

RAILENE HÉRICA CARLOS ROCHA

**ALTERAÇÕES ANATÔMICAS, FÍSICAS E FISIOLÓGICAS  
INDUZIDAS POR ESTRESSES MECÂNICOS  
EM MELÃO GÁLIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R672a  
2008

Rocha, Railene Hérica Carlos, 1977-  
Alterações anatômicas, físicas e fisiológicas induzidas  
por estresses mecânicos em melão gália / Railene Hérica  
Carlos Rocha. – Viçosa, MG, 2008.  
xv, 130f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Melão - Efeito do estresse mecânico. I. Universidade  
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.61

RAILENE HÉRICA CARLOS ROCHA

**ALTERAÇÕES ANATÔMICAS, FÍSICAS E FISIOLÓGICAS  
INDUZIDAS POR ESTRESSES MECÂNICOS  
EM MELÃO GÁLIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2008.

---

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira  
(Co-Orientador)

---

Pesq. Ebenézer de Oliveira Silva  
(Co-Orientador)

---

Prof<sup>a</sup> Marília Contin Ventrella

---

Prof. Claudio Horst Bruckner

---

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
(Orientador)

A Deus, minha luz, minha força, minha vida.

Aos meus pais Raimundo Rocha e Marlene Carlos Rocha.

Aos meus irmãos Ricardo César e Herickson Gustavo e suas esposas.

Aos meus sobrinhos, pequeninos e queridos.

Ao meu bebê, que chegará trazendo muito amor, alegria e  
felicidade.

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, minha fonte de alegria e refúgio, por ter-me dado a vida e com ela saúde, inteligência, força, coragem e humildade para prosseguir na minha jornada.

Aos meus pais Raimundo Rocha e Marlene Carlos Rocha, pelo exemplo de união familiar, amor, dedicação e força em todas as situações da minha vida, os quais são responsáveis diretamente pela minha educação e dedicação profissional.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de auxílio financeiro.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pela oportunidade de realização dos experimentos da tese.

Ao Programa de Desenvolvimento de Tecnologia para a Agropecuária Brasileira (PRODETAB), pelo apoio financeiro nos experimentos.

Ao Professor Rolf Puschmann, por, ao me conhecer em Mossoró, ter-me incentivado a fazer a inscrição no doutorado da UFV, incentivo esse que me deu a oportunidade de fazer parte desta renomada Instituição de ensino superior.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, pela orientação, pelos ilustres ensinamentos, conselhos, pela confiança e pelo apoio incansável em todas as etapas do Curso.

Ao Professor Dalmo Lopes de Siqueira, pelos ensinamentos, acompanhamentos, conselhos e pelas sugestões nos meus trabalhos.

Ao Dr. Ebenézer de Oliveira Silva, pelos valiosos ensinamentos, pelo apoio e pela confiança e oportunidade de realização dos experimentos da tese na Embrapa Agroindústria Tropical.

À Professora Marília Contin Ventrella, pela fundamental contribuição nos trabalhos e participação na banca.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela atenção, pelas sugestões e pelos ensinamentos estatísticos.

Ao Professor Claudio Horst Bruckner, pelo apoio, acompanhamento e pelos ensinamentos em Fruticultura.

À Professora Arlete, pela oportunidade de realização das análises de microscopia de luz no Laboratório de Anatomia Vegetal da UFC-CE, pelos ensinamentos e pelo apoio, especialmente na fase final dos trabalhos.

À Pesquisadora Celli, pelo companheirismo, pela amizade e colaboração nas numerosas análises de microscopia eletrônica de varredura, na Embrapa.

À Associação dos Fruticultores da Bacia Potiguar, pela oportunidade de aprendizado no Sistema de Rastreabilidade da Cadeia Produtiva do Melão.

Ao produtor e meu amigo José Héilton, pelos conhecimentos compartilhados, pela receptividade em sua fazenda e concessão dos frutos para os experimentos.

Às estudantes Márcia, Juliana, Melissa e Rafaela, pela colaboração fundamental durante a realização dos trabalhos laboratoriais, na Embrapa.

Aos meus amigos Márcia Cândido, Aline, Danieele, Luana, Rose, Roberto Clayton, Marcelo Cleón, Franciscleudo e Adriano Simões, por terem partilhado conhecimentos e, direta ou indiretamente, colaborado para o desenvolvimento deste trabalho.

À Mara Rodrigues, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV, pela compreensão, pelo incentivo e por estar sempre prestativa nos momentos importantes.

À Carla, Secretária do Setor de Fruticultura; ao Robson e demais funcionários da Fruticultura da UFV, pela valiosa colaboração.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo.

## **BIOGRAFIA**

RAILENE HÉRICA CARLOS ROCHA, filha de Raimundo Rocha e Marlene Carlos Rocha, nasceu em 11 de dezembro de 1977, em Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte.

Em julho de 2000, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), antiga Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), em Mossoró, RN.

No ano seguinte, nessa mesma instituição, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia, onde atuou na área de Produção e Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças Tropicais, concluindo-o em fevereiro de 2003.

