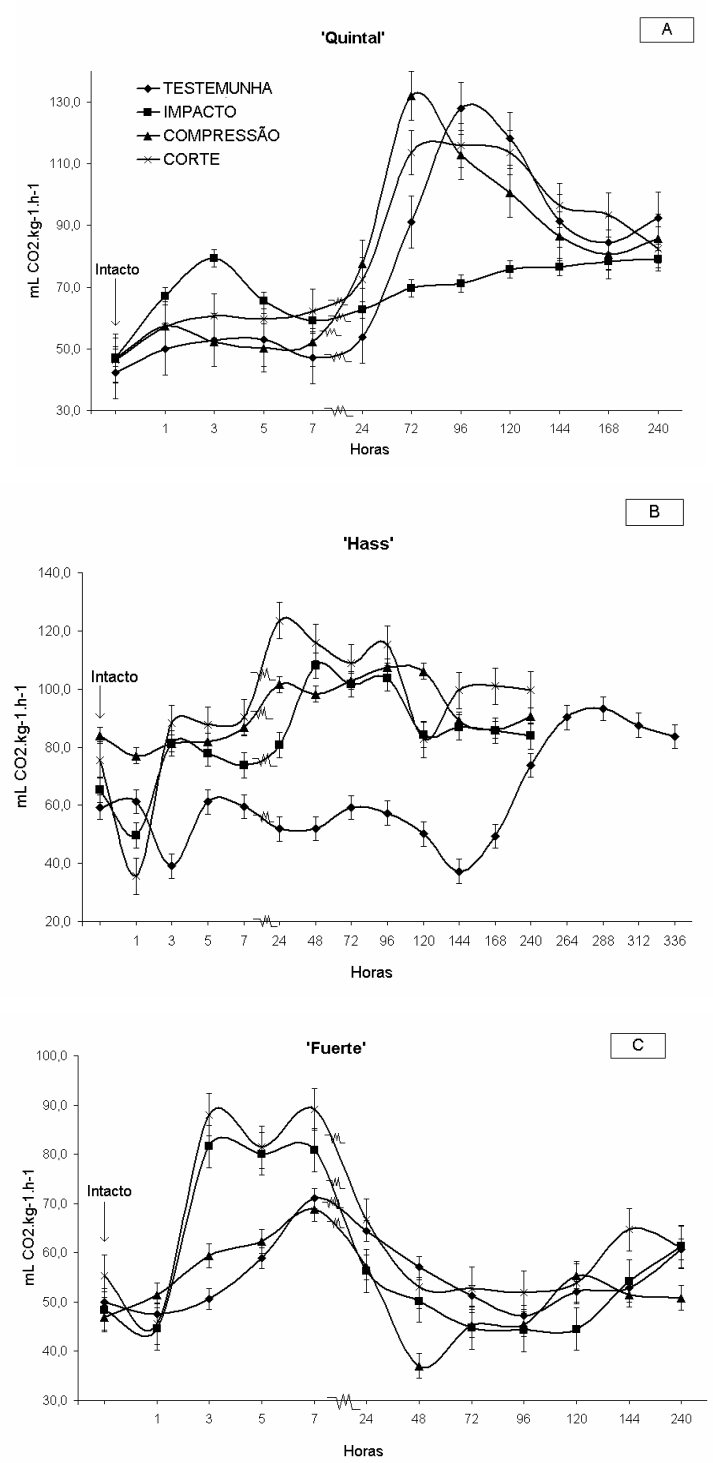


FIGURA 9. Atividade respiratória em abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

Estes resultados reafirmam os encontrados por MATTIUZ & DURIGAN (2001b), que também observaram aumento na intensidade respiratória de frutos injuriados de goiabas quando comparados aos frutos não injuriados. Estes autores também relataram que a injúria por impacto foi a que levou à maior intensidade respiratória. BURTON & SCHULTE-PASON (1987) também relataram aumento na evolução de CO_2 em cerejas submetidas a várias intensidades de impacto. Estes autores atribuíram esse incremento à descarboxilação do ácido málico, que teria extravasado das células danificadas no local de ocorrência das injúrias. Injúrias por impacto também foram responsáveis por aumentos na atividade respiratória de tomates (McLOAD et al., 1976) e de laranjas (PARKER et al., 1984).

A polpa dos abacates de todas as cultivares apresentou firmeza maior que 127,40 N no primeiro dia e redução desta firmeza durante o período de armazenamento (Tabela 4), com os frutos do Testemunha e as partes não lesionadas apresentando maior firmeza que as partes lesionadas. Na cultivar Quintal, os frutos submetidos aos tratamentos injuriantes sempre apresentaram menor firmeza que os do Testemunha e a intensidade deste amolecimento foi maior nos submetidos ao Corte, seguidos pelos submetidos ao Impacto e Compressão.

Os abacates ‘Hass’ (Tabela 4), apresentaram-se mais firmes que os da ‘Quintal’, com os do Testemunha e da Compressão não apresentando alteração na firmeza até o 6º dia de armazenamento, quando iniciaram intenso amolecimento. Nos lesionados por Impacto e Corte esta redução iniciou-se a partir do 1º dia à aplicação dos tratamentos e sempre foram mais intensas.

Os frutos da cultivar Fuerte se mostraram menos firmes que os da ‘Quintal’, e com redução drástica nos primeiros três dias de armazenamento, sendo que os do Testemunha apresentaram maior firmeza, seguidos pelos injuriados pela Compressão, Impacto e Corte, como os abacates ‘Hass’ e ‘Quintal’ (Tabela 4).

TABELA 4. Firmeza (Newtons) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	> 127,40 Aa	127,40 Aa	10,78 Ba	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	127,40 Aa	9,80 Ba	0,00 Ca
Compressão				
Lesionada	> 127,40 Aa	105,15 Bb	0,00 Cb	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	103,88 Bb	0,00 Cb	0,00 Ca
Corte				
Lesionada	> 127,40 Aa	34,30 Be	0,00 Cb	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	47,04 Bd	0,00 Cb	0,00 Ca
Impacto				
Lesionada	> 127,40 Aa	47,04 Bd	0,00 Cb	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	88,20 Bc	0,00 Cb	0,00 Ca
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	> 127,40 Aa	127,40 Aa	120,87 Aa	9,73 Ba
Não lesionada	> 127,40 Aa	127,40 Aa	127,40 Aa	13,07 Ba
Compressão				
Lesionada	> 127,40 Aa	118,25 Aa	118,25 Aa	9,15 Ba
Não lesionada	> 127,40 Aa	127,40 Aa	120,87 Aa	26,12 Ba
Corte				
Lesionada	> 127,40 Aa	45,73 Bb	7,51 Cc	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	42,47 Bb	2,94 Cc	0,00 Ca
Impacto				
Lesionada	> 127,40 Aa	114,33 Aa	20,25 Bbc	1,63 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	107,80 Aa	35,61 Bb	0,00 Ca
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	> 127,40 Aa	32,34 Ba	16,66 Ca	3,23 Da
Não lesionada	> 127,40 Aa	32,34 Ba	16,66 Ca	4,90 Da
Compressão				
Lesionada	> 127,40 Aa	19,89 Bbc	9,80 Cbc	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	11,07 Bc	5,59 BCbc	0,00 Ca
Corte				
Lesionada	> 127,40 Aa	14,01 Bbc	7,15 BCbc	3,23 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	23,52 Bab	7,15 Cbc	1,27 Ca
Impacto				
Lesionada	> 127,40 Aa	15,39 Bbc	7,55 BCbc	0,00 Ca
Não lesionada	> 127,40 Aa	24,79 Bab	0,98 Cc	0,69 Ca

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

MATTIUZ & DURIGAN (2001a) e KASAT (2004) verificaram que goiabas e pêssegos injuriados por impacto apresentaram menor firmeza que os submetidos às demais injúrias. Talvez, com a magnitude desta injúria, tenha ocorrido o rompimento das células nos locais de aplicação e conseqüente extravasamento de líquido celular e perda de estruturação das células (KAYS, 1991), com reflexos em todo o fruto.

Comparando-se, em abacates ‘Quintal’, a evolução da luminosidade do exocarpo nas áreas lesionadas com as não lesionadas, ao longo do período de armazenamento (Tabela 5), observa-se que as lesionadas por Compressão apresentaram-se mais escurecidas no início do armazenamento, que se reduziu com o tempo, o que também foi observado quanto à aparência (Figura 3). Os frutos dos outros tratamentos e as áreas não lesionadas também apresentaram redução na luminosidade nos primeiros três dias, que voltou a aumentar, durante o período de armazenamento.

A luminosidade do exocarpo dos abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’, tanto das áreas lesionadas como das não lesionadas, reduziu-se durante o período de armazenamento (Tabela 5). Os frutos que receberam as lesões apresentaram-se mais escurecidas observando-se a seqüência de intensidade, Impacto, Compressão e Corte, sem diferirem significativamente entre si.

DURIGAN (2003) também verificou que em mangas ‘Palmer’ e ‘Keitt’ a luminosidade da casca não foi afetada pelas diferentes injúrias. Em goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato a área injuriada apresentou-se mais escura nos frutos submetidos a impacto, compressão e corte (MATTIUZ & DURIGAN, 2001a). O aparecimento de coloração marrom-escuro (“browning”), pode ser devido ao rompimento das células, com extravasamento de líquido celular e sua conseqüente exposição à ação enzimática, o que promove a oxidação de compostos fenólicos a quinonas, levando ao aparecimento destes pigmentos (RADI et al., 1997). SAMIM & BANKS (1993) também observaram que as áreas injuriadas de maçãs ‘Granny Smith’ se tornavam mais escuras que as regiões controle.

TABELA 5. Luminosidade do exocarpo de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)				
	1	3	6	8	Média
			‘Quintal’		
Testemunha					
Lesionada	48,83	42,93	41,40	42,28	43,86 a
Não lesionada	49,53	44,23	43,98	46,80	46,14 a
Compressão					
Lesionada	41,40	41,35	42,15	44,53	42,36 a
Não lesionada	45,45	45,18	44,60	46,15	45,35 a
Corte					
Lesionada	49,75	44,60	45,35	48,93	47,16 a
Não lesionada	49,95	44,15	45,18	47,90	46,80 a
Impacto					
Lesionada	48,93	43,28	43,08	44,53	44,96 a
Não lesionada	49,28	43,40	43,53	46,30	45,63 a
Média	47,89 A	43,64 B	43,66 B	45,93 AB	---
			‘Hass’		
Testemunha					
Lesionada	39,32	37,80	36,27	32,38	36,44 a
Não lesionada	38,42	36,93	35,27	31,67	35,57 ab
Compressão					
Lesionada	33,93	32,83	30,83	28,13	31,43 de
Não lesionada	33,90	34,72	32,12	28,93	32,42 cde
Corte					
Lesionada	34,25	29,37	24,45	24,73	28,20 f
Não lesionada	35,07	30,48	28,88	26,98	30,35 ef
Impacto					
Lesionada	39,50	34,97	32,85	30,75	34,52 abc
Não lesionada	36,75	33,98	31,42	30,22	33,09 bcd
Média	36,39 A	33,89 B	31,51 C	29,22 D	---
			‘Fuerte’		
Testemunha					
Lesionada	39,7	40,8	41,0	40,6	40,5 a
Não lesionada	39,5	40,1	40,3	39,4	39,8 ab
Compressão					
Lesionada	36,4	36,6	36,2	34,4	35,9 cd
Não lesionada	39,0	39,5	39,9	39,5	39,5 ab
Corte					
Lesionada	35,3	35,6	34,2	32,9	34,5 d
Não lesionada	36,9	37,4	37,5	35,7	36,9 c
Impacto					
Lesionada	40,6	40,1	37,0	33,5	37,8 bc
Não lesionada	41,0	41,8	41,7	40,6	41,3 a
Média	38,6 A	39,0 A	38,5 A	37,1 B	---

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

A evolução da cor da parte externa dos abacates foi medida com o ângulo hue ou de cor, o que é mostrado na Tabela 6. Os valores determinados em abacates ‘Quintal’, durante o período de armazenamento, permite deixar observador que a cor verde se manteve mais escura nos primeiros 6 dias de armazenamento, para depois se tornar mais clara no último dia, com exceção dos abacates submetidos a Compressão, tanto a parte lesionada como a não lesionada, que no primeiro dia de armazenamento apresentou-se como verde mais clara.

Na Tabela 6 também é mostrada a evolução dos valores do ângulo de cor da casca dos frutos de abacates ‘Hass’, permitindo observar que a cor foi se tornando cada vez mais arroxeada até o 6° dia de amadurecimento, e se tornou roxa escura, independentemente da injúria.

As áreas não lesionadas dos frutos da ‘Fuerte’ apresentaram pequenas diferenças ao longo do período de armazenamento, não indicando mudança significativa na cor verde, com exceção da parte não lesionada dos frutos submetidos aos Cortes, que se tornaram verde mais claro. As áreas lesionadas pelos tratamentos injuriantes apresentaram coloração verde mais clara, no oitavo dia de armazenamento, o que também foi o observado para limas ácidas ‘Tahiti’ (DURIGAN, et al., 2005).

Em goiabas, MATTIUZ & DURIGAN (2001a) constataram que as mudanças no ângulo de cor foram mais rápidas nos frutos que sofreram injúrias mecânicas. Segundo estes autores, as injúrias levaram a alteração no processo metabólico dessas regiões e como conseqüência, a irregularidade no amadurecimento. DURIGAN (2003), quando submeteu mangas a injúrias mecânicas, não observou durante o armazenamento, diferenças entre o ângulo de cor das áreas injuriadas e não injuriadas.

TABELA 6. Ângulo de cor do exocarpo de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	123,76 Aa	124,25 Aa	126,59 Aa	115,87 Bab
Não lesionada	124,55 Aa	124,46 Aa	122,64 Aab	119,58 Aa
Compressão				
Lesionada	107,99 Bb	120,86 Aa	118,32 Ab	117,05 Aab
Não lesionada	110,83 Bb	120,86 Aa	118,80 Ab	116,39 ABab
Corte				
Lesionada	123,51 Aa	122,11 Aa	118,80 ABb	114,01 Bab
Não lesionada	123,12 Aa	122,85 Aa	119,59 ABb	116,00 Bab
Impacto				
Lesionada	123,17 Aa	121,68 Aa	117,68 ABb	112,64 Bb
Não lesionada	123,76 Aa	122,37 Aa	119,64 ABb	116,07 Bab
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	130,06 ABab	126,43 ABb	119,46 Bb	134,03 Ab
Não lesionada	128,86 ABab	121,34 BCb	118,16 Cb	132,82 Ab
Compressão				
Lesionada	129,93 Cab	176,57 Ba	179,13 Ba	236,50 Aa
Não lesionada	119,44 Cb	175,77 Ba	178,98 Ba	239,68 Aa
Corte				
Lesionada	136,29 Ca	174,53 Ba	179,03 Ba	239,08 Aa
Não lesionada	135,47 Ca	174,37 Ba	179,18 Ba	239,02 Aa
Impacto				
Lesionada	134,26 Ca	170,00 Ba	179,15 Ba	238,80 Aa
Não lesionada	132,71 Ca	175,32 Ba	179,28 Ba	238,30 Aa
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	134,7 Aa	131,4 Aa	133,3 Aa	128,8 Aa
Não lesionada	134,1 Aa	130,4 Aa	128,7 Aa	130,3 Aa
Compressão				
Lesionada	136,0 ABa	137,6 Aa	125,8 ABa	123,8 Ba
Não lesionada	134,0 Aa	130,9 Aa	130,0 Aa	130,4 Aa
Corte				
Lesionada	135,2 Aa	135,9 Aa	126,9 ABa	117,3 Bab
Não lesionada	135,3 Aa	134,5 ABa	132,9 ABa	122,5 Ba
Impacto				
Lesionada	136,7 Aa	128,4 ABa	119,5 Ba	103,5 Cb
Não lesionada	137,2 Aa	132,0 Aa	130,6 Aa	127,3 Aa

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

A cromaticidade do exocarpo dos abacates ‘Quintal’, em todos os tratamentos, apresentou-se com redução ao longo do período de armazenamento (Tabela 7), o que não foi influenciado pelas lesões.

A cromaticidade do exocarpo dos abacates ‘Hass’ indicou redução na intensidade dos pigmentos até o 6º dia e aumento a partir desta data (Tabela 7). Esta redução na cromaticidade e o aumento nos valores do ângulo de cor revelam que houve degradação da clorofila, seguida de síntese do pigmento roxo durante o período de senescência.

TABELA 7. Cromaticidade do exocarpo de abacates ‘Quintal’ e ‘Hass’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	62,60 Aa	31,32 Ba	25,31 BCa	24,24 Cb
Não lesionada	62,77 Aa	30,66 Ba	26,87 Ba	31,38 Bab
Compressão				
Lesionada	49,99 Aa	29,85 Ba	25,53 Ba	29,01 Bab
Não lesionada	50,49 Aa	33,11 Ba	29,44 Ba	31,92 Bab
Corte				
Lesionada	62,47 Aa	31,06 Ba	28,81 Ba	34,29 Ba
Não lesionada	63,31 Aa	32,04 Ba	30,24 Ba	33,25 Ba
Impacto				
Lesionada	60,74 Aa	29,83 Ba	26,49 Ba	27,49 Bab
Não lesionada	61,66 Aa	30,73 Ba	27,88 Ba	30,88 Bab
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	18,76 Ba	15,99 Ba	14,13 Bb	78,57 Aa
Não lesionada	18,14 Ba	16,38 Ba	12,16 Bb	79,45 Aa
Compressão				
Lesionada	9,28 Cb	23,95 Ba	31,07 Ba	62,34 Abc
Não lesionada	10,84 Dab	23,60 Ca	34,40 Ba	62,15 Abc
Corte				
Lesionada	12,20 Dab	21,70 Ca	32,07 Ba	56,30 Ac
Não lesionada	13,39 Dab	21,33 Ca	32,75 Ba	58,74 Abc
Impacto				
Lesionada	18,17 Ca	23,42 Ca	32,17 Ba	65,74 Ab
Não lesionada	15,63 Dab	24,27 Ca	32,32 Ba	64,32 Abc

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

As áreas lesionadas por Impacto, Compressão e Corte dos abacates ‘Fuerte’ apresentaram cromaticidade menor que nos do Testemunha e nas áreas não lesionadas (Tabela 8). Este efeito, associado aos resultados de luminosidade e ângulo de cor indica que deve ter havido menor degradação da clorofila nas partes lesionadas, como resultado da desorganização celular, como o observado para a cultivar Quintal.