Em março de 2004, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Produção Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, onde atuou na área de Fruticultura, na linha de pesquisa Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Produtos Hortícolas, submetendo-se à defesa da tese em fevereiro de 2008.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	9
CAPÍTULO 1.....	13
CARACTERIZAÇÃO MORFOANATÔMICA DO MELÃO GÁLIA NO PONTO DE COLHEITA.....	13
RESUMO.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1. Análises morfológicas.....	18
2.2. Tomografia de ressonância magnética nuclear.....	18
2.3. Microscopia de luz.....	18
2.4. Microscopia eletrônica de varredura.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.1. Aspectos morfológicos do fruto.....	21
3.2. Tomografia de Ressonância Magnética Nuclear.....	23

	Página
3.3. Caracterização anatômica .....	24
4. CONCLUSÕES .....	32
5. REFERÊNCIAS.....	33
CAPÍTULO 2.....	36
ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS NO MELÃO GÁLIA INJURIADO MECANICAMENTE E ARMAZENADO SOB CONDIÇÕES AMBIENTAIS E REFRIGERAÇÃO.....	36
RESUMO .....	36
1. INTRODUÇÃO .....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	40
2.1. Indução de injúrias mecânicas em laboratório .....	41
2.2. Condições de armazenamento .....	43
2.3. Tomografia de ressonância magnética nuclear.....	43
2.4. Microscopia de luz.....	45
2.5. Microscopia eletrônica de varredura .....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
3.1. Análises visuais e tomografia de ressonância magnética nuclear .....	47
3.2. Análises microscópicas.....	52
4. CONCLUSÕES .....	62
5. REFERÊNCIAS.....	63
CAPÍTULO 3.....	66
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MELÃO GÁLIA SUBMETIDO A ESTRESSES MECÂNICOS E ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO.....	66
RESUMO .....	66
1. INTRODUÇÃO .....	68
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	70
2.1. Indução de injúrias mecânicas em laboratório .....	71
2.2. Períodos de armazenamento e análises de qualidade .....	72

	Página
2.2.1. Aparências externa e interna.....	73
2.2.2. Cor da casca e da polpa .....	74
2.2.3 Perda da Matéria Fresca.....	76
2.2.4 Firmeza da casca e da polpa .....	76
2.2.5. Sólidos solúveis (SS) .....	77
2.2.6. Acidez total titulável (ATT) e pH.....	77
2.2.7. Relação SS/ATT .....	77
2.2.8. Açúcares solúveis totais.....	77
2.3. Delineamento experimental .....	78
2.4. Atividade respiratória e produção de etileno .....	78
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
3.1. Aparência externa e interna .....	80
3.2. Cor da casca .....	86
3.3. Cor da polpa.....	90
3.4. Perda de matéria fresca .....	95
3.5. Firmeza da casca.....	98
3.6. Firmeza da polpa.....	100
3.7. Teores de sólidos solúveis (SS) e de açúcares solúveis totais....	103
3.8. Acidez total titulável (ATT) e pH.....	108
3.9. Relação SS/ATT .....	113
3.10. Produção de etileno.....	115
3.11. Atividade respiratória .....	117
4. CONCLUSÕES .....	120
5. REFERÊNCIAS.....	121
CONCLUSÕES GERAIS.....	126
APÊNDICE.....	128
APÊNDICE A .....	129

## RESUMO

ROCHA, Railene Hérica Carlos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Alterações anatômicas, físicas e fisiológicas induzidas por estresses mecânicos em melão Gália.** Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-Orientadores: Dalmo Lopes de Siqueira, Paulo Roberto Cecon e Ebenézer de Oliveira Silva.

Este trabalho teve por objetivos caracterizar a estrutura morfoanatômica, com ênfase no epicarpo e mesocarpo do melão Gália, híbrido ‘Solar King’, no ponto de colheita; e avaliar o efeito das injúrias mecânicas, provocadas por impacto, compressão e corte, sobre as características estruturais, físicas, químicas e fisiológicas ao longo do armazenamento dos frutos. Os melões foram obtidos em uma propriedade comercial do Município de Mossoró, RN, estabelecendo-se o ponto de colheita com base nos sólidos solúveis ao redor de 10%. No ponto de colheita, os frutos foram caracterizados morfológica (massa, espessura da polpa, comprimento longitudinal e transversal, relação de formato e índice de rendilhamento) e anatomicamente, por meio de microscopias de luz e eletrônica de varredura e de tomografias de ressonância magnética nuclear. Para avaliar o efeito das injúrias mecânicas decorrentes do manuseio pós-colheita, os frutos foram submetidos aos

seguintes tratamentos: T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular ao mesmo; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, dois cortes paralelos, executados seqüencialmente por lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura; e T<sub>5</sub>, melões submetidos aos danos dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido apical, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>. Nas análises estruturais, consideraram-se os tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>. Nas análises anatômicas, os melões foram mantidos sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR, analisados logo após as injúrias e aos três, seis e oito dias de armazenamento, ou foram refrigerados por 21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR e analisados aos 21 dias de refrigeração e aos três, seis e oito dias após a transferência dos frutos refrigerados para as condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR). As análises por tomografia de ressonância magnética nuclear aconteceram aproximadamente 48 h após as injúrias e aos três, seis e oito dias após a transferência dos frutos refrigerados para as condições ambientais. As avaliações físicas e químicas foram feitas por ocasião da colheita aos 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR) e aos 3, 6, 9 e 12 dias da transferência dos frutos refrigerados para as condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), considerando-se as aparências externa e interna do fruto, o ângulo Hue da casca e da polpa, a diferença total de cor (DE) da casca e da polpa, a perda de matéria fresca do fruto, a firmeza da casca e da polpa, o teor de sólidos solúveis, os açúcares solúveis totais, a acidez total titulável, o pH e a relação SS/ATT da polpa. As análises da atividade respiratória e da produção de etileno foram feitas diariamente durante o armazenamento dos frutos a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR. O melão Gália foi classificado como uma baga de formato esférico, com casca rendilhada, de coloração amarela e polpa branco-esverdeada. Aproximadamente 48 h após a colheita, em imagens de tomografia de ressonância magnética nuclear, o fruto apresentou-se estruturalmente íntegro. O epicarpo foi constituído por células de paredes espessadas e lignificadas,

rendilhamentos, ceras epicuticulares, estômatos e tricomas. O mesocarpo mais próximo ao exocarpo foi constituído por células menores e mais adensadas, as células mais internas foram mais volumosas, com espaços intercelulares maiores. Entre os estresses por compressão, impacto e corte, o corte foi o mais o grave, provocando injúria mecânica claramente perceptível logo após a incisão, intensa dessecação do pericarpo, colapso e morte dos tecidos do mesocarpo lateral à lesão, com o avanço dos períodos de armazenamento. Os melões apresentam grande resistência às alterações anatômicas relacionadas aos estresses mecânicos por impacto e compressão e ao longo período de armazenamento. As áreas rendilhadas, juntamente com as ceras epicuticulares e a estrutura adensada das primeiras camadas parenquimáticas, contribuíram para o controle da perda de umidade do fruto e para o amortecimento das injúrias. Ocorreram maior atividade respiratória e produção de etileno nos frutos com injúria mecânica, em comparação com os frutos não injuriados. A produção de etileno foi maior nas frutas com injúrias mecânicas, entre o terceiro e o quinto dia de armazenamento ( $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR). No aspecto geral, todos os frutos mantiveram boa qualidade até aproximadamente seis dias após a sua remoção da câmara fria (21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR), quando se registrou nota igual ou superior a 3 para as aparências externa e interna, teor de sólidos solúveis em torno de 8,5 e firmeza da polpa cerca de 4,0 N, independentemente da presença ou não de injúria mecânica.

## ABSTRACT

ROCHA, Railene Hérica Carlos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2008. **Anatomical, physical and physiological changes induced by mechanical stress in Galia melon.** Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-Advisers: Dalmo Lopes de Siqueira, Paulo Roberto Cecon and Ebenézer de Oliveira Silva.

The objectives of this work was to characterize the morphoanatomical structure of Galia melon, hybrid Solar King, at harvest time and evaluate the effect of mechanical stress by impact, compression and cutting on structural, physical, chemical and physiological characteristics over fruit storage. Melons were purchased from a commercial farm in the Municipality of Mossoró, RN, establishing the harvest time on the basis of percent soluble solids, around 10%. At harvest time, fruits were characterized morphologically (mass, pulp thickness, longitudinal and cross length, shape index and reticulation index) and anatomically, using light and electron scanning microscopies and nuclear magnetic resonance tomography. To evaluate the effect of mechanical injuries during postharvest handling, fruits were submitted to the following treatments: T<sub>1</sub>, control; T<sub>2</sub>, 5 min of 12 kg compression force from peduncle to apex and perpendicular to the same line; T<sub>3</sub>, fruits submitted to impact, a single fall with

impact point on the equatorial plane, from a height of 50 cm, over a 2.7-mm thick rubber blanket; T<sub>4</sub>, two parallel cuts were done sequentially using a blade 6.5 cm long and 1 mm thick; and T<sub>5</sub>, melons submitted to damages of treatments T2 towards apex, T3 and T4. The structural analyses considered treatments T1, T2, T3 and T4, whereas or anatomical analyses, fruits were kept at  $24 \pm 2$  °C and  $72 \pm 5\%$  UR and analyzed soon after injuries and at three, six and eight days of storage, or chilled for 21 days at  $8 \pm 2$  °C and  $85 \pm 5\%$  UR and analyzed after 21 days of refrigeration and at three, six and eight days after moving the fruits to ambient conditions ( $24 \pm 2$  °C and  $72 \pm 5\%$  UR). Nuclear magnetic resonance tomographies were performed approximately 48 h after injuries and at three, six and eight days after moving the fruits to ambient conditions. Physical and chemical evaluations were carried out at harvest, after 21 days of refrigeration ( $8 \pm 2$  °C and  $85 \pm 5\%$  UR) and at 3, 6, 9 and 12 days after moving the fruits to ambient conditions ( $24 \pm 2$  °C and  $72 \pm 5\%$  UR), considering the external and internal appearance of fruits, Hue angle of peel and pulp, total color difference of peel and pulp, loss of fruit fresh matter, skin and of pulp firmness, soluble solids content, total soluble sugars, total titrable acidity, pH and SS/TA ratio for pulp. Respiratory activity and ethylene production were analyzed daily during fruit storage at  $18 \pm 2$  °C and  $90 \pm 5\%$  UR. The Galia melon was described as a berry of round shape, with reticulated yellow skin and pale-green pulp. Fruits were shown structurally complete in images of nuclear magnetic resonance tomography, approximately 48 h after harvest. The epicarp consisted of thick and lignified wall cells, reticulated surface, epicuticular waxes, stomata and trichomes. The mesocarp closest to the exocarp consisted of smaller and denser cells, and the most inner cells were more voluminous, with larger intercellular spaces. Comparing stresses by compression, impact and cutting, cutting was the most severe, causing clearly perceptible mechanical injury just after the incision and intense desiccation of pericarp, collapse and death of mesocarp tissues lateral to the lesion, with elapsing of storage period. Fruits showed great resistance to anatomical changes related to mechanical stresses

by impact and compression and the long storage period. The reticulated parts, together with epicuticular waxes and denser structure of the first parenchymatic layers, contributed to control moisture loss and reduce injuries. Higher respiratory activity and ethylene production occurred in fruits with mechanical injury compared with non-injured ones. Ethylene production was higher in fruits with mechanical injuries, between the third and the fifth day of storage ( $18 \pm 2$  °C and  $90 \pm 5\%$  UR). Overall, all fruits maintained good quality until approximately six days after removing them from the cold chamber (21 days at  $8 \pm 2$  °C and  $85 \pm 5\%$  UR), when the recorded scores were equal or above 3 for the external and internal appearance, soluble solids content around 8.5 and pulp firmness about 4 N, independently of the presence or not of mechanical injury.