Em mangas, DURIGAN (2003) verificou que a cromaticidade da casca aumentou durante o período de armazenamento, com exceção dos frutos que receberam impacto e compressão. MATTIUZ & DURIGAN (2001a) também verificaram redução na cromaticidade em frutos de goiaba injuriados.

TABELA 8. Cromaticidade do exocarpo de abacates ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (24℃ e 60% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)				
	1	3	6	8	Média
Testemunha					
Lesionada	19,9	21,9	20,2	24,5	21,6 a
Não lesionada	18,4	19,1	20,6	20,0	19,5 ab
Compressão					
Lesionada	15,2	13,5	13,7	11,0	13,4 cd
Não lesionada	17,9	18,9	18,5	20,0	18,8 ab
Corte					
Lesionada	12,9	11,6	8,2	9,2	10,5 d
Não lesionada	15,5	13,8	14,4	14,1	14,5 cd
Impacto					
Lesionada	16,2	16,5	9,5	6,6	12,2 d
Não lesionada	15,8	18,9	15,9	18,7	17,3 bc
Média	16,5 A	16,8 A	15,1 A	15,5 A	---

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Comparando-se a evolução da luminosidade da polpa nas áreas lesionadas e não lesionadas dos frutos ‘Quintal’ e ‘Hass’, ao longo do período de armazenamento, observa-se que a partir do 3º dia, somente a área lesionada pelo Corte apresentou-se mais escura (Tabela 9). Nos frutos da cultivar Fuerte, além da região do Corte, as áreas lesionadas por Impacto e Compressão também apresentaram menor luminosidade.

Na Tabela 10 são mostrados os valores do ângulo de cor da polpa dos abacates. Observa-se que esta cor nos frutos das cultivares Quintal e Fuerte tornou-se amarela mais intensa durante o período de armazenamento, com exceção das regiões

lesionadas pelos Cortes, que apresentaram cor esverdeada até o final do período de armazenamento. A evolução da cromaticidade da polpa não foi afetada pelas lesões produzidas, com exceção das partes lesionadas pelos Cortes, na cultivar Quintal, e pelo Impacto na cultivar Fuerte, em que as partes injuriadas apresentaram menor cromaticidade (Tabela 11).

Para os abacates ‘Hass’, os valores do ângulo de cor da polpa indicam que a cor passou de amarela para amarelo-esverdeada, ao longo do período de armazenamento, conforme pode ser observado na Tabela 10, enquanto que a cromaticidade aumentou em todos os tratamentos, com exceção das partes lesionadas pelo Corte, que apresentaram menor cromaticidade que os demais tratamentos (Tabela 11).

TABELA 9. Luminosidade da polpa de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	90,80 Aa	82,50 Ba	81,23 Ba	81,70 Ba
Não lesionada	90,83 Aa	81,80 Bab	81,23 Ba	80,83 Ba
Compressão				
Lesionada	90,80 Aa	83,73 Ba	80,50 Ba	79,43 Ba
Não lesionada	90,83 Aa	81,73 Bab	80,40 Ba	76,60 Bab
Corte				
Lesionada	90,80 Aa	53,97 Bc	53,63 Bb	47,17 Cc
Não lesionada	90,83 Aa	72,20 Cb	78,13 Ba	80,77 Ba
Impacto				
Lesionada	90,80 Aa	75,47 Cab	81,83 Ba	71,57 Cb
Não lesionada	90,83 Aa	79,50 Bab	81,47 Ba	78,80 Ba
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	62,33 Ca	81,63 Aa	70,07 Ba	79,03 Aa
Não lesionada	63,30 Ba	83,10 Aa	69,87 Ba	80,17 Aa
Compressão				
Lesionada	62,33 Ba	81,57 Aa	67,37 Ba	78,83 Aa
Não lesionada	63,30 Ba	82,10 Aa	69,57 Ba	78,47 Aa
Corte				
Lesionada	62,33 Ba	80,87 Aa	52,13 Cb	53,67 Cb
Não lesionada	63,30 Ba	78,73 Aa	66,53 Ba	77,43 Aa
Impacto				
Lesionada	62,33 Ca	65,70 BCb	69,43 Ba	79,37 Aa
Não lesionada	63,30 Ba	83,70 Aa	67,87 Ba	79,73 Aa
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	84,30 Aa	82,97 Aa	81,70 Aa	83,37 Aa
Não lesionada	84,40 Aa	83,07 Aa	80,60 Aab	80,67 Aa
Compressão				
Lesionada	84,30 Aa	66,43 Bb	51,77 Ccd	56,67 BCb
Não lesionada	84,40 Aa	82,50 Aa	81,53 Aa	84,40 Aa
Corte				
Lesionada	84,30 Aa	48,07 Bc	43,53 Bd	52,03 Bb
Não lesionada	84,40 Aa	83,87 Aa	65,77 Bbc	82,20 Aa
Impacto				
Lesionada	84,30 Aa	70,93 Bab	53,13 Ccd	50,67 Cb
Não lesionada	84,40 Aa	83,33 Aa	80,50 Aab	79,43 Aa

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

TABELA 10. Ângulo de cor da polpa de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	112,94 Aa	104,66 Bbc	100,26 BCb	97,97 Cb
Não lesionada	112,48 Aa	103,66 Bbc	100,26 Bb	99,55 Bb
Compressão				
Lesionada	112,94 Aa	102,49 Bc	102,63 Bb	96,57 Cb
Não lesionada	112,48 Aa	107,11 ABbc	102,32 Bb	102,00 Bb
Corte				
Lesionada	112,94 Aa	115,36 Aa	117,44 Aa	113,04 Aa
Não lesionada	112,48 Aa	114,71 Aa	96,86 Bb	101,14 Bb
Impacto				
Lesionada	112,94 Aa	100,85 Bc	96,97 Bb	95,94 Bb
Não lesionada	112,48 Aa	109,83 Aab	99,57 Bb	100,71 Bb
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	97,30 Da	105,48 Cabc	124,71 Aa	117,99 Ba
Não lesionada	97,38 Da	104,32 Cbc	123,50 Aa	118,51 Ba
Compressão				
Lesionada	97,30 Da	103,77 Cbc	124,40 Aa	117,74 Ba
Não lesionada	97,38 Da	104,71 Cbc	124,93 Aa	117,60 Ba
Corte				
Lesionada	97,30 Da	102,14 Cc	127,87 Aa	121,85 Ba
Não lesionada	97,38 Ca	110,63 Ba	122,87 Aa	118,94 Aa
Impacto				
Lesionada	97,30 Da	103,13 Cc	125,43 Aa	119,05 Ba
Não lesionada	97,38 Da	109,32 Cab	125,59 Aa	118,10 Ba
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	103,33 Aa	102,43 Abcd	102,32 Ab	107,97 Ab
Não lesionada	104,34 Aa	105,12 Abc	104,87 Ab	108,02 Ab
Compressão				
Lesionada	103,33 Aa	98,44 Acd	90,88 Bc	99,18 Ac
Não lesionada	104,34 Aa	108,57 Ab	102,83 Ab	107,96 Ab
Corte				
Lesionada	103,33 Ca	119,31 Ba	126,38 Aa	126,34 Aa
Não lesionada	104,34 Aa	106,69 Ab	104,61 Ab	109,20 Ab
Impacto				
Lesionada	103,33 Aa	97,62 ABd	90,28 Cc	95,61 BCc
Não lesionada	104,34 Ba	106,26 Bb	104,77 Bb	113,03 Ab

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

TABELA 11. Cromaticidade da polpa de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	99,61 Aa	54,46 Bab	46,19 Ca	46,47 Cab
Não lesionada	100,37 Aa	57,35 Ba	46,19 Ca	46,16 Cab
Compressão				
Lesionada	99,61 Aa	51,76 Bb	46,64 Ca	50,58 BCa
Não lesionada	100,37 Aa	49,92 Bb	46,09 Ba	48,36 Ba
Corte				
Lesionada	99,61 Aa	42,75 Bc	43,56 Ba	36,53 Cc
Não lesionada	100,37 Aa	51,33 Bb	48,21 BCa	46,16 Cab
Impacto				
Lesionada	99,61 Aa	52,62 Bab	46,14 Ca	42,70 Cb
Não lesionada	100,37 Aa	52,19 Bb	47,35 Ca	47,50 Cab
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	85,23 Ca	43,97 Da	92,79 Ba	141,62 Aa
Não lesionada	86,10 Ba	43,17 Ca	92,41 Ba	143,78 Aa
Compressão				
Lesionada	85,23 Ba	44,44 Ca	90,95 Ba	140,86 Aa
Não lesionada	86,10 Ba	42,92 Ca	92,95 Ba	140,32 Aa
Corte				
Lesionada	85,23 Ba	41,87 Ca	78,99 Bb	107,72 Ab
Não lesionada	86,10 Ba	44,66 Ca	90,61 Ba	139,06 Aa
Impacto				
Lesionada	85,23 Ba	27,81 Cb	91,19 Ba	143,00 Aa
Não lesionada	86,10 Ba	39,21 Ca	91,30 Ba	142,83 Aa
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	35,56 Aa	27,72 Bb	32,85 ABa	35,94 Aab
Não lesionada	34,38 Aa	30,97 Aab	33,24 Aa	36,79 Aab
Compressão				
Lesionada	35,56 Aa	27,97 Bb	27,17 Ba	24,06 Bc
Não lesionada	34,38 Aa	36,89 Aa	32,22 Aa	33,82 Aab
Corte				
Lesionada	35,56 Aa	24,26 Cb	28,45 BCa	33,45 ABab
Não lesionada	34,38 Bba	30,65 Bab	29,49 Bb	40,81 Aa
Impacto				
Lesionada	35,56 Aa	30,24 Aab	17,10 Bb	17,42 Bc
Não lesionada	34,38 Aa	30,81 Aab	34,18 Aa	32,19 Ab

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

A acidez titulável da polpa variou em relação as cultivares, sendo que os frutos da 'Fuerte' apresentaram o dobro de acidez (0,111 – 0,114 g de ác. cítrico.100g^{-1}) enquanto que os frutos da 'Quintal' e 'Hass' apresentaram 0,06 - 0,05 g de ác. cítrico.100g^{-1} e 0,038 – 0,040 g de ác. cítrico.100g^{-1}, respectivamente. Os resultados encontrados neste trabalho foram bem inferiores aos relatados por BLEINROTH & CASTRO (1992). A acidez titulável de todos os tratamentos aumentou até o 3º dia de armazenamento, nos frutos das cultivares Quintal e Fuerte, e até o 6º dia nos frutos da 'Hass', para diminuir em seguida e estabilizar-se, independentemente da injúria (Tabela 12). O aumento da acidez titulável pode ser atribuído ao aumento na respiração típica do processo climatérico e a diminuição na acidez titulável deve-se à desaceleração no processo respiratório (KAYS, 1991).

Observa-se ainda, na Tabela 12, que as partes lesionadas e as não lesionadas apresentaram o mesmo comportamento, com exceção das áreas lesionadas pelo Corte e Compressão, da cultivar Fuerte, que apresentaram maiores valores, o que difere de outros autores que encontraram menor conteúdo de acidez em frutos de tomates, goiabas, mangas, pêssegos e limas ácidas, submetidos a diferentes injúrias (MORETTI, 1998; MATTIUZ & DURIGAN, 2001b; DURIGAN, 2003; KASAT, 2004, DURIGAN, et al., 2005).

TABELA 12. Acidez titulável (g de ácido cítrico $100g^{-1}$) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	0,061 Ca	0,126 Aa	0,087 Bab	0,101 ABa
Não lesionada	0,053 Ca	0,125 Aa	0,082 Bab	0,102 Ba
Compressão				
Lesionada	0,061 Ca	0,127 Aa	0,099 Ba	0,078 BCabc
Não lesionada	0,053 Ca	0,131 Aa	0,083 Bab	0,081 Babc
Corte				
Lesionada	0,061 Ca	0,131 Aa	0,086 Bab	0,079 BCabc
Não lesionada	0,053 Ba	0,117 Aabc	0,064 Bc	0,068 Bc
Impacto				
Lesionada	0,061 Ba	0,108 Abc	0,053 Bc	0,061 Bc
Não lesionada	0,053 Ba	0,100 Ac	0,058 Bc	0,074 Bc
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	0,041 Ba	0,064 Aa	0,079 Aab	0,079 Aa
Não lesionada	0,038 Ca	0,041 BCab	0,087 Aa	0,059 Bab
Compressão				
Lesionada	0,041 Aa	0,056 Aab	0,057 Abc	0,047 Ab
Não lesionada	0,038 Aa	0,045 Aab	0,054 Ac	0,050 Ab
Corte				
Lesionada	0,040 Ba	0,036 Bb	0,050 ABc	0,064 Aab
Não lesionada	0,038 Ba	0,039 Bab	0,053 ABc	0,066 Aab
Impacto				
Lesionada	0,041 Ba	0,052 ABab	0,064 Aabc	0,044 ABb
Não lesionada	0,038 Ba	0,034 Bb	0,069 Aabc	0,046 Bb
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	0,114 Ba	0,180 Aab	0,109 Bab	0,109 Bb
Não lesionada	0,111 Ba	0,160 Abcd	0,105 Bab	0,103 Bb
Compressão				
Lesionada	0,114 Ba	0,178 Aabc	0,118 Ba	0,112 Bb
Não lesionada	0,111 Ba	0,147 Ad	0,111 Bab	0,094 Bb
Corte				
Lesionada	0,114 Ca	0,195 Aa	0,118 Ca	0,168 Ba
Não lesionada	0,111 Ba	0,151 Acd	0,089 Bb	0,109 Bb
Impacto				
Lesionada	0,114 BCa	0,180 Aab	0,130 Ba	0,105 Cb
Não lesionada	0,111 Ba	0,146 Ad	0,089 Bb	0,089 Bb

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

Os conteúdos de sólidos solúveis da polpa dos frutos são mostrados na Tabela 13. Vale ressaltar que a extração do suco da polpa dos frutos foi difícil e o extraído teve que ser diluído em água para permitir a determinação. Para os frutos da cultivar Hass não foi possível a determinação deste parâmetro no primeiro dia de armazenamento, pois não se conseguiu efetuar a extração.

Observa-se na Tabela 13, que os teores de sólidos solúveis dos frutos da ‘Quintal’ foram superiores aos da ‘Hass’ e ‘Fuerte', indicando gosto mais adocicado que as demais. Observa-se ainda, que os frutos da ‘Quintal’ apresentaram tendência de redução nestes teores. Nos frutos submetidos ao Corte, a parte não lesionada não apresentou este aumento e os teores foram mais altos nas partes lesionadas. Os frutos da ‘Fuerte’ também apresentaram tendência de aumento nos teores de sólidos solúveis, durante o período de armazenamento.

Nos abacates ‘Hass’ também houve tendência de aumento neste parâmetro, após o 6º dia de armazenamento, com os frutos lesionados por Cortes apresentando os maiores valores no oitavo dia (Tabela 13).

MATTIUZ & DURIGAN (2001b) verificaram que em goiabas, o conteúdo de sólidos solúveis foi menor nos frutos lesionados por impacto, compressão e corte e que as menores médias foram encontradas em goiabas submetidas ao impacto, levando estas frutas a uma maior perda de qualidade. DURIGAN (2003) relatou que a evolução nos teores de sólidos solúveis em mangas não foi afetada pelas diferentes injúrias mas que o aumento nas partes intactas foi menor que nas lesionadas. Já KASAT (2004) não verificou diferenças na evolução dos sólidos solúveis em pêssegos injuriados mecanicamente.

TABELA 13. Sólidos solúveis (°Brix) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25°C e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuerte’: 24°C e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	7,76 Aa	8,46 Aab	6,72 Babc	6,96 Bab
Não lesionada	7,91 Aa	8,12 Aab	6,89 Babc	6,96 Bab
Compressão				
Lesionada	7,76 Aa	7,99 Abc	6,86 Babc	6,72 Bab
Não lesionada	7,91 ABa	8,12 Aab	7,29 BCab	7,16 Cab
Corte				
Lesionada	7,76 ABa	8,26 Aab	7,52 Ba	7,49 Ba
Não lesionada	7,91 Aa	7,26 ABc	6,32 Bc	6,56 ABb
Impacto				
Lesionada	7,76 Ba	8,89 Aa	6,52 Cbc	6,82 Cab
Não lesionada	7,91 Ba	8,69 Aab	6,82 Cabc	6,92 Cab
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	-	3,46 BCabc	2,82 Cb	4,39 Aabc
Não lesionada	-	3,56 Aabc	3,76 Aab	4,42 Aab
Compressão				
Lesionada	-	3,42 Abc	3,49 Aab	4,42 Aab
Não lesionada	-	3,49 Babc	3,56 Bab	4,66 Aab
Corte				
Lesionada	-	2,69 Bc	2,96 Bb	4,72 Aab
Não lesionada	-	3,02 Bbc	3,12 Bb	5,19 Aa
Impacto				
Lesionada	-	3,76 Aabc	4,52 Aa	3,62 Abc
Não lesionada	-	4,09 Aab	4,06 Aab	3,02 Ac
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	3,56 Aa	5,96 Aa	4,82 Aab	5,56 Aa
Não lesionada	2,96 Ba	6,09 Aa	6,36 Aab	4,86 ABa
Compressão				
Lesionada	3,56 Ba	4,56 ABa	4,96 ABab	6,36 Aa
Não lesionada	2,96 Ba	6,56 Aa	5,36 ABab	5,89 Aa
Corte				
Lesionada	3,56 Aa	3,56 Aa	3,96 Ab	4,32 Aa
Não lesionada	2,96 Ba	4,76 ABa	3,56 Bb	6,26 Aa
Impacto				
Lesionada	3,56 Aa	4,96 Aa	4,36 Aab	4,36 Aa
Não lesionada	2,96 Ca	3,96 BCa	7,16 Aa	6,42 ABa

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Os conteúdos de amido nos abacates ‘Hass’ apresentaram-se em maior quantidade, seguidos dos das ‘Fuerte’ e ‘Quintal’ (Tabela 14).

O amido nos abacates ‘Quintal’ aumentou até o terceiro dia, em todos os tratamentos (Tabela 14). Deve-se deixar observado a menor intensidade nos frutos do Testemunha e a continuidade deste aumento até o 6º dia nos frutos que sofreram Compressão. Após este aumento, os teores diminuíram rapidamente.

Os conteúdos deste carboidrato na polpa dos abacates ‘Hass’ não lesionados também apresentaram aumento até o 3º dia, para depois se reduzirem. As partes lesionadas por Corte e as do Testemunha apresentaram aumento até o sexto dia de armazenamento. Nos frutos da ‘Fuerte’ também houve aumento nestes teores, durante o período de armazenamento, sendo que nos do tratamento Testemunha e Corte aconteceu até o terceiro dia, enquanto que nos do Impacto e Compressão até o sexto dia, antes de declinar (Tabela 14).

TABELA 14. Teor de amido (g 100 g^{-1}) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	0,83 Ba	1,17 Aef	0,91 Bbc	0,86 Ba
Não lesionada	0,86 Aa	1,01 Af	0,87 Ac	0,91 Aa
Compressão				
Lesionada	0,83 Ba	1,08 Af	1,11 Aab	0,94 ABa
Não lesionada	0,86 Ba	1,33 Ade	0,93 Bbc	0,89 Ba
Corte				
Lesionada	0,83 Da	1,92 Aa	1,03 Babc	0,97 CBa
Não lesionada	0,86 Ba	1,51 Ade	0,86 Bc	0,88 Ba
Impacto				
Lesionada	0,83 Ca	1,61 Abc	1,16 Ba	0,91 Ca
Não lesionada	0,86 Ba	1,74 Aab	0,96 Babc	0,93 Ba
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	1,17 Ca	1,42 ABab	1,48 Ab	1,30 BCab
Não lesionada	1,26 Ba	1,54 Aab	1,39 Bb	1,29 Bab
Compressão				
Lesionada	1,17 Ba	1,38 Ab	1,36 Abc	1,30 Bab
Não lesionada	1,26 Ca	1,49 Aab	1,42 ABb	1,28 Cb
Corte				
Lesionada	1,17 Ca	1,58 Ba	1,95 Aa	1,57 Ba
Não lesionada	1,26 Ba	1,56 Aab	1,36 Bbc	1,23 Bb
Impacto				
Lesionada	1,17 Ba	1,54 Aab	1,20 Bc	1,18 Bb
Não lesionada	1,26 Ca	1,55 Aab	1,45 ABb	1,31 Cab
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	1,04 Ca	1,61 Aa	1,24 Bab	0,92 Cab
Não lesionada	1,00 Ca	1,75 Aa	1,28 Bab	0,94 Cab
Compressão				
Lesionada	1,04 Ba	0,90 BCc	1,32 Aab	0,81 Cabc
Não lesionada	1,00 Ba	0,88 BCc	1,44 Aa	0,76 Cbc
Corte				
Lesionada	1,04 Ba	1,36 Ab	0,97 Bc	0,68 Cc
Não lesionada	1,00 Ba	1,39 Ab	1,14 Bbc	1,00 Ba
Impacto				
Lesionada	1,04 Aa	0,87 Ac	0,97 Ac	0,88 Aabc
Não lesionada	1,00 ABa	0,89 Bc	1,14 Abc	0,91 Bab

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Os carboidratos solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, pelo “flavor”, através do balanço com os ácidos, pela cor atrativa, como derivados das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os frutos da cultivar Quintal apresentaram maiores quantidades de carboidratos solúveis e redutores, seguidos da ‘Hass’ e ‘Fuerte’ (Tabelas 15 e 16).

Os teores de carboidratos solúveis e redutores nos abacates ‘Quintal’, do Testemunha e do Compressão apresentaram aumento até o terceiro dia, com posterior redução. Os submetidos ao Corte e ao Impacto apresentaram redução durante este período (Tabelas 15 e 16). Estes teores de carboidratos, no abacate ‘Hass’, foram menores no terceiro dia de armazenamento com posterior aumento, sendo que os frutos submetidos ao Corte apresentaram os maiores valores no oitavo dia para os carboidratos solúveis e no sexto dia para os redutores. Os carboidratos redutores nos frutos injuriados por Compressão, Impacto e Corte apresentaram-se maiores no sexto dia, com posterior redução e nos solúveis, os injuriados pela Compressão e Corte foram maiores no terceiro dia. MATTIUZ & DURIGAN (2001b), não encontraram diferenças significativas no efeito de injúrias mecânicas em goiabas sobre os carboidratos redutores e também encontraram decréscimo ao longo do período de armazenamento, o que segundo estes autores pode ser devido a aumento na atividade respiratória.

TABELA 15. Carboidratos solúveis (g 100 g^{-1}) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	3,89 Aa	4,10 Aabc	2,54 Bb	2,31 Ba
Não lesionada	3,90 Aa	3,89 Aabcd	3,46 ABa	2,77 Ba
Compressão				
Lesionada	3,89 Aa	4,39 Aab	2,72 Bab	2,71 Ba
Não lesionada	3,90 BCa	4,62 Aa	3,32 BCab	3,05 Ca
Corte				
Lesionada	3,89 Aa	3,15 Bd	3,12 Bab	2,21 Ca
Não lesionada	3,90 Aa	3,69 Abcd	3,28 Aab	2,47 Ba
Impacto				
Lesionada	3,89 Aa	3,58 Abcd	3,23 Aab	2,46 Ba
Não lesionada	3,90 Aa	3,46 ABbc	3,31 Bab	2,52 Ca
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	1,42 Ba	1,26 Cbcd	1,27 BCe	1,64 Abcd
Não lesionada	1,49 ABa	1,36 BCabcd	1,31 Cde	1,57 Acd
Compressão				
Lesionada	1,42 Ba	1,19 Cd	1,36 Bde	1,64 Abcd
Não lesionada	1,49 Aa	1,40 Aab	1,48 Acd	1,48 Ad
Corte				
Lesionada	1,42 Ba	1,51 Ba	1,56 Bbc	1,77 Aab
Não lesionada	1,49 Ba	1,37 Babc	1,78 Aa	1,86 Aa
Impacto				
Lesionada	1,42 Ba	1,21 Ccd	1,60 Aabc	1,67 Abc
Não lesionada	1,49 Ba	1,43 Bab	1,71 Aab	1,58 ABcd
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	1,00 Ba	1,34 Aabc	1,25 Ac	1,35 Aa
Não lesionada	0,95 Ca	1,46 Aa	1,22 Bc	1,24 Bab
Compressão				
Lesionada	1,00 Ba	1,22 Abcd	1,22 Ac	1,15 ABab
Não lesionada	0,95 Ba	1,06 Bd	1,43 Aabc	1,29 Aab
Corte				
Lesionada	1,00 Ba	1,39 Aab	1,35 Abc	1,34 Aab
Não lesionada	0,95 Ba	1,40 Aab	1,40 Aabc	1,32 Aab
Impacto				
Lesionada	1,00 Ba	1,16 Bcd	1,48 Aab	1,12 Bb
Não lesionada	0,95 Ca	1,34 Babc	1,61 Aa	1,35 Ba

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

TABELA 16. Carboidratos redutores (g 100 g^{-1}) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
		‘Quintal’		
Testemunha				
Lesionada	3,25 Aa	3,30 Aab	1,95 Bbc	1,78 Bbc
Não lesionada	2,57 Bb	3,00 Abc	2,42 BCa	2,11 Cab
Compressão				
Lesionada	3,25 Aa	3,28 Aab	1,72 Bc	1,72 Bc
Não lesionada	2,57 Bb	3,57 Aa	2,31 BCab	2,25 Ca
Corte				
Lesionada	3,25 Aa	3,02 Abc	1,86 Bc	1,82 Bbc
Não lesionada	2,57 Bb	3,05 Abc	2,01 Cbc	2,09 Cab
Impacto				
Lesionada	3,25Aa	2,79 Bcd	2,29 Cab	1,72 Dc
Não lesionada	2,57 Ab	2,50 Ad	2,30 Aab	1,90 Babc
		‘Hass’		
Testemunha				
Lesionada	0,84 Aa	0,57 Cd	0,71 Bd	0,88 Acd
Não lesionada	0,87 Aa	0,70 Bc	0,65 Bd	0,80 Ad
Compressão				
Lesionada	0,84 Ba	0,66 Ccd	0,71 Cd	0,96 Aab
Não lesionada	0,87 Aa	0,83 Aa	0,89 Abc	0,91 Aab
Corte				
Lesionada	0,84 Ba	0,79 Bab	0,83 Bc	1,20 Aa
Não lesionada	0,87 Ca	0,73 Dbc	1,04 Ba	1,16 Aa
Impacto				
Lesionada	0,84 Ba	0,59 Cd	0,84 Bbc	0,99 Ab
Não lesionada	0,87 Ba	0,79 Cab	0,93 Ab	0,87 Bbc
		‘Fuerte’		
Testemunha				
Lesionada	0,45 Ca	0,81 Bab	0,81 Bbc	0,97 Aa
Não lesionada	0,45 Da	0,84 Ba	0,76 Cc	0,93 Aab
Compressão				
Lesionada	0,45 Ca	0,82 ABab	0,85 Ab	0,80 Bd
Não lesionada	0,45 Da	0,52 Ce	0,98 Aa	0,92 Babc
Corte				
Lesionada	0,45 Ca	0,73 Bc	0,98 Aa	0,94 Aab
Não lesionada	0,45 Da	0,78 Cbc	0,96 Aa	0,87 Bc
Impacto				
Lesionada	0,45 Da	0,60 Cd	0,95 Aa	0,90 Bbc
Não lesionada	0,45 Da	0,62 Cd	1,00 Aa	0,93 Bab

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

As substâncias pécticas são os principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis pelas mudanças de textura em frutos. A medida que estes vão amadurecendo, há liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, modificando a textura, tornando os frutos mais macios (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Segundo estes autores, as modificações na textura dos frutos estão relacionadas com a despolimerização ou encurtamento da cadeia do polímero pela ação das poligalacturonases (PG) e a desesterificação ou remoção de grupos metílicos ou acetil dos polímeros, pelas pectinametilesterases (PME).

Os teores de pectina total dos frutos da cultivar Quintal apresentaram-se praticamente duas vezes menores que as demais cultivares, e reduziram-se durante o período de armazenamento, em todos os tratamentos e nas diferentes cultivares estudadas (Tabela 17). Observa-se que o tecido lesionado por Impacto, no abacate ‘Quintal’, apresentou os maiores valores, que pode ser devido ao desprendimento desordenado das pectinas das paredes celulares. Nos abacates ‘Hass’, estes teores nas partes não lesionadas pelos tratamentos Impacto e Compressão aumentaram até o terceiro dia de armazenamento, enquanto que nos do Testemunha e Corte, este teor permaneceu estável durante este período. Nos abacates da cultivar Fuerte, os valores de pectina total apresentaram redução semelhante para todos os tratamentos. Em outras frutas, como fruta-de-lobo e bacuri, os teores de pectina total também diminuem continuadamente durante o processo de maturação e amadurecimento (CORRÊA et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2001).

Os conteúdos de pectinas solúveis dos frutos da cultivar Fuerte apresentaram-se duas vezes maiores que os da ‘Hass’ e os da ‘Quintal’ e apresentaram aumento durante o período de armazenamento nos frutos das três diferentes cultivares (Tabela 18). Os maiores valores de pectinas solúveis, para a cultivar Quintal, foram encontrados nos tecidos lesionados por Impacto ou Compressão, no 6º dia de armazenamento. Nos abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’, os maiores valores foram encontrados quando os frutos foram submetidos ao Impacto e Corte, também no 6º dia de armazenamento, como resultado do processo de amadurecimento mais rápido.

TABELA 17. Pectina total (g ác. galacturônico 100 g^{-1}) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
		‘Quintal’		
Testemunha				
Lesionada	0,239 Aa	0,211 Bab	0,154 Cbc	0,125 Db
Não lesionada	0,269 Ab	0,207 Bb	0,139 Cc	0,123 Cb
Compressão				
Lesionada	0,239 Aa	0,215 Bab	0,167 Cab	0,133 Db
Não lesionada	0,269 Ab	0,206 Bb	0,147 Cbc	0,137 Cb
Corte				
Lesionada	0,239 Aa	0,201 Bb	0,166 Cab	0,133 Db
Não lesionada	0,269 Ab	0,194 Bb	0,151 Cbc	0,134 Cb
Impacto				
Lesionada	0,239 Aa	0,233 Aa	0,187 Ba	0,182 Ba
Não lesionada	0,269 Ab	0,206 Bb	0,143 Cbc	0,138 Cb
		‘Hass’		
Testemunha				
Lesionada	0,429 Ba	0,494 Aa	0,318 Ccd	0,271 Dab
Não lesionada	0,378 Bb	0,487 Aa	0,279 Cd	0,299 Cab
Compressão				
Lesionada	0,429 Aa	0,390 Ab	0,342 Bbc	0,302 Cab
Não lesionada	0,378 Ab	0,382 Ab	0,320 Bcd	0,311 Bab
Corte				
Lesionada	0,429 Aa	0,372 Bb	0,400 ABa	0,282 Cab
Não lesionada	0,378 Ab	0,396 Ab	0,384 Aab	0,281 Bab
Impacto				
Lesionada	0,429 Aa	0,401 Ab	0,311 Bcd	0,266 Cb
Não lesionada	0,378 Ab	0,416 Ab	0,311 Bcd	0,316 Ba
		‘Fuerte’		
Testemunha				
Lesionada	0,432 Aa	0,328 Bcd	0,340 Bbc	0,352 Bab
Não lesionada	0,413 Aa	0,362 Babc	0,365 Bab	0,346 Babc
Compressão				
Lesionada	0,432 Aa	0,379 Ba	0,266 Cd	0,298 Cd
Não lesionada	0,413 Aa	0,394 Aa	0,322 Bc	0,307 Bcd
Corte				
Lesionada	0,432 Aa	0,369 BCbc	0,383 Ba	0,345 Cabc
Não lesionada	0,413 Aa	0,299 Cd	0,366 Bab	0,359 Ba
Impacto				
Lesionada	0,432 Aa	0,336 Bbcd	0,302 BCcd	0,297 Cd
Não lesionada	0,413 Aa	0,314 Bd	0,314 Bc	0,316 Bbcd

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

TABELA 18. Pectina solúvel (g ác. galacturônico 100 g^{-1}) de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘Hass’ e ‘Fuer te’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
		‘Quintal’		
Testemunha				
Lesionada	0,025 Ba	0,030 Bc	0,044 Ad	0,031 Bb
Não lesionada	0,020 Ba	0,030 Bc	0,064 Abc	0,028 Bb
Compressão				
Lesionada	0,025 Ca	0,036 Cbc	0,086 Aa	0,049 Ba
Não lesionada	0,020 Ca	0,028 Cc	0,073 Aab	0,042 Bab
Corte				
Lesionada	0,025 Ba	0,045 Aab	0,048 Ad	0,042 Aab
Não lesionada	0,020 Ba	0,046 Aab	0,047 Ad	0,029 Bb
Impacto				
Lesionada	0,025 Ca	0,052 Ba	0,082 Aa	0,054 Ba
Não lesionada	0,020 Ba	0,053 Aa	0,057 Acd	0,052 Aa
		‘Hass’		
Testemunha				
Lesionada	0,030 Ca	0,102 Babc	0,096 Bc	0,122 Ab
Não lesionada	0,044 Ca	0,094 Bbc	0,081 Bc	0,119 Ab
Compressão				
Lesionada	0,030 Ba	0,038 Bd	0,086 Ac	0,097 Ac
Não lesionada	0,044 Ba	0,040 Bd	0,095 Ac	0,104 Abc
Corte				
Lesionada	0,030 Da	0,122 Ca	0,196 Aa	0,151 Ba
Não lesionada	0,044 Ca	0,115 Bab	0,166 Ab	0,158 Aa
Impacto				
Lesionada	0,030 Da	0,086 Cc	0,171 Ab	0,113 Bbc
Não lesionada	0,044 Da	0,083 Cc	0,157 Ab	0,119 Bb
		‘Fuerte’		
Testemunha				
Lesionada	0,060 Ba	0,079 Aab	0,068 Bc	0,080 Aab
Não lesionada	0,068 Aa	0,077 Aab	0,072 Abc	0,072 Abc
Compressão				
Lesionada	0,060 Ba	0,078 Aab	0,056 Bd	0,063 Bc
Não lesionada	0,068 Ba	0,084 Aa	0,067 Bc	0,066 Bc
Corte				
Lesionada	0,060 Ca	0,071 Bbc	0,082 Aab	0,088 Aa
Não lesionada	0,068 Ba	0,065 Bc	0,084 Aa	0,083 Aa
Impacto				
Lesionada	0,060 Ca	0,075 ABabc	0,082 Aab	0,068 Bc
Não lesionada	0,068 BCa	0,076 ABab	0,084 Aa	0,066 Cc

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

A Tabela 19 indica que os tecidos do abacate ‘Quintal’, injuriados ou não, apresentaram atividade da poligalacturonase (PG) no sexto dia de armazenamento, exceção feita aos tecidos injuriados pelo Impacto e Corte, em que se observou atividade no 3º dia. Nos abacates ‘Hass’ e ‘Fuerte’ observa-se que a atividade da poligalacturonase (PG) aumentou ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos, sendo que os frutos da ‘Hass’ apresentaram duas vezes mais atividade que os da Fuerte. Os frutos submetidos ao Corte destas duas cultivares apresentaram os maiores valores, o que indica maior amolecimento e conseqüentemente amadurecimento mais rápido (Tabela 19). Este aumento na atividade é conseqüência do amadurecimento e da redução nos teores de pectina total (Tabela 17) indica o aumento na atividade da PG com o avanço da maturação e redução na firmeza da polpa (Tabela 4), conforme o indicado por CHITARRA & CHITARRA (2005), e que também foi observado por TEIXEIRA et al. (2001), em bacuris, e MORETTI et al. (2002) em tomates.

Os frutos da ‘Fuerte’ apresentaram atividade da pectinametilesterase (PME) três vezes menor no início do armazenamento, em relação aos cultivares Hass e Quintal, conforme mostrado nas Tabelas 20 e 21.