## INTRODUÇÃO GERAL

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma espécie comercialmente importante em muitos países, sendo seus frutos consumidos principalmente no verão. Devido à grande diversidade botânica observada nesta espécie, Munger e Robinson (1991) organizaram-na em sete grupos: *C. melo* L. *agrestis* Naud., *C. melo* L. *cantalupensis* Naud., *C. melo* L. *inodorus* Naud., *C. melo* L. *flexuosus* Naud., *C. melo* L. *conomon* Mark., *C. melo* L. *chito*, *C. melo* L. *dudaim* Naud. e *C. melo* L. *momordica*. Dentre esses grupos, destacam-se *C. melo* L. *inodorus* Naud. e *C. melo* L. *cantalupensis* Naud., por conterem os principais cultivares de importância comercial, os melões do tipo ‘Amarelo’ (lisos e rugosos), ‘Verde Espanhol’, ‘Cantaloupe’, ‘Gália’, ‘Charentais’ (lisos e reticulados) e outros tipos (‘Orange Flesh’, ‘Honeydew’, entre outros) (TORRES, 1997).

No Brasil, a cultura do meloeiro concentra-se na Região Nordeste, com destaque para os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, que contribuem com mais de 78% da área colhida e cerca de 80% da produção nacional de melão (AGRIANUAL, 2007). Essa produção é destinada, principalmente, ao mercado externo. Países Baixos, Reino Unido e Espanha são responsáveis por 95,15% das importações do melão brasileiro (SALES Jr. et al., 2004).

Entre os melões produzidos nessa região, o tipo Gália é um dos mais cultivados. Nesse tipo, incluem-se melões aromáticos reticulados de origem israelense, que se caracterizam pela forma arredondada, casca verde, que muda para amarelo quando o fruto amadurece; polpa branca ou branco-esverdeada, reticulada; e massa média entre 0,7 e 1,3 kg (MENEZES et al., 2000). Durante o amadurecimento, o melão Gália passa por várias mudanças fisiológicas e bioquímicas, sendo mais facilmente perceptíveis as relacionadas à cor (BOWER et al., 2002; LIMA et al., 2004; VILLANUEVA et al., 2004).

Visando à melhoria da qualidade, os produtores têm investido no monitoramento da cadeia produtiva para melhorar as condições de cultivo e manuseio dos frutos produzidos na região. O monitoramento da qualidade é feito por meio de critérios que incluem propriedades nutricionais (vitaminas, proteínas, carboidratos etc.), condições de higiene (condição microbiológica) e aspectos fitossanitários (resíduos de agrotóxicos), tecnológicos (potencial de armazenamento) e sensoriais (aparência, aroma, textura etc.) (ABBOTT, 1999).

Para a manutenção da qualidade, são necessárias a coordenação e a integração cuidadosa de várias etapas do manuseio pós-colheita, desde a colheita até o consumo (SARGENT, 1995), pois durante a execução dessas operações de manuseio pode haver redução na qualidade dos frutos, como aceleração nos processos fisiológicos (respiração e transpiração), doenças e danos mecânicos (WILLS et al., 1998; BOLLEN et al., 2001; De MARTINO et al., 2006), com conseqüente redução na disponibilidade de melões para o mercado externo.

As injúrias mecânicas são as principais causas de perdas na pós-colheita em produtos como banana (DADZIE; ORCHARD, 1997), tomate (SINGH; SINGH, 1992), maçã (VURSAVUS; OZGUVEN, 2004) e mamão (PAULL et al., 1997), podendo ocorrer em qualquer ponto da cadeia de produção, do manuseio e da comercialização (CRISOSTO et al., 1993). Geralmente, estão associadas à utilização de equipamentos inadequados

(BARCHI et al., 2002), em que a maior porcentagem de injúrias mecânicas acontece durante operações de transporte e distribuição (BOLLEN, 2006).

No melão podem ocorrer injúrias mecânicas por corte, compressão ou impacto nas etapas de colheita, transporte e seleção ou classificação. O corte pode acontecer na colheita, no ato da separação da planta, quando se utiliza um objeto cortante, como faca, durante o transporte no carroção, em virtude da possibilidade da existência de fendas capazes de cortar o fruto na carroceria do veículo ou, ainda, nas esteiras de beneficiamento, onde também podem acontecer fendas.

A compressão, proporcionada pelo peso dos frutos empilhados, se dá durante o transporte em carroção, na forma a granel ou em contentores plásticos, dos frutos do campo até a casa de embalagem, o que pode comprometer os melões situados nas camadas inferiores da carga. O impacto acontece com maior frequência durante as operações de seleção ou classificação, quando os melões são submetidos a impactos gerados na máquina de seleção e sofrem queda de aproximadamente 50 cm, podendo também ocorrer eventualmente nas etapas de colheita e de carregamento no carroção, pela queda das mãos do trabalhador.

As injúrias mecânicas são definidas como deformações plásticas, rupturas superficiais e, em casos mais extremos, destruição de tecidos vegetais, sendo provocadas por forças ou estresses externos, de vibração, compressão e impacto (KAYS, 1991), as quais podem provocar diferentes tipos de lesões, como abrasões, cortes, rupturas e amassamentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De modo geral, os estresses mecânicos nos frutos podem promover a formação de lesões aquosas translúcidas, amolecimento precoce e ruptura da epiderme (HONÓRIO; MORETTI, 2002); causar modificações físicas (danos físicos) ou alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas de cor, aroma, sabor, textura (CALBO et al., 1995); e, conseqüentemente, acelerar os processos de deterioração (LEE et al., 2005; De MARTINO et al., 2006).