Na Tabela 20 também se observa para os frutos da ‘Quintal’, que a atividade da pectinametilesterase (PME), que inicialmente se apresentou alta, reduziu durante o armazenamento ou durante o amadurecimento, em todos os tratamentos, sem diferenças significativas entre os mesmos, permitindo deixar observado que a atividade desta enzima mostrou-se inversamente proporcional à da PG. Na Tabela 21 observa-se que a atividade PME, em frutos da ‘Hass’, foi menor no 3° dia, mas voltou a aumentar, e os frutos submetidos a Compressão apresentaram o maior valor. Nos frutos da ‘Fuerte’, o Corte apresentou o maior valor de PME, no último dia de armazenamento, quando os frutos estavam amadurecidos.

TABELA 19. Atividade da poligalacturonase (UAE $g^{-1}h^{-1}$) na polpa de abacates ‘Quintal’, ‘Hass’ e ‘Fuerte’submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (‘Quintal’: 25℃ e 60% UR; ‘ Hass’ e ‘Fuerte’: 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
‘Quintal’				
Testemunha				
Lesionada	0,00 Ca	0,00 Cb	448,05 Bbc	786,31 Ac
Não lesionada	0,00 Ca	0,00 Cb	500,41 Bbc	946,94 Ab
Compressão				
Lesionada	0,00 Ca	0,00 Cb	477,72 Bbc	1138,44 Aa
Não lesionada	0,00 Ca	0,00 Cb	546,01 Bb	1130,92 Aa
Corte				
Lesionada	0,00 Da	288,78 Ca	588,54 Bb	928,47 Abc
Não lesionada	0,00 Da	188,28 Ca	806,47 Ba	628,26 Ad
Impacto				
Lesionada	0,00 Da	238,74 Ca	380,88 Bc	1062,23 Aab
Não lesionada	0,00 Ca	0,00 Cb	451,57 Bbc	1035,33 Aab
‘Hass’				
Testemunha				
Lesionada	134,06 Ba	185,47 Bab	355,44 Ab	412,22 Aab
Não lesionada	157,59 Ba	163,64 Bab	249,39 ABb	402,90 Aab
Compressão				
Lesionada	134,06 Ba	67,41 Bb	332,14 Ab	379,41 Aab
Não lesionada	157,59 Ba	162,61 Bab	303,11 Ab	308,49 Ab
Corte				
Lesionada	134,06 Ba	230,18 Bab	391,68 Aab	443,04 Aab
Não lesionada	157,09 Ba	290,80 Ba	497,55 Aa	548,60 Aa
Impacto				
Lesionada	134,06 Ba	344,40 Aa	303,66 Ab	332,93 Ab
Não lesionada	157,09 Ca	221,57 BCab	319,60 ABb	418,09 Aab
‘Fuerte’				
Testemunha				
Lesionada	42,48 Ba	324,06 Aab	341,30 Aab	270,19 Ab
Não lesionada	41,95 Ca	291,16 Bab	440,34 Aa	407,39 Aa
Compressão				
Lesionada	42,48 Ba	293,66 Aab	249,82 Ab	339,72 Aab
Não lesionada	41,95 Ca	294,47 Bab	267,98 Bb	416,74 Aa
Corte				
Lesionada	42,48 Ca	408,82 Aa	264,00 Bb	320,55 ABab
Não lesionada	41,95 Ba	265,51 Ab	212,39 Ab	328,11 Aab
Impacto				
Lesionada	42,48 Ba	306,51 Aab	222,29 Ab	300,16 Aab
Não lesionada	41,95 Ca	302,11 ABab	227,87 Bb	360,30 Aab

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

TABELA 20. Atividade da pectinametilesterase (U g^{-1} min^{-1}) na polpa de abacates 'Quintal' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. (25℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)				
	1	3	6	8	Média
Testemunha					
Lesionada	1573,33	1321,93	574,15	278,01	936,86 a
Não lesionada	1900,98	1081,86	320,52	333,16	909,13 a
Compressão					
Lesionada	1573,33	1009,75	540,65	324,69	862,11 a
Não lesionada	1900,98	1057,33	549,82	428,28	984,10 a
Corte					
Lesionada	1573,33	918,91	669,70	327,37	872,33 a
Não lesionada	1900,98	866,27	592,33	281,23	910,20 a
Impacto					
Lesionada	1573,33	890,27	589,31	381,79	858,68 a
Não lesionada	1900,98	727,73	263,87	325,75	804,58 a
Média	1737,16 A	984,26 B	512,54 C	335,04 D	---

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05) CV=18,34%

TABELA 21. Atividade da pectinametilesterase (U g^{-1} min^{-1}) na polpa de abacates 'Hass' e 'Fuerte' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. ('Hass' e 'Fuerte': 24℃ e 60% UR)

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
'Hass'				
Testemunha				
Lesionada	1457,50 Ba	2199,27 Aa	1955,00 ABbc	832,16 Ca
Não lesionada	1450,25 ABa	721,66 Cc	1883,53 Abcd	946,08 Cba
Compressão				
Lesionada	1457,50 Ba	1288,51 Bbc	2441,41 Aab	1341,56 Ba
Não lesionada	1450,25 Ba	1445,07 Bb	2703,94 Aa	1044,18 Ba
Corte				
Lesionada	1457,50 Bba	1282,30 Bbc	1965,03 Abc	999,12 Ba
Não lesionada	1450,25Aa	893,70 Abc	1176,47 Ad	940,83 Aa
Impacto				
Lesionada	1457,50 Aa	1563,62 Aab	1606,99 Acd	834,46 Ba
Não lesionada	1450,25 Ba	1457,37 Bb	2167,05 Aabc	782,32 Ca
'Fuerte'				
Testemunha				
Lesionada	558,67 Aa	224,31 Bb	222,98 Bab	277,90 Bab
Não lesionada	530,10 Aa	280,56 Bb	223,42 Bab	168,40 Bbc
Compressão				
Lesionada	558,67 Aa	279,78 Bb	335,47 Ba	112,05 Cc
Não lesionada	530,10 Ba	727,51 Aa	334,36 Ca	224,09 Cbc
Corte				
Lesionada	558,67 Aa	223,42 Cb	168,40 Cb	390,62 Ba
Não lesionada	530,10 Aa	224,09 Bb	224,76 Bab	166,96 Bbc
Impacto				
Lesionada	558,67 Aa	279,33 Bb	111,82 Cb	168,07 BCbc
Não lesionada	530,10 Aa	222,76 Bb	167,29 Bb	280,34 Bab

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

A atividade da enzima peroxidase diminuiu, de maneira geral, ao longo do período de armazenamento, na polpa dos frutos das cultivares Quintal e Fuerte (Tabela 22). Observa-se também que, para estas duas cultivares, esta atividade foi maior que nos frutos da ‘Hass’ e que nas partes lesionadas pelo Corte esta atividade apresentou-se maior, o que pode ser atribuído ao estresse a que os frutos foram submetidos com a aplicação desta injúria.

No abacate Hass, a atividade da enzima peroxidase aumentou sua intensidade ao longo do período de armazenamento (Tabela 22). Observa-se também que esta atividade foi maior nas áreas lesionadas, no terceiro e sexto dias de armazenamento, o que é resultado do estresse, sendo que os frutos lesionados pelo Impacto e Corte apresentaram maior atividade que os do Testemunha e Compressão.

Na Tabela 23 são mostrados os valores da atividade da enzima polifenoloxidase nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos e permitem deixar observado que os frutos da ‘Quintal’ apresentaram os maiores valores, seguidos dos da ‘Hass’ e dos da ‘Fuerte’, no início do armazenamento. As partes lesionadas por Compressão e Corte, na cultivar Hass, e Corte, na ‘Fuerte’ apresentaram as maiores atividades, o que explica o maior escurecimento nestas regiões. Nos frutos da cultivar Quintal, os valores da atividade polifenoloxidase decresceram para depois se elevarem no 8° dia de armazenamento, tanto na parte lesionada como na não lesionada.

TABELA 22. Atividade da peroxidase (µmoles de H_2O_2 degradada.g^{-1}.min^{-1}) em abacates 'Quintal', 'Hass' e Fuerte' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. ('Quintal': 25℃ e 60% UR; 'Hass' e 'Fuerte': 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
'Quintal'				
Testemunha				
Lesionada	0,022 Aa	0,015 Bd	0,005 Ca	0,009 Ca
Não lesionada	0,015 Ab	0,016 Ad	0,004 Ba	0,008 Ba
Compressão				
Lesionada	0,022 Aa	0,017 Ad	0,006 Ba	0,006 Ba
Não lesionada	0,015 Ab	0,014 Ad	0,008 Ba	0,006 Ba
Corte				
Lesionada	0,022 Ba	0,036 Ab	0,006 Ca	0,010 Ca
Não lesionada	0,015 Bb	0,045 Aa	0,005 Ca	0,010 Ca
Impacto				
Lesionada	0,022 Aa	0,027 Ac	0,007 Ba	0,009 Ba
Não lesionada	0,015 Bb	0,027 Ac	0,006 Ca	0,008 Ca
'Hass'				
Testemunha				
Lesionada	0,015 Ca	0,011 Cc	0,016 Bbc	0,034 Aabc
Não lesionada	0,011 Ca	0,006 Dd	0,016 Bbc	0,039 Aa
Compressão				
Lesionada	0,015 Ba	0,013 Bbc	0,014 Bcd	0,036 Aab
Não lesionada	0,011 Ba	0,013 Bbc	0,009 Bd	0,032 Abc
Corte				
Lesionada	0,015 Ca	0,015 Cbc	0,027 Ba	0,037 Aab
Não lesionada	0,011 Ca	0,017 Bb	0,019 Bb	0,033 Aabc
Impacto				
Lesionada	0,015 Ca	0,024 Ba	0,020 Bb	0,036 Aab
Não lesionada	0,011 Ca	0,016 Bbc	0,011 Ccd	0,030 Ac
'Fuerte'				
Testemunha				
Lesionada	0,025 Cb	0,028 ABbcd	0,029 Ab	0,023 Cbc
Não lesionada	0,034 Aa	0,026 Bcd	0,023 Bc	0,031 Aa
Compressão				
Lesionada	0,025 Bb	0,028 ABbcd	0,026 Bbc	0,031 Aa
Não lesionada	0,034 Aa	0,033 Aab	0,030 Ab	0,031 Aa
Corte				
Lesionada	0,025 Bb	0,036 Aa	0,039 Aa	0,026 Bab
Não lesionada	0,034 Aa	0,030 Abc	0,030 Ab	0,023 Bbc
Impacto				
Lesionada	0,025 Ab	0,019 BCe	0,015 Cd	0,020 Bc
Não lesionada	0,034 Aa	0,025 Bd	0,027 Bbc	0,024 Bbc

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

TABELA 23. Atividade da polifenoloxidase (µmoles de fenol degradada.g^{-1}.min^{-1}) em abacates 'Quintal', 'Hass' e 'Fuerte' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente. ('Quintal': 25℃ e 60% UR; 'Hass' e 'Fuerte': 24℃ e 60% UR).

Tratamentos	Tempo (dia)			
	1	3	6	8
'Quintal'				
Testemunha				
Lesionada	18,62 Aa	11,54 Bcd	10,84 Cc	12,58 Bb
Não lesionada	18,89 Aa	10,85 Cd	12,04 BCab	13,28 Bab
Compressão				
Lesionada	18,62 Aa	15,47 Ba	12,06 Cab	15,39 Bab
Não lesionada	18,89 Aa	13,84 Babc	14,08 Ba	14,95 Bab
Corte				
Lesionada	18,62 Aa	14,97 Bab	16,13 Cabc	11,20 Ba
Não lesionada	18,89 Aa	11,51 Ccd	13,95 BCa	14,71 Bab
Impacto				
Lesionada	18,62 Aa	12,65 Cabcd	12,39 Cab	15,39 Bab
Não lesionada	18,89 Aa	13,31 BCbcd	10,03 Cbc	13,19 Bab
'Hass'				
Testemunha				
Lesionada	7,15 Ba	7,13 Bc	10,57 Aa	11,06 Aa
Não lesionada	7,61 Ba	4,94 Dd	5,27 Ccd	10,71 Aa
Compressão				
Lesionada	7,15 Ca	9,56 Bab	7,04 Cbc	11,77 Aa
Não lesionada	7,61 Ba	7,76 Bc	10,74 Aa	10,64 Aa
Corte				
Lesionada	7,15 Ba	7,60 Bc	8,37 Bb	12,03 Aa
Não lesionada	7,61 ABa	8,23 Abc	6,39 BCc	5,51 Cb
Impacto				
Lesionada	7,15 Ba	10,66 Aa	4,18 Cd	5,85 Bb
Não lesionada	7,61 Aa	8,78 Abc	3,72 Bd	4,92 Bb
'Fuerte'				
Testemunha				
Lesionada	4,95 Ca	11,63 Aa	10,73 Abcd	8,49 Be
Não lesionada	6,07 Ba	10,53 Aab	10,10 Ad	10,15 Acde
Compressão				
Lesionada	4,95 Ca	11,53 Ba	12,08 ABabc	13,12 Ab
Não lesionada	6,07 Ba	7,10 Bd	12,44 Aab	11,72 Abc
Corte				
Lesionada	4,95 Da	9,38 Cbc	13,47 Ba	15,12 Aa
Não lesionada	6,07 Ca	12,16 Aa	10,65 Bcd	9,98 Bcde
Impacto				
Lesionada	4,95 Da	7,75 Ccd	12,05 Aabc	10,33 Bcd
Não lesionada	6,07 Ca	6,24 Cd	12,85 Aa	9,85 Bde

Para cada cultivar, médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

A seguir é apresentada a estatística dos resultados, usando-se análise multivariada com componentes principais. Optou-se pela realização desta análise utilizando-se os parâmetros, luminosidade da casca e da polpa, atividade da peroxidase e teores de carboidratos redutores e solúveis e de pectina solúvel, pois essas avaliações foram as mais sensíveis às injúrias nos diferentes tratamentos, detectado através do teste de Tukey e também por apresentarem variabilidade maior que 50% no segundo componente principal. A partir do terceiro componente principal os dados estão locados em terceira dimensão, o que torna inadequada a análise dos dados.

Na Tabela 24 são apresentados os resultados obtidos com a análise do conjunto de componentes principais dos parâmetros selecionados para abacates ‘Quintal’ e pode-se observar que os dois primeiros componentes principais totalizam 52,74% da variabilidade dos dados e portanto foram utilizados para representar o conjunto das variáveis medidas, uma vez que incorporam mais de 50% da variância. Nota-se também, que os coeficientes do Componente 1 estão altamente relacionados com a luminosidade da polpa no terceiro, sexto e oitavo dia de análise, com a luminosidade da casca no primeiro, sexto e oitavo dia, com a atividade da peroxidase no terceiro e oitavo dia e teores de carboidratos redutores, no primeiro e oitavo dia de armazenamento. Observa-se também que os dados relativos às variáveis, luminosidade da casca, no primeiro, sexto e oitavo dia e atividade da peroxidase no oitavo dia de análise, estão com sinal negativo, indicando que ao longo do período de armazenamento estes parâmetros tiveram a tendência de diminuição dos valores. Estas relações indicam que os frutos mantiveram suas características até o oitavo dia de análise, com evolução gradual do amadurecimento.

O segundo componente principal possui correlação positiva com a luminosidade da polpa no primeiro dia, e com os teores de carboidratos redutores no primeiro e sexto dia, e correlação negativa com os teores de pectina solúvel no sexto dia.

TABELA 24. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e os componentes principais de abacates 'Quintal'.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Luminosidade da polpa 1	0,1600	**0,7232**	0,4596
Luminosidade da polpa 3	**0,8681**	-0,1619	-0,2506
Luminosidade da polpa 6	**0,7289**	-0,1152	-0,2799
Luminosidade da polpa 8	**0,7006**	-0,0447	-0,3947
Luminosidade da casca 1	**-0,6963**	0,0461	-0,4358
Luminosidade da casca 3	-0,3489	0,3995	-0,3384
Luminosidade da casca 6	**-0,6798**	0,4749	-0,2858
Luminosidade da casca 8	**-0,6898**	0,3094	-0,2036
Peroxidase 1	-0,0792	-0,4083	0,8254
Peroxidase 3	**0,7185**	-0,1436	-0,0320
Peroxidase 6	0,3895	0,2118	0,3944
Peroxidase 8	**-0,7771**	-0,2121	0,0579
Carboidrato redutor 1	0,1405	**0,6856**	0,5260
Carboidrato redutor 3	**0,7850**	-0,0621	-0,1665
Carboidrato redutor 6	-0,2422	**0,8330**	-0,2633
Carboidrato redutor 8	**0,7544**	0,4724	-0,2610
Carboidrato solúvel 1	-0,4673	0,0658	0,0612
Carboidrato solúvel 3	-0,0708	0,3901	-0,3915
Carboidrato solúvel 6	0,1579	-0,0425	-0,2517
Carboidrato solúvel 8	0,2527	-0,0541	0,1120
Pectina solúvel 1	0,3703	0,0852	-0,0598
Pectina solúvel 3	0,2853	**-0,6646**	-0,2461
Pectina solúvel 6	0,5189	-0,1849	0,1618
Pectina solúvel 8	0,4477	-0,3629	-0,1198
Proporção da Variância	0,3227	0,2047	0,1416
Proporção Acumulada	0,3227	0,5274	0,6691

1= primeiro dia de análise; 3= terceiro dia de análise; 6= sexto dia de análise; 8= oitavo dia de análise

A Figura 10 explicita a relação entre os componentes principais 1 e 2 durante o período de armazenamento dos abacates submetidos às diferentes lesões sendo que, os números são os indivíduos: 1, 2 e 3 (compressão "injuriada"); 4, 5 e 6 (compressão "não injuriada"); 7, 8 e 9 (corte "injuriado"); 10, 11 e 12 (corte "não injuriado"); 13, 14 e 15 (impacto "injuriado"); 16, 17 e 18 (impacto "não injuriado"); 19, 20 e 21 (testemunha "injuriada"); e 22, 23 e 24 (testemunha "não injuriada"). Observa-se que os indivíduos 7, 8 e 9 (Corte injuriado) e 10, 11 e 12 (Corte não injuriado) estão posicionados no lado negativo do eixo X do componente principal 1, conforme o assinalado, indicando as maiores perdas na qualidade, quando comparados com os submetidos com os demais tratamentos.

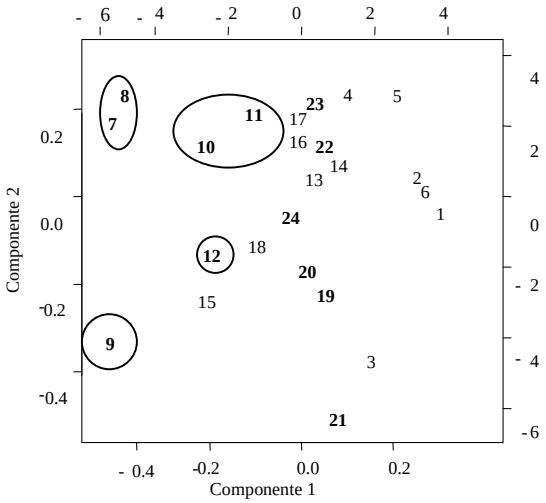


FIGURA 10. Relação entre componentes principais 1 e 2 para as variáveis avaliadas nos frutos de abacate 'Quintal' submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (25°C e 60% U R)

Na Tabela 25 observa-se que os tratamentos não apresentaram diferenças em relação aos Testemunhas, mas o componente 1 indica que o Corte teve tendência de ocasionar os maiores danos aos abacates, quando comparados às variáveis estudadas na Tabela 24, enquanto que para o componente 2, não houveram diferenças significativas.

TABELA 25. Comparação, pelo teste de Tukey, entre os tratamentos dos componentes 1 e 2.

	Componente 1		Componente 2	
Testemunha injuriada	0,930	ABC	-3,108	A
Testemunha não injuriada	0,517	BCD	1,130	A
Compressão injuriada	3,547	A	-0,235	A
Compressão não injuriada	2,955	AB	1,774	A
Corte injuriado	-5,388	E	0,305	A
Corte não injuriado	-2,110	D	0,738	A
Impacto injuriado	-0,192	CD	-0,362	A
Impacto não injuriado	-0,259	CD	0,758	A

Nas colunas, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra comum não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Os resultados obtidos nesta etapa reafirmaram que os abacates 'Quintal' amadureceram durante o armazenamento e que as lesões provocaram efeitos poucos significativos na qualidade dos mesmos, com exceção feita ao Corte, que tornou sua

aparência pouco atrativa e afetou a qualidade do abacate, durante o período de armazenamento.

Seguindo o raciocínio feito para a aplicação da análise multivariada aos resultados obtidos com abacates ‘Quintal’, aplicou-se esta análise de componentes principais, para aos resultados obtidos com os abacates da cultivar Hass. Optou-se pela utilização dos mesmos parâmetros: luminosidade da casca e da polpa, atividade da peroxidase e teores de carboidratos redutores e solúveis e de pectina solúvel, pois essas avaliações também foram as mais sensíveis às lesões nos diferentes tratamentos, detectado através do teste de Tukey e também por apresentarem variabilidade maior que 50% no segundo componente principal.

Os resultados obtidos com a análise do conjunto de componentes principais dos parâmetros selecionados são mostrados na Tabela 26. Pode-se observar que os dois primeiros componentes principais totalizam 50,53% da variabilidade dos dados e portanto foram utilizados para representar o conjunto das variáveis medidas, uma vez que incorporam mais de 50% da variância. Nesta tabela, tem-se também que os coeficientes do Componente 1 estão altamente relacionados, mais de 60%, com a luminosidade da polpa no sexto e oitavo dia de análise, com a luminosidade da casca no terceiro, sexto e oitavo dia, com a atividade da peroxidase no sexto dia, com os teores de carboidratos redutores no oitavo dia, com os de carboidratos solúveis no sexto e oitavo dia e de pectina solúvel no sexto e oitavo dia de armazenamento. Observa-se também que os dados relativos às variáveis luminosidades da polpa e da casca estão com sinal negativo.

O segundo componente principal possui correlação positiva com os teores de carboidratos redutores no terceiro dia e com os de pectina solúvel no primeiro dia, e correlação negativa com a atividade da peroxidase no primeiro dia de armazenamento (Tabela 26).

TABELA 26. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e os componentes principais de abacates ‘Hass’.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Luminosidade da polpa 1	-0,1217	0,5746	-0,3040
Luminosidade da polpa 3	-0,0776	0,5005	-0,5260
Luminosidade da polpa 6	**-0,7793**	0,1433	0,3784
Luminosidade da polpa 8	**-0,7586**	0,1725	0,1657
Luminosidade da casca 1	-0,4442	-0,3609	0,4422
Luminosidade da casca 3	**-0,8003**	-0,1160	0,3570
Luminosidade da casca 6	**-0,8335**	-0,0953	0,3534
Luminosidade da casca 8	**-0,7372**	-0,0985	0,3866
Peroxidase 1	0,1554	**-0,7946**	0,1632
Peroxidase 3	0,3842	-0,3499	0,4323
Peroxidase 6	**0,7088**	-0,4782	-0,0307
Peroxidase 8	-0,1468	-0,3919	-0,4441
Carboidrato redutor 1	0,0512	0,1100	0,6696
Carboidrato redutor 3	0,4164	**0,7628**	-0,2379
Carboidrato redutor 6	0,5677	0,3952	0,4312
Carboidrato redutor 8	**0,9157**	-0,2005	0,0771
Carboidrato solúvel 1	0,0137	0,4699	0,6755
Carboidrato solúvel 3	0,4279	0,5574	-0,0078
Carboidrato solúvel 6	**0,7119**	0,3247	0,4326
Carboidrato solúvel 8	**0,7518**	-0,2538	0,2731
Pectina solúvel 1	-0,0410	**0,7564**	0,4264
Pectina solúvel 3	0,5537	-0,1522	0,1797
Pectina solúvel 6	**0,8450**	-0,1522	0,2021
Pectina solúvel 8	**0,6960**	0,1149	0,2113
Proporção da Variância	0,3364	0,1689	0,1360
Proporção Acumulada	0,3364	0,5053	0,6413

1= primeiro dia de análise; 3= terceiro dia de análise; 6= sexto dia de análise; 8= oitavo dia de análise

A Figura 11 indica a relação entre os componentes principais 1 e 2, durante o período de armazenamento dos abacates ‘Hass’ submetidos às diferentes lesões. Observa-se que os indivíduos 7, 8 e 9 (Corte injuriado) e 10, 11 e 12 (Corte não injuriado) estão posicionados no lado positivo do eixo X do componente principal 1 e distantes dos frutos Testemunha, injuriados (19, 20 e 21) e não injuriados (22, 23 e 24), indicando as maiores perdas na qualidade. Com relação ao Componente 2, os indivíduos 4, 5 e 6 (Compressão não injuriada) e 16, 17 e 18 (Impacto não Injuriado) estão posicionados no lado positivo do eixo, distanciados dos demais tratamentos, embora próximos do Testemunha.

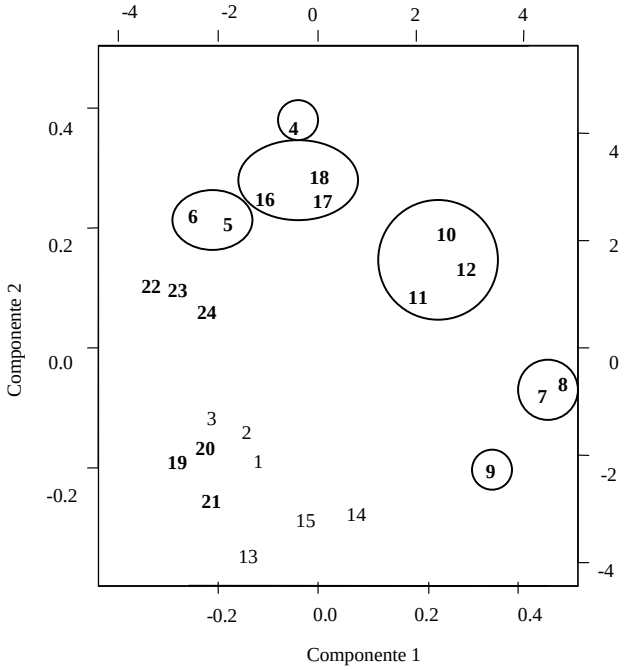


FIGURA 11. Relação entre componentes principais 1 e 2 para as variáveis avaliadas nos frutos de abacate ‘Hass’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (24℃ e 60% U R)

Na Tabela 27 observa-se que os tratamentos não apresentaram diferenças em relação aos Testemunhas, mas o Componente 1 indica que o Corte teve tendência de ocasionar os maiores danos aos abacates, quando comparados às variáveis estudadas na Tabela 26, assim como para a cultivar ‘Quintal’ (Tabela 24). Observa-se também que a região não lesionada dos frutos submetidos ao Corte, também diferiram significativamente dos demais tratamentos, demonstrando que estes também sofreram com a aplicação desta injúria. No segundo Componente observa-se que as regiões não lesionadas do Compressão e do Impacto apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5%, em relação aos demais tratamentos, para os parâmetros, atividade da peroxidase no primeiro dia, e teores de carboidratos redutores no terceiro e de pectina solúvel no primeiro dia de armazenamento, indicando haver reflexos da lesão nas áreas “não lesionadas”.

TABELA 27. Comparação, pelo teste de Tukey, entre os tratamentos dos Componentes 1 e 2 de abacates ‘Hass’.

	Componente 1	Componente 2
Testemunha injuriada	-2,4735 CD	-1,9218 CD
Testemunha não injuriada	-2,9147 D	0,8836 B
Compressão injuriada	-1,5234 CD	-1,4035 C
Compressão não injuriada	-1,5800 CD	2,6042 A
Corte injuriado	5,6032 A	-1,0566 C
Corte não injuriado	3,0999 B	1,3597 AB
Impacto injuriado	-0,1040 C	-2,9438 D
Impacto não injuriado	-0,1074 C	2,4782 A

Nas colunas, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra comum não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Os resultados obtidos com a cultivar Quintal e a Hass indicam que os abacates amadureceram durante o armazenamento e que as lesões provocaram efeitos poucos significativos na qualidade dos mesmos, com exceção feita ao Corte, que tornou sua aparência pouco atrativa e afetou a qualidade do abacate ‘Hass’, durante o período de armazenamento.

A seguir são apresentados os resultados da aplicação da análise dos componentes principais para os abacates da cultivar Fuerte. Nesta análise optou-se pela realização dos seguintes parâmetros: luminosidade da casca e da polpa, atividade da peroxidase e teores de carboidratos solúveis e pectina solúvel, pois essas avaliações foram as mais sensíveis às lesões nos diferentes tratamentos, detectado através do teste de Tukey e também por apresentarem variabilidade maior que 50% no segundo componente principal.

Os resultados obtidos com a análise do conjunto de componentes principais dos parâmetros selecionados encontram-se na Tabela 28. Pode-se observar que os dois primeiros componentes principais totalizam 50,52% da variabilidade dos dados e foram utilizados para representar o conjunto das variáveis medidas, uma vez que incorporam mais de 50% da variância. Nesta tabela, os coeficientes do Componente 1 estão altamente relacionados, mais de 60%, com a luminosidade da polpa no terceiro, sexto e oitavo dia de análise, com a luminosidade da casca no primeiro, terceiro, sexto e oitavo dia, e com a atividade da peroxidase no primeiro dia de armazenamento e que estão com sinal negativo.

Ainda na Tabela 28 observa-se que o segundo componente principal possui correlação positiva com os teores de carboidratos solúveis, no oitavo dia, e com a atividade da peroxidase no terceiro e sexto dia de armazenamento.

TABELA 28. Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e os componentes principais de abacates 'Fuerte'.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Luminosidade da polpa 1	-0,2017	0,1275	-0,2552
Luminosidade da polpa 3	**-0,8587**	0,1042	0,0382
Luminosidade da polpa 6	**-0,7970**	0,1465	0,2908
Luminosidade da polpa 8	**-0,7552**	0,4895	0,2779
Luminosidade da casca 1	**-0,8037**	-0,4132	-0,2046
Luminosidade da casca 3	**-0,8637**	-0,2656	-0,1375
Luminosidade da casca 6	**-0,9255**	0,0041	0,1383
Luminosidade da casca 8	**-0,8099**	0,0956	0,3687
Peroxidase 1	**-0,6269**	0,5418	-0,1765
Peroxidase 3	0,4072	**0,7267**	0,3994
Peroxidase 6	0,3643	**0,7485**	0,3068
Peroxidase 8	0,0110	0,1462	0,5695
Carboidrato solúvel 1	0,2868	-0,3260	0,2258
Carboidrato solúvel 3	0,1028	0,5111	-0,1800
Carboidrato solúvel 6	-0,3378	-0,0550	-0,4759
Carboidrato solúvel 8	-0,1902	**0,6598**	0,1027
Pectina solúvel 1	-0,5674	0,5468	-0,1979
Pectina solúvel 3	-0,1970	-0,4360	0,6932
Pectina solúvel 6	-0,0903	0,2904	-0,8633
Pectina solúvel 8	0,4834	0,5981	-0,1366
Proporção da Variância	0,3213	0,1839	0,1329
Proporção Acumulada	0,3213	0,5052	0,6381

1= primeiro dia de análise; 3= terceiro dia de análise; 6= sexto dia de análise; 8= oitavo dia de análise

A Figura 12 apresenta a relação entre os componentes principais 1 e 2 durante o período de armazenamento dos abacates 'Fuerte' submetidos às diferentes lesões. Observa-se que os indivíduos, 1, 2 e 3 (Compressão injuriado), 7, 8 e 9 (Corte injuriado) e 13, 14 e 15 (Impacto injuriado) estão posicionados no lado positivo do eixo X do componente principal, e distantes dos frutos do Testemunha injuriado (19, 20 e 21) e não injuriado (22, 23 e 24), indicando as maiores perdas na qualidade. Com relação ao Componente 2, os indivíduos 1, 2 e 3 (Compressão injuriado) e 13, 14 e 15 (Impacto injuriado) estão posicionados no lado negativo do eixo, e distanciados dos demais tratamentos, inclusive dos Testemunha.

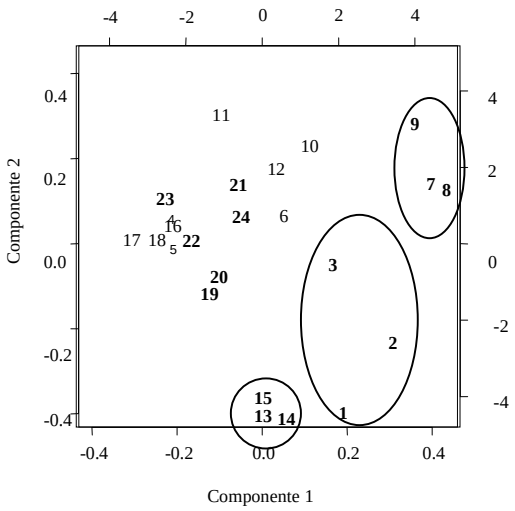


FIGURA 12. Relação entre Componentes Principais 1 e 2 para as variáveis avaliadas nos abacates ‘Fuerte’ submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente (24℃ e 60% UR)

Na Tabela 29 observa-se que, no Componente 1, o Corte e o Compressão tiveram a tendência de ocasionar os maiores danos aos abacates ‘Fuerte’, quando comparados às variáveis estudadas na Tabela 28. No segundo Componente, observa-se que as lesões por Compressão e Impacto apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5%, em relação aos demais tratamentos, para os parâmetros, atividade da peroxidase no terceiro e sexto dia, e teores de carboidratos solúveis, no oitavo dia de armazenamento.

TABELA 29. Comparação, pelo teste de Tukey, entre os tratamentos dos Componentes 1 e 2 de abacates ‘Fuerte’.

	Componente 1	Componente 2
Testemunha injuriada	-1,1740 CD	-0,0677 BC
Testemunha não injuriada	-18300 CD	0,5119 AB
Compressão injuriada	2,4278 A	-1,9735 CD
Compressão não injuriada	-1,9126 CD	0,3864 AB
Corte injuriado	4,8051 A	1,7919 AB
Corte não injuriado	0,2201 BC	2,4326 A
Impacto injuriado	0,5441 BC	-3,4989 D
Impacto não injuriado	-3,0806 D	0,4173 AB

Nas colunas, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra comum não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Estes resultados permitem deixar observado que as diferentes lesões aplicadas aos abacates ‘Fuerte’ (Corte, Impacto e Compressão) ocasionaram danos irreparáveis à qualidade dos frutos desta cultivar, o que os tornam mais sensíveis que os abacates das cultivares Quintal e Hass, onde os efeitos mais nocivos foram encontrados com os Cortes.

3.4 Conclusões

Em abacates das cultivares Quintal, Hass e Fuerte, as lesões por Compressão não causaram danos a aparência, perda de massa, firmeza, coloração na polpa, teores de sólidos solúveis, carboidratos e amido e atividade da poligalacturonase. Na cultivar Quintal, os frutos apresentaram maior intensidade respiratória que os das outras cultivares. A atividade da pectinametilesterase e peroxidase apresentaram-se maiores em abacates ‘Hass’. Esta lesão foi mais prejudicial aos abacates Fuerte.

O Impacto provocou fissuras ao redor do caroço, na cultivar Quintal e levou a odor não característico às três cultivares. Esta lesão provocou maior velocidade de perda de firmeza que a Compressão. A coloração e os teores de acidez titulável, sólidos solúveis, carboidratos, e pectinas total e solúvel não foram afetados por esta lesão. A atividade peroxidase foi maior na cultivar Hass. Esta lesão foi mais prejudicial que a Compressão, para as três cultivares.

O Corte tornou a aparência dos frutos desagradável, desde o primeiro dia, com odor não agradável aos provadores. Esta lesão provocou maior perda de massa e perda de firmeza que o Impacto e a Compressão, em todas as cultivares. Ela levou os frutos ‘Hass’ e ‘Fuerte’ a maior intensidade respiratória. A coloração da polpa e os teores de carboidratos, acidez titulável e sólidos solúveis não foram afetados. Os teores de pectina total e solúvel, e a atividade poligalacturonase e polifenoloxidase, se apresentaram maiores nos frutos ‘Hass’ e ‘Fuerte’, enquanto que a atividade pectinametilesterase se apresentou maior nos frutos da ‘Fuerte’. Esta lesão ocasionou os maiores danos aos abacates das três cultivares.