A injúria resultante de impacto é geralmente provocada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou outros frutos durante as etapas de colheita, manuseio e transporte, envolvendo grandes dissipações de energia, o que provocando esforços de amassamento entre os frutos (VIGNEAULT et al., 2002).

Os impactos sofridos nas linhas classificadoras podem gerar danos físicos ao produto, tanto em maquinários importados quanto em nacionais, desde que estes não estejam devidamente regulados para a utilização. O dano causado ao produto depende da magnitude do impacto (energia), do número de impactos, do tipo de produto e cultivar e do estágio de maturação.

A injúria provocada por compressão é causada pela imposição de uma pressão variável contra a superfície externa do melão, quer seja por um fruto adjacente, quer pela própria parede da embalagem na qual se acondiciona o produto (MORETTI, 1998). Tal injúria pode ser fator significativo em embalagens com cargas acima de sua capacidade ou, ainda, em cargas transportadas a granel (CALBO et al., 1995).

Os componentes básicos dos tecidos que determinam sua suscetibilidade aos danos mecânicos são as células do parênquima, as ligações intercelulares que ocorrem por meio da lamela média e os espaços intercelulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Quando uma carga é aplicada, inicialmente as células começam a alterar o formato. Dessa forma, os conteúdos celulares podem não comprimir ou haver uma compressão mínima, pode ocorrer mudanças na forma, razão superfície/volume da célula e aumento na pressão de turgor. Para equilibrar os potenciais hídrico interno e externo na célula, a água movimentar-se para o exterior em resposta ao incremento na pressão de turgor. Se a magnitude desse estresse for pequena e de curta duração, a deformação poderá ser elástica, com retomada da forma original (KAYS, 1991).

Longos períodos de compressão resultam em maior efluxo de água e menor retomada da forma. Se a intensidade de estresse for grande, a resistência da parede é excedida e a célula, rompida. As junções intercelulares

tomam dimensões diferentes, pelas propriedades mecânicas do tecido. Fisicamente, a lamela média é de natureza plástica, com mudança no arranjo das pectinas ligadas às células durante a compressão. Se o estresse na lamela média excede sua resistência, as células poderão se separar sem necessariamente romper-se. Quando os espaços intercelulares são grandes, como acontece, por exemplo, em pêssego, ocorre a re-orientação das células quando comprimidas (KAYS, 1991).

As injúrias provocadas por ferimentos reduzem a qualidade dos frutos e constituem uma porta para a entrada de microrganismos patogênicos, sendo uma das principais causas de perdas na fase pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os frutos com danos superficiais são, em geral, mais resistentes à infecção, pois as células mais próximas da camada externa da epiderme respondem mais rapidamente ao ferimento (TAIZ; ZAIGER, 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em resposta ao ferimento por corte ocorrem mudanças ao longo do tempo nos tecidos injuriados, que atuam como barreira física. Tais mudanças incluem a dessecação de várias camadas de células do parênquima adjacente ao ferimento, como suberização e, em alguns casos, lignificação de células abaixo da área dessecada; estímulo da divisão celular nas células abaixo da área afetada, para formar o felogênio (câmbio); e, com a continuação da divisão celular, a formação de periderme (KAYS, 1991).

As mudanças anatômicas ocorrem simultaneamente com uma série de alterações bioquímicas pronunciadas nas células adjacentes ao dano, a exemplo de aumento na respiração, na produção de etileno, na síntese de mRNA e de proteínas, transformação de carboidratos, ativação de certas enzimas e repressão de outras (TAIZ, ZAIGER, 2002).

O comportamento do produto sob estresse pode variar consideravelmente entre espécies ou entre cultivares, com o estágio de maturação, o tamanho do fruto e a espessura do exocarpo. Com o avanço do amadurecimento, a resistência da parede celular é reduzida, os espaços intercelulares tornam-se maiores e os tecidos, mais sensíveis, principalmente

se tiverem sido submetidos a injúrias mecânicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A tomografia de ressonância magnética é uma técnica de diagnóstico por imagem eficiente para a identificação de frutos injuriados mecanicamente (HALLORAN et al., 1999; MATTIUZ et al., 2002; BISCEGLI et al., 2003). Considerando que as características da ressonância magnética em alimentos são dependentes de sua arquitetura celular, as mudanças que afetam a estrutura e, portanto, a qualidade podem ser detectadas por tomogramas (BISCEGLI; CRESTANA, 1996; BISCEGLI et al., 2000). Especificamente, mudanças de textura provocadas pelo amadurecimento dos frutos, ou em consequência de injúrias mecânicas, devem ser observadas como alterações no ambiente molecular da água, podendo constituir parâmetros para aferir a qualidade de frutos, através de alterações morfológicas, observáveis em tomogramas (CLARK et al., 1997; HALL et al., 1998).

A condição fundamental para se analisar algum material por tomografia de ressonância magnética é a presença de núcleos com momento magnético. No caso de frutos, o núcleo mais indicado é o do hidrogênio ( $^1\text{H}$ ), que, devido à sua abundância, resulta em alto valor da relação sinal/ruído e, conseqüentemente, permite a obtenção de 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  $^1\text{H}$  estão associadas com atributos qualitativos dos frutos, como a ocorrência de injúrias mecânicas, visualizadas por tonalidades de cinza-claro, que são indicativas de água livre (CHEN et al., 1996).

Em figos analisados por meio de imagens de tomografia de ressonância magnética nuclear, a injúria por impacto produziu alterações nos tecidos internos, levando à perda de integridade celular e à conseqüente formação de líquido nos tecidos placentários, com extravasamento celular. Esse estresse físico, apesar de não ter causado sintomas externos prontamente visíveis, ou seja, as camadas celulares externa da infrutescência permaneceram

aparentemente intactas no momento da injúria, regiões lesionadas evoluíram com o passar dos dias (BISCEGLI et al., 2003).

Em goiaba, Mattiuz et al. (2002) verificaram, através de tomogramas, que o estresse físico causado por impacto produziu colapso interno nos lóculos dos frutos, levando à perda da integridade celular e à conseqüente formação de líquidos nos tecidos placentários, ao passo que a injúria por compressão foi mais evidente nos tecidos externos do fruto. A injúria por corte levou à lignificação dos tecidos no local injuriado e a deformações superficiais, devido à desidratação acentuada no local da lesão, que foi evidente no sexto dia de armazenamento dos frutos sob condições ambientais.

Em melão Cantaloupe, também analisado através de imagens de tomografia de ressonância magnética nuclear, verificou-se que a injúria por impacto proporcionou colapso no tecido placentário dos frutos. Houve aumento na atividade metabólica e na acidez total titulável, bem como alteração nos sólidos solúveis dos frutos injuriados mecanicamente (HALLORAN et al., 1999).

Em banana, a injúria por corte promoveu necrose nas células epidérmicas e subepidérmicas das margens do corte. Houve liberação de compostos fenólicos, como conseqüência do rompimento de canais laticíferos nos locais de injúria por impacto. Nos frutos mais verbosos, a injúria por abrasão promoveu a formação de periderme de cicatrização em resposta à dilaceração sofrida pela epiderme e pelas primeiras camadas de células subepidérmicas. O dano por compressão fragilizou a adesão entre as células e proporcionou a separação do exocarpo e do mesocarpo. No aspecto fisiológico, a injúria por impacto antecipou o pico climatérico e o amadurecimento, além de prejudicar a conversão de amido em açúcares solúveis totais na polpa (MAIA, 2005).

Em tomates com desordem fisiológica causada por impacto, Moretti et al. (1998) verificaram alterações significativas na acidez titulável, no teor de vitamina C total, na atividade enzimática, no teor de carotenóides totais e na consistência. Os tecidos injuriados pelo impacto apresentaram teores de ácidos

orgânicos e vitamina C total significativamente menor do que os frutos não injuriados. Ainda, o tecido locular injuriado apresentava-se com firmeza menor do que o tecido proveniente de tomates amadurecidos normalmente.

Em caqui, Lee et al. (2005) também verificaram alterações fisiológicas nos frutos que sofreram impactos; aqueles que se tornaram escurecidos na área injuriada tiveram menor firmeza de polpa e maior atividade da enzima polifenoloxidase. Segundo esses autores, a polifenoloxidase não é a única enzima que influencia a deterioração dos tecidos associados ao dano, pois há também as hidrolases da parede celular que estão associadas à injúria.

Embora haja estudos com injúrias mecânicas após a colheita em muitos frutos, a respeito do meloeiro Gália é conhecida apenas uma pesquisa relacionando tais injúrias às alterações fisiológicas (HALLORAN et al., 1999). Não foram encontrados relatos referentes à integridade e caracterização morfoanatômica dos frutos no ponto de colheita ou referentes às alterações macro e microestruturais dos tecidos injuriados mecanicamente.

Considerando a possibilidade de ocorrerem alterações estruturais, físicas, químicas e fisiológicas devido a estresses mecânicos, este estudo objetivou caracterizar a estrutura morfoanatômica com ênfase no exocarpo e mesocarpo do melão Gália, híbrido 'Solar King', no ponto de colheita, bem como avaliar o efeito das injúrias mecânicas provocadas por impacto, compressão e corte decorrentes do manuseio pós-colheita sobre as características estruturais, físicas, químicas e fisiológicas ao longo do armazenamento dos frutos.

## REFERÊNCIAS

ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.207-225, 1999.

AGIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e comércio, . 2007. p. 400-4004

BARCHI, G. L.; BERARDINELLI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L.; TOTARO FIL, C. Damage to loquats by vibration-simulating intra-state transport. **Biosystems Engineering**, v. 82, n. 3, p. 305-312, 2002.

BISCEGLI, C.I.; CRESTANA, S. **Uso de um novo método para avaliação não-destrutiva do interior de frutas**. São Carlos, SP: EMBRAPA-CNPDIA, 1996. 16 p. (EMBRAPA-CNPDIA. Circular Técnica, 5).

BISCEGLI, C. I.; FERRAZ, A. C. De O.; HONÓRIO, S. L.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L. da. **Uso da tomografia de ressonância magnética para diagnosticar os efeitos de injúrias mecânicas em figos 'Roxo de Valinhos'**. São Carlos, SP: EMBRAPA-CNPDIA. 2003. p. 1-4 (Comunicado Técnico, 52).

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. (Eds.). **Advances in agricultural tomography**. São Carlos, SP: Embrapa Agricultural Instrumentation, 2000. p. 77-78.

BOLLEN, A. F.; COX, N. R.; RUE, B. T. D.; PAINTER, D. J. A description for damage susceptibility of a population of produce. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 78, n. 4, p. 391-395, 2001.