CAPÍTULO 4 – USO DA TOMOGRAFIA DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR PARA DIAGNOSTICAR LESÕES MECÂNICAS EM ABACATES

RESUMO – Objetivou-se utilizar o potencial de uso da tomografia de ressonância magnética nuclear, como método não-destrutivo, para detectar os efeitos de lesões mecânicas em abacates 'Hass' e 'Quintal'. Testou-se as lesões: Impacto, nos lados opostos do fruto e provocadas por queda livre de 2,00 m; Compressão, submetendo os a pesos de 117,6 N, por 24 horas; e Corte, com quatro incisões longitudinais, com 40 mm de comprimento e 4 mm de profundidade, em lados de cada unidade. Os frutos submetidos a cada tipo de lesão foram avaliados em tomógrafo de ressonância magnética nuclear, logo após o lesionamento e após 5 dias de armazenamento sob condição ambiente (22℃ e 60 %UR), obtendo-se tomogramas simétricos a partir do centro do fruto. Os frutos também foram analisados quanto a acidez titulável e carboidratos solúveis, que não indicaram alterações durante o período de armazenamento. As imagens tomográficas não demonstraram a ocorrência de lesionamento interno nos abacates 'Hass' ou suscetibilidade dos mesmos às lesões, enquanto que para os frutos da 'Quintal', submetidos à compressão e ao impacto, apesar de não mostrarem lesões externas, as imagens indicaram a ocorrência de lesionamento interno e a evolução do mesmo durante o amadurecimento. A tomografia de ressonância magnética mostrou ser uma ferramenta eficaz para a detecção de injúrias internas em abacates.

Palavras-chave: compressão, corte, impacto, injúrias mecânicas, *Persea americana*, tomografia

4.1 Introdução

A espectroscopia por ressonância magnética nuclear (Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS) é um método capaz de fornecer informações sobre o estado químico e físico dos materiais, assim como sobre o estado fisiológico e as condições metabólicas de sistemas biológicos, sem qualquer extração ou destruição da amostra (CLARK et al., 1997).

A condição fundamental para se analisar algum material por MRS é a presença de núcleos com momento magnético. No caso de frutas, o núcleo mais indicado é o do hidrogênio, que devido a sua abundância resulta em alto valor na relação sinal/ ruído e, conseqüentemente, permite a obtenção de espectros e imagens em tempos relativamente curtos. A mobilidade e a concentração desses núcleos de hidrogênio variam com os processos metabólicos e o estádio de maturação dos frutos e podem ser associados com os atributos qualitativos dos mesmos (CHEN et al., 1996).

Considerando-se que os parâmetros da ressonância magnética da água em alimentos são dependentes de sua arquitetura celular, as mudanças que afetam esta estrutura podem ser detectadas através da tomografia por ressonância magnética com a formação de imagens (Magnetic Resonance Imaging, MRI) (BISCEGLI et al., 2000).

Estudos preliminares, realizados por CHEN et al. (1989), indicam a MRI como poderosa ferramenta para fornecer informações sobre a estrutura interna de frutas inteiras, permitindo a determinação do estádio de maturação e da ocorrência de regiões injuriadas mecanicamente, desidratadas, danificadas por larvas e amolecidas. Vários autores têm utilizado esta ferramenta, como método não destrutivo, para avaliar a qualidade de frutas frescas (ZION, et al., 1995; GONZALES et al., 2001, BARREIRO et al., 2000, SONEGO et al., 1995, MAZUCCO et al., 1993, HALL et al., 1998, MATTIUZ et al. 2002, GALED et al., 2004).

Este trabalho teve por objetivo utilizar o potencial de uso da tomografia de ressonância magnética, associada ao “software” de processamento de imagens SIARCS©, para detectar o efeito de lesões mecânicas em abacates.

4.2 Material e Métodos

Foram utilizados abacates das cultivares Quintal e Hass. Os abacates 'Quintal' foram colhidos na região de Jardinópolis, SP, no dia 20 de março de 2003, e os da 'Hass' na Fazenda Jaguacy, em Bauru, SP, no dia 19 de setembro de 2003. Eles foram colhidos quando apresentavam coloração externa verde-opaca e facilidade de separação da planta (BLEINROTH, 1995). Os frutos foram cuidadosamente transportados para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP, onde após imersão em água fria (15 ℃) e clorada (150 μg. L^{-1} de cloro), por dez minutos, e repouso por 1 hora, foram submetidos aos tratamentos.

Utilizaram-se 10 frutos de cada cultivar, em cada tratamento, ou seja, frutos que não sofreram qualquer tipo de lesão (Testemunha), e os que receberam as seguintes lesões: Impacto, onde os frutos foram deixados cair, em queda livre, de uma altura de 2,00 m e tendo cada um sofrido dois impactos, em lados opostos, na região equatorial; Compressão, eles foram colocados sob um peso de 117,6 N, por 24 horas, provocando 2 lesões opostas, na região equatorial, com sentido longitudinal; Cortes, aplicou-se quatro incisões longitudinais, com 40 mm de comprimento e 4 mm de profundidade, nos lados opostos dos frutos. As áreas lesionadas eram demarcadas externamente e os frutos foram cuidadosamente transportados ao Laboratório de Ressonância Magnética da EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, em São Carlos, SP, onde foram armazenados a 22 ± 1 ℃ e 60 ± 5 %UR.

Os frutos foram analisados no dia da colheita e após cinco dias, em tomógrafo de ressonância magnética nuclear Varian Inova de 2 Tesla, inserindo-os na bobina de radiofreqüência do tipo "gaiola" com diâmetro interno de 14 cm, operando na freqüência de 85,53 MHz. As imagens foram obtidas a partir da detecção dos prótons de hidrogênio (^{1}H), que são essencialmente os das moléculas de água que compõem os frutos. As imagens foram geradas em matrizes de 256 x 256 *pixels*, com 256 tons de cinza, e em fatias, 2 mm de espessura, espaçadas de 5 mm. Para cada fruto foram obtidos tomogramas simétricos a partir do seu centro, em cortes sagitais para os

submetidos aos cortes e coronais para os do controle e os submetidos aos impactos e à compressão. As imagens bidimensionais foram analisadas quanto à forma, localização e textura dos graus de cinza, que indicam as situações da água, mais móvel (livre) ou mais ligada aos tecidos sadios.

Paralelamente, determinou-se o conteúdo de acidez titulável e de carboidratos solúveis, nas mesmas datas das análises tomográficas.

A acidez titulável foi determinada segundo o preconizado pela AOAC (1997), método 942.15, e expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas.

Os teores de carboidratos solúveis foram determinados em extrato obtido de polpa homogeneizada (FALEIROS, 1978) e doseados segundo a metodologia proposta por DUBOIS et al.(1956).

4.3 Resultados e Discussão

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as imagens obtidas por tomografia de ressonância magnética dos abacates ‘Quintal’ e ‘Hass’, lesionados ou não. As imagens obtidas são observadas a partir dos sinais dos núcleos de ^{1}H da água, que corresponde a pelo menos 93 % da intensidade do espectro de H nos frutos de abacate.

A diminuição na massa molecular do hidrogênio implica em aumento na mobilidade das moléculas de água, proporcionando aumento no tempo de relaxação spin-spin (*T2*), e resultando em imagens com tonalidade mais clara. Este efeito pode ser observado com a posição da inserção dos frutos na bobina de radiofreqüência e do amadurecimento (6° dia), principalmente nos frutos do Testemunha.

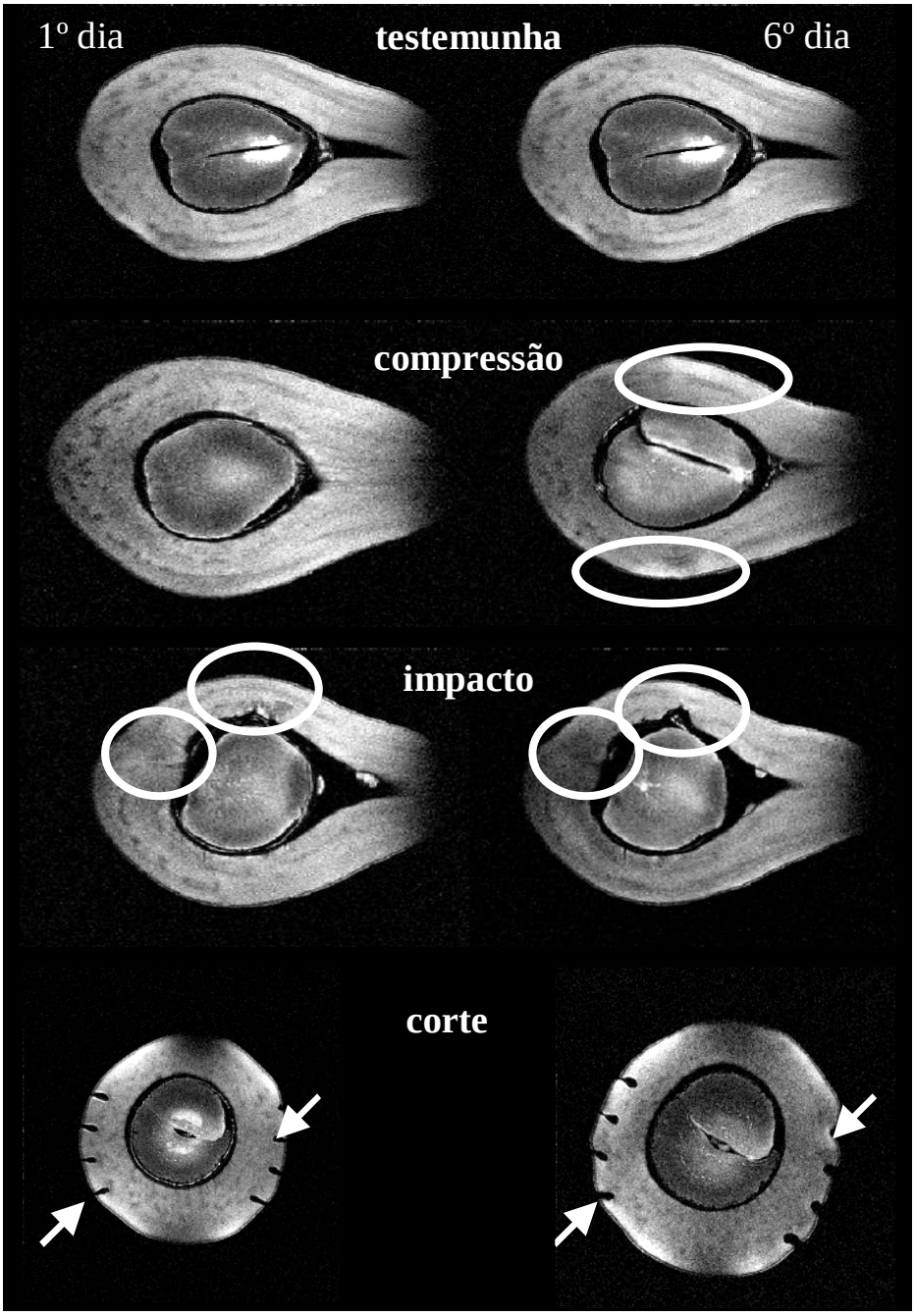


FIGURA 1. Tomogramas de ressonância magnética nuclear de abacates 'Quintal' submetidos a três tipos de lesões mecânicas.

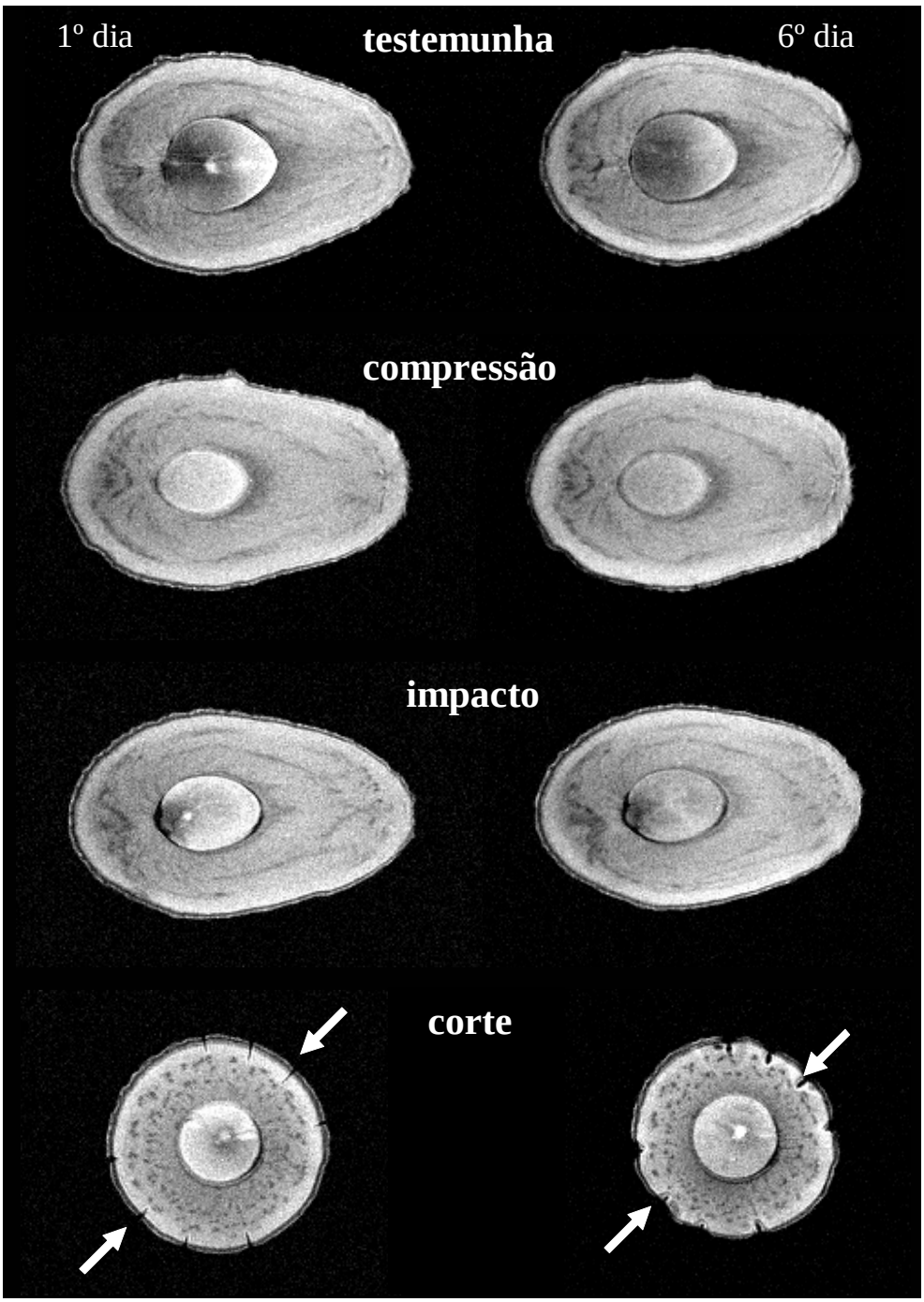


FIGURA 2. Tomogramas de ressonância magnética nuclear de abacates 'Hass' submetidos a três tipos de lesões mecânicas.

As áreas mais claras também podem indicar a condição de água móvel (livre) causada pelas lesões de natureza mecânica. Na Compressão não se observaram sintomas externos visíveis e internos nos frutos, que se mostraram intactos logo após o lesionamento (1º dia) (Figuras 1 e 2). Na cultivar Quintal observou-se aumento na quantidade de líquido mais livre e visível após 6 dias (Figura 1), indicado pelas áreas esbranquiçadas no mesocarpo e indicadas pelos círculos. As regiões lesionadas pela Compressão, nos frutos da 'Quintal', são tão mais brancas quanto mais próximas da casca dos frutos, mas não apresentavam correspondência externa. A estrutura e a elasticidade celular da polpa do abacate 'Hass' conferiu resistência mecânica à compressão fazendo com que os tecidos internos fossem preservados, conforme o mostrado na Figura 2 e relatado por MOHSENIN (1986) para outros vegetais.

Os abacates submetidos ao Impacto não apresentaram sintomas externos, mesmo após o armazenamento por 6 dias (Figura 3). Os da cv. Hass também não apresentaram qualquer evidência interna de lesão, mas, os da 'Quintal' apresentaram, já no 1º dia, fissuras na polpa e próximas ao caroço, provavelmente devido à existência de espaço entre o caroço e a polpa, fazendo com que houvesse um forte choque do caroço com a polpa, no momento do impacto do fruto com o anteparo, conforme o indicado pelos círculos na Figura 1. À medida que estes frutos foram amadurecendo, estas fissuras foram sendo preenchidas por tecido, provavelmente produzido pelo caroço, o que inibiu o avanço das mesmas pela polpa e é indicado por setas na Figura 4. Esta lesão não levou aos efeitos prejudiciais observados por MORETTI (1998), em tomates, e por MATTIUZ et al. (2002), em goiabas. A MRI também permitiu detectar áreas escurecidas em maçãs 'Braeburn' durante o armazenamento em atmosfera com alta concentração de CO_2 (CLARK & BURMEISTER, 1999), distúrbios internos em pêras (WANG & WANG, 1989), pêssegos (BARREIRO et al., 2000), nectarinas (SONEGO et al., 1995) e mangas (MAZUCCO et al., 1993), e mudanças na textura de melões (HALL et al., 1998), assim como o monitoramento do amadurecimento de citros que receberam a aplicação de quitosana (GALED et al., 2004).

'Ouintal' 'Hass'

FIGURA 3. Abacates 'Quintal' e Hass' submetidos a lesão por impacto, após 6 dias de armazenamento sob condição ambiente (22℃ e 60%UR).

Os Cortes se mostraram muito visíveis na superfície dos frutos e apresentaram-se nas imagens tomográficas como sinais escurecidos na casca e polpa (Figuras 1 e 2). Após seis dias de armazenamento esta área lesionada apresentava-se totalmente preenchida por material cicatrizante, como o mostrado na Figura 4. Este preenchimento não foi observado em goiabas que sofreram cortes, as quais apresentaram perda acentuada de massa fresca e deformações no local do corte, o que acentuou as lesões nestes locais (MATTIUZ et al., 2002).