- BOLLEN, A. F. Technological innovations in sensors for assessment of postharvest mechanical handling systems. **Institute Journal Postharvest Technology and Innovation**, v. 1, n. 1, p. 16-31, 2006.
- BOWER, J.; HOLFORD, P.; LATCHÉ, A.; PECH, J.C. Culture conditions and detachment of the fruit influence the effect of ethylene on the climacteric respiration of melon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 135-146, 2002.
- CALBO, A. G.; NERY, A. A.; HERMANN, P. S. P. Intercellular deformation in compressed organs. **Annals of Botany**, v. 76, p. 365-370, 1995.
- 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.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras, MG: UFLA, 2005. Cap.7.
- 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.
- CRISOSTO, C. H.; GARNER, D.; DOYLE, J.; DAY, K. R. Relationship between fruit respiration, bruising susceptibility, and temperature in sweet cherries. **HortScience**, v. 28, n. 2, p. 32-135, 1993.
- DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods. **Inibap Technical Guidelines 2**. Montpellier: International Network for the Improvement of Banana and Plantains, 1997. 63 p.
- DE MARTINO, G.; VIZOVITIS, K.; BOTONDI, R.; BELLINCONTRO, A.; MENCARELLI, F. 1-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 38-47, 2006.
- HALL, L.D.; EVANS, S.D.; NOTT, K.P. Measurement of textural changes of food by MRI relaxometry. **Magnetic Resonance Imaging**, v. 16, n. 5/6, p. 485-492, 1998.
- HALLORAN, N.; KASIM, M.U.; ÇAGIRAN, R. Determination of mechanical injury and effects of bruising on the postharvest quality of cantaloupes. **Acta Horticulturae 492: I International Symposium on cucurbits**, ISHS, 1999. p. 105-111.

HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: COTEZ, L. A. B; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. Cap. 4, 428 p.

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

LEE, H. J.; KIM, T-C.; KIM, S.J.; PARK, S. J. Bruising injury of persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 179-185, 2005.

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

MAIA, V. M. **Alterações morfoanatômicas, físicas e metabólicas em bananas ‘Prata Anã’ induzidas por danos mecânicos**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

MENEZES, J.B.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ALMEIDA, J.H.S.; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. In: ALVES, R.E. (Org.). **Melão: pós-colheita**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.13-22. (Frutas do Brasil, 10).

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

MUNGER, H. N.; ROBINSON, R. W. Nomenclature of *Cucumis melo* L. **Cucurbits Genetic Cooperative**, Madisin, v. 14, p. 43-44, 1991.

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

SALES JÚNIOR, R.; SOARES, S.P.F.; AMARO FILHO, J.; NUNES, G.H.S.; MIRANDA, V.S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 98-100, 2004.

SARGENT, S.A. **Maintaing quality of horticultural crops during harvest and handling operations**. Gainesville: Florida Postharvest Horticulture Institute, 1995. 5 p.

SINGH, A.; SINGH, Y. Effects of vibration during transportation on the quality of tomatoes. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v. 23, n. 2, p. 70-72, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

TORRES, J. M. Los tipos de melón comerciales. In: VALLESPER, A. N. (Coord.). **Melones**. Reus: Horticultura, 1997. Cap.1, p. 12-19. (Compendios de Horticultura, 10).

VIGNEAULT, C.; BORDINT, M. R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para frutas e hortaliças. In: **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. Cap. 6, 428 p.

VILLANUEVA, M. J.; TENORIO, M. D.; ESTEBAN, M. A.; MENDOZA, M. C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. **Food Chemistry**, v. 87, p. 179-185, 2004.

VURSAVUS, K.; OZGUVEN, F. Determining the effects of vibration parameters and packaging method on mechanical damage in Golden Delicious apples. **Turk Journal Agricultural**, v. 28, p. 311-320, 2004.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. Sidney: CAB International, 1998. 262 p.

## **CAPÍTULO 1**

### **CARACTERIZAÇÃO MORFOANATÔMICA DO MELÃO GÁLIA NO PUNTO DE COLHEITA**

#### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi caracterizar morfoanatomicamente o melão 'Gália', com ênfase no exocarpo e mesocarpo, no ponto de colheita. Os frutos foram obtidos em propriedade comercial localizada no Município de Mossoró, RN, aos 65 dias de cultivo após a sementeira. A colheita foi realizada pela manhã, estabelecendo-se como ponto de colheita o teor de sólidos solúveis da polpa ao redor de 10%. Em laboratório, realizou-se a caracterização morfológica através da determinação da massa, espessura da polpa, comprimentos longitudinal e transversal, relação de formato e índice de rendimento. Análises em tomografia de ressonância magnética nuclear foram realizadas para a determinação da integridade dos tecidos. As análises anatômicas foram realizadas utilizando-se microscopias de luz e eletrônica de varredura. Morfoanatomicamente, o melão Gália, híbrido 'Solar King', foi caracterizado como um fruto do tipo baga, de formato esférico, com massa média de 1.021 g. Na região do mesocarpo, o metabolismo acentuado e o

amadurecimento mais avançado nos tecidos do centro do fruto podem ser responsáveis pelo descolamento da placenta e pelo amaciamento mais rápido dos tecidos em volta da cavidade interna. As áreas rendilhadas, juntamente com as ceras epicuticulares e a estrutura adensada das primeiras camadas parenquimáticas, podem contribuir para o controle da perda de umidade do fruto e para a resistência às injúrias mecânicas.

## 1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é originário do sudoeste da África e Índia peninsular, e sua maior diversidade botânica se encontra na Índia, no Irã, no Afeganistão e na China (BISOGNIN, 2002). Trata-se de uma espécie comercialmente importante no mundo inteiro, sendo os frutos consumidos *in natura*, como ingrediente de saladas e na forma de suco.