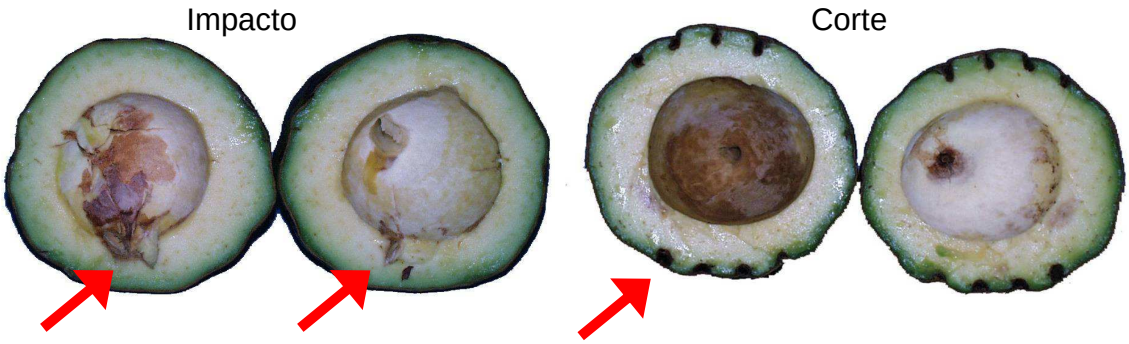


FIGURA 4. Lesões por impacto e corte, em abacate 'Quintal', após 6 dias de armazenamento sob condição ambiente (22℃ e 60%UR).

A qualidade da polpa dos frutos, indicada pelos teores de acidez titulável e de carboidratos solúveis, não foi afetada pelas diferentes lesões, como é mostrado na Tabela 1, sendo que não houve efeitos significativos dos tratamentos e as modificações relatadas dizem respeito ao amadurecimento dos frutos.

TABELA 1 Conteúdos de acidez titulável (g de ácido cítrico $100g^{-1}$) e carboidratos solúveis ($g.100g^{-1}$) em abacates 'Quintal' e 'Hass', submetidos a diferentes lesões e armazenados sob condições de ambiente.

Tempo (dias)	Testemunha	Impacto	Compressão	Corte
		'Quintal'		
		Acidez titulável		
1	0,06 Ab	0,05 Aa	0,06 Ab	0,05 Ab
6	0,09 Aa	0,05 Ba	0,10 Aa	0,09 Aa
		Carboidratos solúveis		
1	3,92 ^{NS}	3,89 ^{NS}	3,96 ^{NS}	3,80 ^{NS}
6	2,54 ^{NS}	3,23 ^{NS}	2,72 ^{NS}	3,12 ^{NS}
		'Hass'		
		Acidez titulável		
1	0,04 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,05 ^{NS}
6	0,06 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,05 ^{NS}
		Carboidratos solúveis		
1	1,42 Aa	1,38 Ab	1,40 Aa	1,37 Aa
6	1,27 Ca	1,60 Aa	1,35 BCa	1,56 ABa

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada parâmetro analisado e em cada cultivar, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P<0,05$).
^{NS} = não significativo.
('Quintal' - 25ºC e 60% UR; 'Hass' - 24ºC e 60% UR)

4.4 Conclusões

O uso da tomografia de ressonância magnética permitiu visualizar que frutos cultivar Hass, quando submetidos a compressão, impacto e corte não indicaram a ocorrência de lesionamento interno, durante o amadurecimento, enquanto que frutos da 'Quintal', submetidos à compressão e impacto, apesar de não mostrarem lesões externas, indicaram a ocorrência de lesionamento interno e a evolução do mesmo durante o amadurecimento. Os frutos das cultivares estudadas mantiveram a qualidade durante o período de armazenamento.

CAPÍTULO 5 – ESTRUTURA CELULAR DE ABACATE ‘QUINTAL’ INJURIADO MECANICAMENTE

RESUMO – Avaliou-se os efeitos de injúrias mecânicas, por impacto, compressão e corte nas estruturas celulares de abacates ‘Quintal’. Na injúria por Impacto, eles foram deixados cair, em queda livre, de uma altura de 2,00 m, sobre os lados opostos, de sua região equatorial; na Compressão, foram colocados sob um peso de 117,6 N, por 24 horas o que provocou 2 lesões opostas, no sentido longitudinal; e os Cortes foram aplicados em número de quatro, longitudinalmente, com 40 mm de comprimento e 4 mm de profundidade, nos lados opostos dos frutos. Após 5 dias de armazenamento, sob condições de ambiente (25℃ e 60 % UR), procedeu-se a verificação das estruturas celulares através de microscopia eletrônica de varredura. A microscopia eletrônica de varredura indicou que os abacates injuriados por compressão e impacto, embora sem lesões aparentemente visíveis, apresentavam desordem celular em suas estruturas.

Palavras-chave: compressão, corte, impacto, injúrias mecânicas, microscopia eletrônica de varredura, *Persea americana*

5.1 Introdução

As lesões mecânicas, durante o manejo na colheita e pós-colheita são responsáveis por perdas significativas durante a distribuição e a comercialização. Elas afetam diretamente a aparência externa, que é um dos mais importantes atributos de qualidade das frutas, e é o principal fator de rejeição pelo consumidor.

Muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo de injúrias mecânicas em produtos hortícolas, visando a redução de seus efeitos maléficos na qualidade do produto final. Existem informações que tais injúrias ocasionam danos irreparáveis em tomate (MORETTI & SARGENT, 2000), e batatas (SALTVEIT & LOCY, 1982), e em frutas como maçãs (SAMIM & BANKS, 1993), bananas (SANCHES et al., 2004), mamão papaia (QUINTANA & PAULL, 1993), goiabas (MATTIUZ et al., 2002) e abacate (SANCHES et al., 2003).

O desenvolvimento do microscópio eletrônico ampliou a capacidade de observação da estrutura microcelular, além da melhoria das técnicas de preparação das amostras. Muitas concepções sobre a morfologia de certos organismos, sobre a organização de tecidos e funções celulares foram radicalmente alteradas. Nenhuma outra ferramenta de pesquisa experimentou tão rápido avanço, em toda a história da ciência, quanto os microscópios eletrônicos de transmissão e de varredura (SANTOS, 1996).

Quando o interesse maior é obter informações topográficas, o microscópio eletrônico de varredura é o instrumento mais versátil para avaliação, exame e análise das características microestruturais de amostras biológicas e não-biológicas (DYKSTRA, 1993). A grande vantagem deste instrumento é a elevada profundidade de campo, da ordem de 10 µm para aumentos de cerca de 10.000 X, chegando a 1 cm para aumentos de 20 X. Esta característica possibilita obter imagens estereoscópicas bem focadas até com espécimes macroscópicos. Além disso, no microscópio eletrônico de varredura, a amostra pode ser inclinada e rotacionada, sob o feixe eletrônico, em todas as orientações, logo, precisa estar bem preservada nas três dimensões (CASTRO et al., 2002).

A microscopia eletrônica de varredura tem sido utilizada para diversos fins, como para fiscalizar a qualidade do café torrado e moído, fraudado por cereais (AMBONI, et al.,1999); para observar a camada de cera de maçãs refrigeradas (CASTRO et al., 2002); e para avaliar danos mecânicos em melões, causados pelo congelamento (RESENDE & CAL-VIDAL, 2002).

Este trabalho objetivou avaliar as estruturas celulares de abacates 'Quintal' submetidos às injúrias mecânicas, impacto, compressão e corte, através de microscópio eletrônico de varredura.

5.2 Material e Métodos

Foram utilizados para este experimento frutos de abacateiro da cultivar Quintal. Os frutos foram cuidadosamente colhidos com coloração verde-opaca e mostrando facilidade para separação da planta (BLEINROTH, 1995), em propriedade agrícola do município de Jardinópolis – SP, no dia 20 de março de 2003. Logo após a colheita estes frutos foram cuidadosamente transportados para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP. Após imersão em água fria (15 ℃) clorada (150 μg de cloro.L^{-1}), por cinco minutos, e repouso por 1 hora, os frutos foram submetidos às injúrias mecânicas.

Além dos frutos que não sofreram qualquer tipo de lesão (Testemunha), houveram os que receberam as injúrias, num total de 3 repetições por tratamento. Para o Impacto, eles foram deixados cair, em queda livre, de uma altura de 2,00 m. Cada fruto sofreu dois impactos, em lados opostos, na sua região equatorial. Para a injúria por Compressão, eles foram colocados sob um peso de 117,6 N, por 24 horas, provocando 2 lesões opostas, no sentido longitudinal dos frutos. O lesionamento por Cortes foi conseguido aplicando-se quatro cortes longitudinais, com 40 mm de comprimento e 4 mm de profundidade, nos lados opostos dos frutos. As áreas lesionadas eram demarcadas e os frutos armazenados sob condição de ambiente (25±1℃ e 60 ±6% UR).

Após cinco dias de armazenamento, quando os frutos já se encontravam totalmente maduros, mas com textura ainda firme, procedeu-se a análise das estruturas celulares dos tecidos injuriados mecanicamente, através de microscopia eletrônica de varredura.

As amostras de polpa eram retiradas, com cerca de 1 cm de diâmetro, do local da injúria, usando-se lâmina de bisturi, e eram fixadas, imediatamente, em glutaraldeído a 3% em tampão de fosfato de potássio a 0,05 M e pH 7,4, por 72 h. A seguir, eram lavadas por seis vezes consecutivas com a solução tampão isenta do glutaraldeído, em intervalos de 15 min. e pós-fixados em tetróxido de ósmio a 2%, no mesmo tampão, por cerca de 12 h. Posteriormente, eram novamente lavados com a solução tampão, desidratados em uma série gradual de álcool etílico (30, 50, 70, 80, 90, 95, 100, 100 e 100%), durante 20 minutos em cada solução, secos em secador de ponto crítico, utilizando-se CO_2, montados, metalizados com cerca de 35 nm de ouro-paládio, observados e elétromicrografados em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 5410, operado em 15 kV (SANTOS & MAIA, 1997).

Para a revelação das elétromicrografias utilizou-se o revelador Microdol-x, grão fino, da Kodak®, diluído em água (1:3, p:v), e fixador Kodak®.

5.3 Resultados e Discussão

Na Figura 1 é apresentada a estrutura celular do abacate ‘Quintal’, quando livre de injúrias mecânicas e depois que o mesmo foi injuriado. Na Figura 1A observa-se que em sua parede celular há células oleaginosas, facilmente identificáveis e indicadas pelas setas.

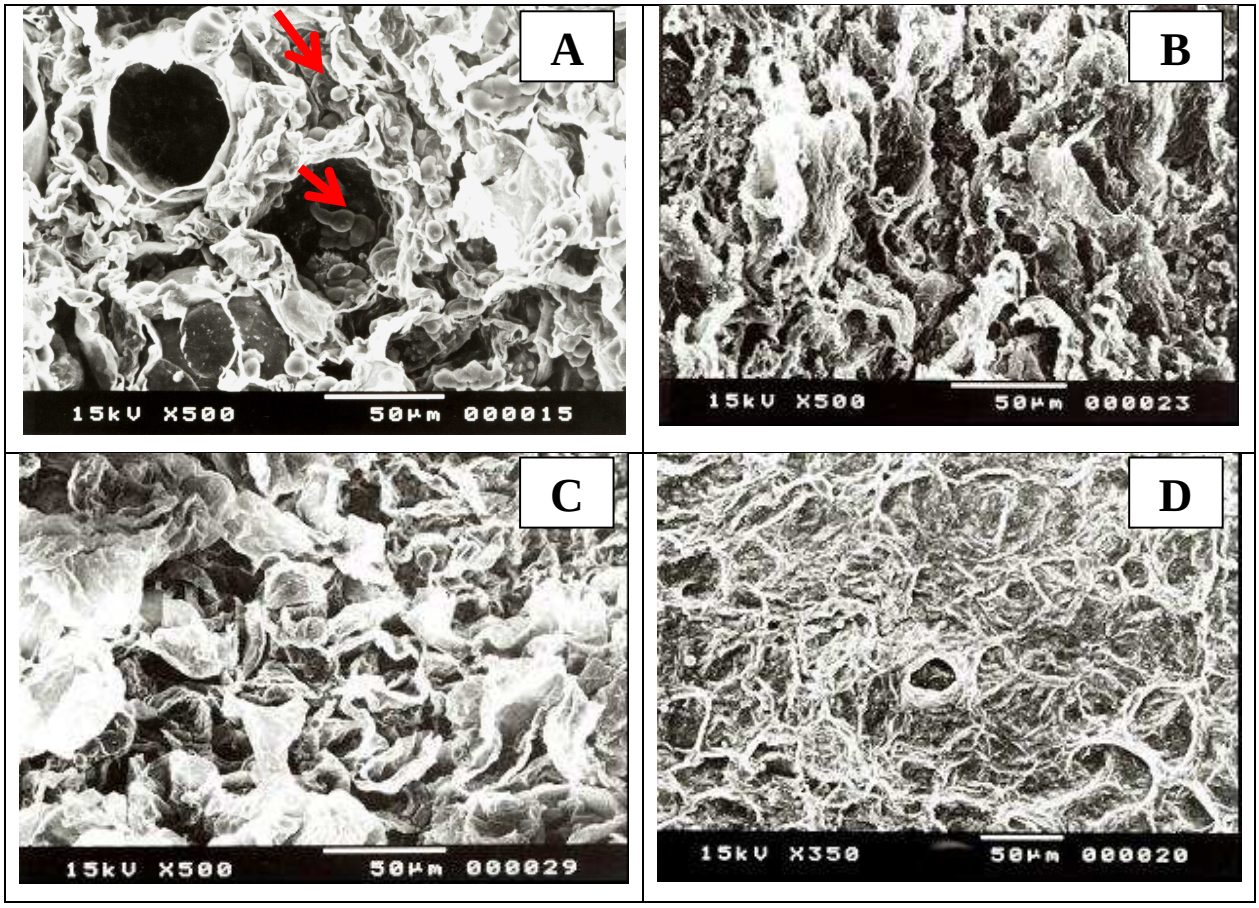


FIGURA 1. Elétromicrografias de varredura da estrutura celular de abacates 'Quintal' submetidos a diferentes injurias, após cinco dias de armazenamento sob condições de ambiente (25℃ e 60% UR). Testemunha (A); Compressão (B); Impacto (C); e Corte (D).

Os frutos que sofreram Compressão não apresentaram sintomas externos prontamente visíveis, ou seja, o mesocarpo dos frutos mostrou-se intacto após a injúria, mas quando se fez a observação de suas estruturas em microscópio eletrônico, observou-se desarranjo em sua estrutura, como é mostrado na Figura 1 B. Estes desarranjos provavelmente foram causados pelo colapso dos carboidratos após a injúria (CHINACHOTI & STEINBERG, 1984), bem como pelo rompimento das células oleaginosas.

Na injúria por Impacto, os abacates também não apresentaram sintomas externos (Figura 2 A), mas, internamente, apresentaram fissuras na polpa, próximas ao

caroço (Figura 2 B). À medida que os frutos foram amadurecendo, estas fissuras aumentaram, mas ao mesmo tempo, o caroço produziu tecido para preenchê-las e inibir seu avanço pela polpa. Na Figura 1 C é mostrada a estrutura microscópica do tecido que preencheu esta fissura, em cinco dias, e pode-se observar que o mesmo apresenta estrutura desordenada, como o apresentado pelos frutos injuriados por compressão.

Os cortes, apresentaram-se como traços escurecidos na polpa e após cinco dias de armazenamento esta área já estava totalmente cicatrizada, devido à lignificação dos tecidos nessa região (Figura 2 C), cuja estrutura microscópica pode ser visualizada na Figura 1D.

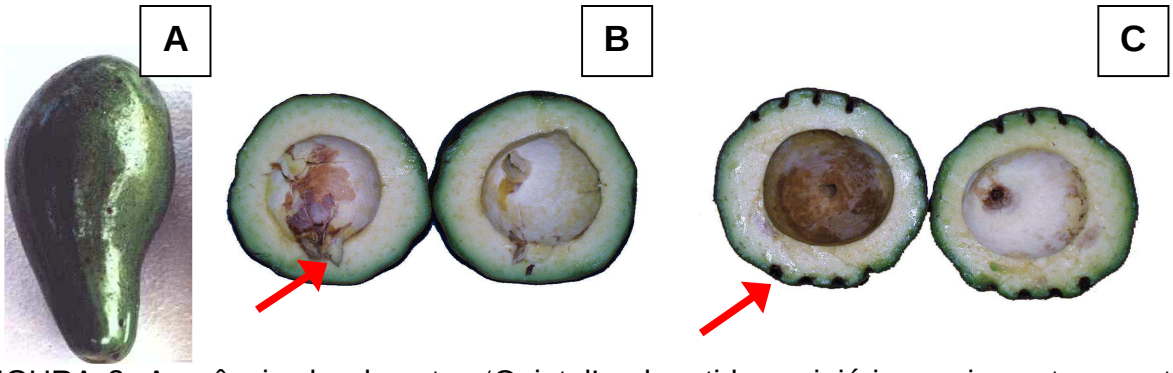


FIGURA 2. Aparência de abacates ‘Quintal’ submetidos a injúria por impacto e corte, após cinco dias de armazenamento sob condições de ambiente (25℃ e 60%UR). Aparência externa de abacate injuriado por impacto (A); aparência interna de abacate injuriado por impacto (B); aparência interna de abacate injuriado por corte (C).

5.4 Conclusões

A microscopia eletrônica de varredura mostrou que os tecidos da polpa de abacates ‘Quintal’, quando injuriados mecanicamente apresentaram desordem celular em suas estruturas e que eles são protegidos por diferentes processos de cicatrização.

CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES

A seqüência dos experimentos, cujos resultados foram apresentados após se ter vivenciado dificuldades, dúvidas e acertos, permitiu que se visualizasse as implicações relatadas a seguir:

A lesão por corte foi a mais prejudicial aos abacates, porém esta fruta apresentou poder cicatrizante excepcional, formando uma casca sobre a lesão, e que era retirava com facilidade, sem afetar a polpa. Estudos devem ser incentivados a respeito desta eficiente cicatrização, para descobrir que componentes são os responsáveis.

Nas cultivares de abacates com frutos grandes, como a 'Quintal', queda de alturas maiores que dois metros levou os frutos a rachaduras. Até os dois metros, se formaram fissuras ao redor do caroço, que foram preenchidas por filamentos de aspecto duro, do próprio caroço, e a polpa não se mostrou amolecida ou deteriorada neste local. Este é outro aspecto interessante encontrado em abacates e deve ser mais bem estudado. Vivenciando a colheita das cultivares com frutos maiores, observou-se que os colhedores recolhem do chão os frutos que não estão rachados, enviando-os ao mercado, pois aparentemente estão intactos. O consumidor só verificará que os frutos não foram adequadamente tratados na pós-colheita, quando os corta ao meio e verifica a presença de filamentos duros na polpa. Este defeito prejudica a comercialização desta fruta, pois torna o consumidor refratário a novas compras.

A tomografia de ressonância magnética permite identificar a ocorrência destes danos internos, sem a destruição dos frutos. A operacionalização desta possibilidade seria a automatização, com a passagem das frutas através do tomógrafo utilizando-se esteira móvel. Outros estudos devem ser realizados para que esta possibilidade se torne real, pois a obtenção das imagens ainda demora cerca de 8 minutos. Este tempo deve ser reduzido a frações de segundos, para viabilizar esta tecnologia em escala industrial.

Este trabalho também permitiu observar que os produtores brasileiros não empregam tecnologia eficiente na pós-colheita das frutas destinadas ao mercado interno, seja por desconhecimento ou baixa remuneração pelo mercado. Esta situação é agravada, quando se tem que abacates podem estar lesionados e/ ou modificados internamente sem sintomas externos. Para os frutos destinados a exportação, esta tecnologia é mais adequada, assim como os frutos das cultivares utilizadas são mais resistentes às injúrias estudadas.

O abacate da cultivar Hass apresenta as características organolépticas bastante diferentes das demais cultivares e, devido a grande dificuldade de comparação sugere-se que esta cultivar seja estudado em separado.

As enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase, polifenoloxidase e peroxidase deverão ser mais estudadas, pois o conhecimento a respeito das mesmas, em abacates, é reduzido. Isto contribuirá para que estude melhor o processo do amadurecimento e quais as proteções que deverão ser priorizadas durante os processos de colheita e pós-colheita, visando a produção dos frutos exigidos pelo mercado.

O consumo do abacate também deve ser incentivado, pois além de ser uma fruta rica em nutrientes e com vários efeitos nutraceuticos, é pouco conhecida e apreciada pelos brasileiros, apesar de todas as possibilidades de uso na culinária.

CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTWEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2 nd ed. San Diego: Academic Press. 1992.

ALLAIN, C.C.; POON, L.S.; CHAN, C.S.G.; RICHMOND, W.; FU, P.C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry***,* Washington, v.120, p.470-475, 1974.

AMBONI, R. D. de M. C.; FRANCISCO, A. de; TEIXEIRA, E. Utilização de microscopia eletrônica de varredura para detecção de fraudes em café torrado e moído. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3. p. 331-313, 1999.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 11 ed. Washington, AOAC, 1970. 1015p.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12. ed. Washington, AOAC, 1995. 1094 p.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed. Washington: Ed. Patricia Cummiff, 1997.v.2, cap. 37, método 942.15 e método 932.12.

BANKS, N.H.; JOSEPH, M. Factors affecting resistance of banana fruit to compression and impact bruising. **Journal of Food Science and Agriculture,** Sussex, v.56, p.315-323, 1991.

BARREIRO A.; ORTIZ, C.; ALTISENT, M. J.; CABELLO, J.R.; VALLE, M.E.M.; RECASENS, I.; ASENSIO, M. Mealiness assessment in apples and peaches using MRI techniques. **Magnetic Resonance Imaging**, Amsterdam, v.18, p.1175-1181, 2000.

BERTLING, I.; BOWER, J. P.; DENNISON, M. T. ¿Está el contenido en azúcares de los cultivares de aguacate relacionado con las características de calidad de su fruta?. In: WORLD AVOCADO CONGRESS, 5, 2003, Granada-Málaga. **Abstracts...** Granada-Málaga: Consejería de Agricultura y Pesca, 2003. p. 88.

BISCEGLI, C.I.; FRANCO, R. W. de A.; TANNUS, A.; COLNAGO, L.A. Use of magnetic resonance and spectroscopy in tropical fruits: challenges and opportunities. In: CRUVINEL, P. E.; COLNAGO, L. A. (Ed.) **Advances in agricultural tomography.** São Carlos: Embrapa Agricultural Instrumention, 2000. p. 77-78.

BISCEGLI, C.I.; MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Uso da tomografia de ressonância magnética para diagnosticar os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. **Comunicado Técnico** da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, 2002, 4p.

BLEINROTH, E.W. Colheita e tratamentos. In: GAYET, J.P. et al. (Ed.). **Abacate para exportação:** procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: Embrapa –SPI, 1995. p. 10-23.

BLEINROTH, E.W.; CASTRO, J.V. de. Matéria-prima. In: ITAL. **Abacate** – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: ITAL, 1992. p. 58-148.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

BURTON, C.L.; SCHULTE-PASON, N.L. Carbon dioxide as an indicator of fruit impact damage. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 2, p. 281-282, 1987.

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

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.

CASTRO, L. A. S. de; SANHUEZA, R. M. V.; CANTILLANO, R. F. F.; ROCHA, N. E. M. Metodologia para observação da camada de cera em maçãs, utilizando microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3. p. 774-775, 2002.

CHEN, P.; McCARTHY, M. J.; KAUTEN, R. NMR for internal quality evaluation of fruits and vegetables. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 32, n. 5, p. 1747-1753, 1989.

CHEN, P.; McCARTHY, M. J.; KIM, S. M.; ZION, B. Development of a high-speed NMR technique for sensing maturity of avocados. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n. 6, p. 2205-2209, 1996.

CHINACHOTI, P.; STEINBERG, M.P. Interaction of sucrose with starch during dehydration as shown by water sorption. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, p. 1604-1608, 1984.

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

CHUMA, Y.; MURATA, S.; IWAMOTO, M.; NISHIHARA, A.; HORI, Y. Donner strawberry transportation in refrigerated truck for 700 kilometers. **Annals of the Agricultural Engineering Society,** v. 45, n. 2, p. 292-297, 1984.

CLARK, C. J.; BURMEISTER, D. M. Magnetic resonance imaging of browning development in 'Braeburn' apple during controlled-atmosphere storage under high CO_2. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 5, p. 915-919, 1999.

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, n. 11, p. 1-21, 1997.

CLARK, C. J.; RICHARDSON, A. C.; MARSH, K. B. Quantitative magnetic resonance imaging of Satsuma Mandarin fruit during growth. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 6, p. 1071-1075, 1999.

COLQUHOUN, D. M.; MOORES, D.; SOMERSET, S. M.; HUMPHRIES J. A. Comparison of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado, and a high-carbohydrate diet. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 56 p. 671-7, 1992.

CORRÊA, A.D.; ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; RIBEIRO, L.J. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante a maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n. 1, p.130-135, 2000.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação**: aspectos técnicos de produção. Brasília, DF: DENACOOP. 109p. 1995. (Série publicações técnicas, DENACOOP/ FRUPEX, 2).

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBER, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry,** Washington, v.2, n.3, p. 350-356, 1956.

DURIGAN, M.F.B. **Injúrias mecânicas na qualidade de mangas 'Palmer' e 'Keitt'.** 2003. 63f. Trabalho de graduação (Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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.

DYKSTRA, M.J. **A Manual of applied techniques for biological electron microscopy**. New York: Plenum Press, 1993. 257p.

FALEIROS, R.R.S. **Inter-relações metabólicas em *Sorgum bicolor* L. Moench e *Dolichos lablab* L., cultivados isoladamente ou em culturas intercaladas.** 1978. 127f. Tese (Livre Docência em Bioquímica) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1978.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION – FAO (2004). **Statistical database.** Disponível em: <www.apps.fao.org>. Acesso em: 12 jun. 2005.

FRANCISCO, V.L.F. dos S., BAPTISTELLA, C. da S.L. Cultura do abacate no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 27-41, 2005.

GALED, G.; FERNÁNDEZ-VALLE, M.E.; MARTÍNEZ, A.; HERASA, A. Application of MRI to monitor the process of ripening and decay in citrus treated with chitosan solutions. **Magnetic Resonance Imaging,** Amsterdam, n.22, p.127–137, 2004.

GARCIA, E.E.C.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. Embalagem para exportação. In: EMBRAPA. **Abacate para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA –SPI. 1995. p. 27-36 (Série publicações técnicas FRUPEX, 15).

GAYET, J.P.Características das frutas de exportação. In: EMBRAPA. **Abacate para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA –SPI. 1995. p. 9 (Série publicações técnicas FRUPEX, 15).

GHAZALI, H.M.N., LEONG, N. Polygalacturonase activity in starfruit. **Food Chemistry**, Whiteknights, v.24, n.1, p.147-157, 1987.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 7ª ed., Piracicaba: Nobel, 1977, 430p.

GONZALEZ, J.J.; VALLE, R.C.; BOBROFF, S.; BIASI, W.V.; MITCHAM, E.J.; McCARTHY, M.J. Detection and monitoring of internal browning development in 'Fuji' apples using MRI**. Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.22, p.179-188, 2001.

GUIRRA NET RURAL. (2004). **Abacate.** Disponível em: <www.guirra.com.br/az/abacate.htm>. Acesso em: 12 jul. 2005.

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.

HOFFMAN, R. **Componentes principais**. Piracicaba, SP: ESALQ, 25 p. 1992. (Série Didática, 76).

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

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p. 320-327, 1966.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal.** 2004. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 jun. 2005.

IWAMOTO, K.; SHIGA, T.; CHUMA, Y. Effects of dropping and waxing practices in the packing house lines on the quality of Satsuma mandarins. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kyoto, v.45, n.2, p.203-209, 1976.

IWAMOTO, M.; HAYAKAWA, A.; KAWANO, S.; MANAGO, M. Effect of dropping practice in packing house lines on the quality of Satsuma mandarin. **Annals of the Engineering Society,** v. 45, n. 4, p. 539-544, 1984.

KASAT, G.F. **Efeito de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de pêssegos 'Aurora-1'.** 2004. 47f. Trabalho de graduação (Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

KAYS, J.S. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial:** manga e abacate, 3. ed. São Paulo: Nobel, 1978.

MASSEY, L.M.; CHASE, B.R.; STARR, M.S. Effect of rough handling on CO_2 evolution from ‘Howes’ cranberries. **HortScience**, Alexandria, v. 17, p. 57-58, 1982.

MATTIUZ, B.H. **Injúrias mecânicas e processamento mínimo de goiabas: fisiologia e qualidade pós-colheita.** 2002. 120f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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, n.3, p.641-643, 2002.

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

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

MAZUCCO, R.A. JOYCE, D.C.; HOCKINGS, P.D. Magnetic resonance imaging applied to harvest mango fruit. In: AUSTRALASIAN POSTHARVEST CONFERENCE, 5, 1993, Gatton, **Proceedings…** Gatton, 1993. p.355-358.

McCREADY, P.M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12 p. 1586-1588, 1952.

McLOAD, R.F.; KADER, A.A.; MORRIS, L.L. Stimulation of ethylene and CO_2 production of mature-green tomatoes by impact bruising. **HortScience**, Alexandria, v.11, p.604-606, 1976.

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; TANGO, J.S.; CANTO, W.L. **Abacate:** da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 1978. 212p.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p. 426-428, 1959.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**: structure, physical characteristics and mechanical properties. New York: Gordon and Breach, 2 nd ed., 1986, 891p.

MONTENEGRO, H. W. S. **A cultura do abacateiro**. São Paulo: Melhoramentos, 102p. 1951. (Criação e Lavoura, n. 11).

MOREIRA, R. S.; SAES, L. A. Considerações sobre o banco de germoplasma do IAC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7. 1984, Florianópolis, SC. **Anais**. Florianópolis: SBF/EMPASC, 1994. v. 1, p. 220-236.

MORETTI, C.L. **Injúrias internas de impacto em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita**. 1998. 132f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A. Alteração de sabor e aroma em tomates causada por impacto. **Scientia Agrícola,** Piracicaba, v. 57, n.3, p. 385-388, 2000.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J.; PUSCHMANN, R. Armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com injúria interna de impacto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 465-469, 2002.

NASCIMENTO, A.S. do; BISCEGLI, C.I.; MENDONÇA M. da C.; CARVALHO, R. da S. Avanços em tratamentos quarentenários para exportação de manga brasileira: tratamento hidrotérmico e tomografia de ressonância magnética. In: ALVES, R. E.; VELOZ, C.S. (Org.) **Exigências quarentenárias para exportação de frutas tropicais e subtropicais.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/CYTED/CONACYT, 1999. p. 155-171.

NETER, J; WASSERMAN, W.; WHITMORE, G. A. **Applied linear statistical models**. Massachussetts: Allyn and Bacon, Inc. 1978. 745p.

OLIVEIRA, M.A. de. **Utilização de películas de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guayava*) variedade Kumagai**. , 1996. 73f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

OLIVEIRA, M.A. de; SANTOS, C.H. dos; HENRIQUE, C.M.; RODRIGUES, J.D. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro cultivar Fuerte, armazenados em temperatura ambiente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.4, p. 777-780, 2000.

PARKER, M.L.; WARDOWSKI, W.F.; DEWEY, D.H. A damage test for oranges in a commercial packing house line. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society,** Winter Haven, v. 97, p. 136-137. 1984.

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

RADI, M; MAHROUZ, M.; JAQUAD, A. Phenolic composition, browning susceptibility and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.6, p.1087-1091. 1997.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, 1969.

RESENDE, J. V.; CAL-VIDAL, J. Frutos de melão submetidos à pré-tratamentos com hidrocolóides: efeitos do processo de congelamento sobre a microestrutura celular. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3. p. 295-304, 2002.

SALTVEIT, M.E.Jr.; LOCY, R.D. Cultivar differences in ethylene production by wounded sweet potato roots. **Journal of the American Society for Horticultural Science,** Alexandria, v. 107, n. 6, p. 1114-1117, 1982.

SAMIM, W.; BANKS, N.H. Colour changes in bruised apple fruit tissue. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science,** Wellington, v. 21, n. 4, p. 367-372, 1993.

SANCHES, J. **Qualidade pós-colheita de bananas (*Musa cavendishii*) 'Nanicão', através da classificação de defeitos físicos, embalagens e tecnologia do frio.** 2002. 98f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Pós-colheita) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas, 2002.

SANCHES, J.; BISCEGLI, C. I.; DURIGAN, J. F.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L. da. Diagnosis of mechanical injuries in avocados by magnetic resonance imaging. In:

WORLD AVOCADO CONGRESS, 5, 2003, Granada-Málaga. **Proceedings...** Granada-Málaga: Consejería de Agricultura y Pesca, 2003. v. 2, p. 695-700.

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, 2004.

SANTOS, J. M. dos. **Microscopia eletrônica de varredura aplicada às ciências biológicas**. Jaboticabal: Funep. 56p. 1996 (Apostila).

SANTOS, J. M., MAIA, A. S., dos. A SEM technique for preparing biological control agents of nematodes in action. **Acta Microscopica**, Rio de Janeiro, v. 6, Suppl. B, p. 550-551, 1997.

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.

SCIANCALEPORE, V.; DORBESSAN, W. Inflencia de la variedad sobre la composición acídica y la estructura gliceridica del aceite de aguacate. **Reviews of Agriculture Subtropical and Tropical**, Florence, v. 75, n. 1 p. 109-115, 1981.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR – SECEX. 2003. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br>. Acesso em: 23 abr. 2006.

SONEGO, L.; BEM-ARIE, R.; RAYNAL, J.; PECH, J.C. Biochemical and physical evaluation of textural characteristics of nectarines exhibiting woolly breakdown: NMR imaging, X-ray computed tomography and pectin composition. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, n.3, p. 187-198, 1995.

SOUZA, R.A.M. de. Mercado para produtos minimamente processados. **Informações Econômicas,** São Paulo, v. 31, n. 3, p. 7-18, 2001.

TEIXEIRA, C.G. Cultura. In: ITAL. **Abacate – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1992. p. 1-57.

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. Frutos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.): caracterização, qualidade e conservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.116-120, 2001.

THOMAS, P.; KANNAN, A.; DEGWEIKAR, V.H.; RAMAMURTHY, M.S. Non-destructive detection of seed weevil-infested mango fruits by X-ray imaging. **Postharvest Biology and Technology,** Amsterdam, n. 5. p. 161-165, 1995.

VIGNEAULT, C.; BORDINT, M. R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para hortaliças e frutas. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, p.98-121.

VILLELA, G.; BACILA, M.; TASTALDI, H. **Técnicas e experimentos de bioquímica.** Rio de Janeiro: Guanabara – Koogam, 1973. 552p.

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.

WANG, C.T.; WANG, P.C. Nondestructive detection of core breakdown in ‘Barlett’ pears with nuclear magnetic resonance imaging. **HortScience**, Alexandria, v. 24, n. 1, p. 106-109, 1989.

WANG, S.Y.; WANG, P.C.; FAUST, M. Nondestructive detection of watercore in apple with nuclear magnetic resonance imaging. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 35, p. 227-234, 1988.

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

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas.** Zaragoza: Editorial Acribia, 1997, 363p.

WILLIAMS, L.O. The botany of the avocado and its relatives. **Proceedings of First International of Tropical Fruits.** Short Course: The Avocado, Florida, p.9-15, 1976.

WOOLF, A.B.; MACRAE, E.A.; SPOONER, K.J.; REDGWELL, R.J. Changes to physical properties of the cell wall and polyuronides in response to heat treatment of 'Fuyu' persimmon that alleviate chilling injury. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, n.5, p. 698-702, 1997.

YUTAKA, C.; HIROMI, I.; TAKAHISA, M. Bruise and respiration characteristics of citrus 'Unshiu' as related to material handling and in-transit injury. **Annals of the Engineering Society,** Washington, v. 45, n. 1, p. 104-108, 1984.

ZION, B.; CHEN, P.; McCARTHY, M.J. Nondestructive quality evaluation of fresh prunes by NMR spectroscopy. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** Sussex, v. 67, p. 423-429, 1995.

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