No Brasil, a espécie é conhecida desde o século XVI, quando foi trazida, provavelmente, pelos escravos. No Nordeste, o meloeiro chegou por volta dos anos 60 do século passado. Atualmente, essa é a principal região produtora, com destaque para os Agropólos de Mossoró e Açu, no Rio Grande do Norte, e do Baixo Jaguaribe, no Ceará, cujos melões mais cultivados pertencem aos tipos Amarelos (lisos ou rugosos), Gália, Cantalupes, Charentais (lisos e rendilhados) e Verde Espanhol (TORRES, 1997).

O meloeiro tipo Gália é uma planta anual, herbácea, andromonóica e ocasionalmente monóica, possui um sistema radicular superficial e praticamente sem raízes adventícias, tendo baixa capacidade de regeneração quando danificado, com caule de crescimento rasteiro ou prostrado, provido de nós com gemas, ressaltando-se que dessas gemas desenvolvem gavinhas, folhas, novos caules ou ramificações (LORENZI, 2006). Os frutos, conhecidos

como melões nobres, são aromáticos, de casca rendilhada, e apreciados pelo elevado conteúdo de sólidos solúveis, entre 9 e 11 °Brix (MENEZES, 1996).

Os tecidos de revestimento e preenchimento do fruto assumem papel fundamental para a determinação da qualidade, no ponto de colheita. Os tecidos de revestimento, que constituem o exocarpo, determinam o aspecto externo, rendilhamento, coloração e brilho (GALAZ, 2006). Os tecidos mais internos armazenam grande volume de água, minerais e carboidratos, importantes para a dieta alimentar (KAYS, 1991; COMBRINK et al., 2001).

Os tecidos de revestimento separam o ambiente interno do produto do ambiente externo, sendo importantes após a colheita, por influenciar diretamente a troca de gases, como vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono, a resistência ao ataque de insetos e patógenos e a resistência às injúrias pelo frio e mecânicas durante o manuseio (KAYS, 1991). Os tecidos que compõem o mesocarpo são responsáveis pela determinação do volume do fruto e pela manutenção de características importantes para o mercado, como textura, teor de sólidos solúveis e aroma.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar morfoanatomicamente o melão Gália, no ponto de colheita comercial. Embora haja estudos relacionados à estrutura anatômica do meloeiro, a caracterização morfoanatômica do melão Gália, no ponto de colheita comercial, é desconhecida, podendo servir de suporte para a compreensão do comportamento dos tecidos submetidos a injúrias mecânicas e ao armazenamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Melões Gália, híbrido 'Solar King', foram obtidos em uma propriedade comercial localizada no Município de Mossoró, RN, aos 65 dias de cultivo após a semeadura. Mossoró está situada a aproximadamente 18 m de altitude, com coordenadas geográficas 5° 11' de latitude Sul e 37° 20' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw'h', caracterizado como quente e seco.

A área de plantio foi de aproximadamente 2 ha, com espaçamento de 2 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, equipada com sistema de irrigação por gotejamento em linha, com irrigações diárias. Condução, adubação, irrigação e demais tratos culturais foram idênticos aos recomendados por Freitas (2003).

A colheita foi realizada cuidadosamente pela manhã, conforme os critérios adotados pela empresa agrícola, estabelecendo-se o ponto de colheita com base em amostragens de frutos na linha de plantio para a verificação do teor de sólidos solúveis ao redor de 10% (FREITAS, 2003), determinado com o auxílio de refratômetro de campo. Após a colheita, os melões foram colocados em caixas de papelão ondulado com capacidade para cinco frutos e transportados em carro com ar-condicionado para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, CE.

## **2.1. Análises morfológicas**

A caracterização morfológica do melão foi realizada por meio da determinação da massa, espessura de polpa, comprimentos longitudinal e transversal, relação de formato e índice de rendimento, utilizando-se quatro repetições, sendo um fruto por repetição.

A massa dos frutos foi determinada em balança semi-analítica e expressa em grama (g). Para as medidas, expressas em centímetros (cm), de espessura de polpa, comprimento e diâmetro, utilizou-se um paquímetro digital Ultra-Cal Mark III, marca Fowler Sylvac. Para as medições, os frutos foram cortados no sentido longitudinal, empregando-se as duas metades do fruto partido. Para determinar a espessura de polpa, realizaram-se quatro leituras, duas por metade do fruto partido. Para a avaliação de comprimento, considerou-se a medida entre o ápice e a base do fruto e para o diâmetro, a maior medida perpendicular ao sentido longitudinal. Posteriormente, calculou-se a média de cada medida por fruto.

A relação de formato e o índice de rendimento foram determinados de acordo com a metodologia proposta por Morais et al. (2004). A relação de formato (RF) foi obtida pela relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto, classificando-o em: comprimido ( $RF < 0,9$ ), esférico ( $0,9 \leq RF \leq 1,1$ ), oblongo ( $1,1 < RF \leq 1,7$ ) e cilíndrico ( $RF > 1,7$ ). O índice de rendimento foi estabelecido por meio de escala de notas, de acordo com a intensidade de rendimento, em que: 1 – totalmente liso ( $\geq 90\%$  liso), 2 – levemente rendilhado ( $>50\%$  e  $<90\%$  liso), 3 – rendimento mediano (50% liso e 50% rendilhado), 4 – rendilhado ( $>50\%$  e  $<90\%$  rendilhado) e 5 – totalmente rendilhado ( $\geq 90\%$  rendilhado).

## **2.2. Tomografia de ressonância magnética nuclear**

A análise por tomografia de ressonância magnética nuclear foi realizada para a caracterização dos tecidos internos do melão. Uma amostra contendo quatro frutos foi enviada via aérea para a Embrapa Instrumentação

Agropecuária, em São Carlos, SP, sendo analisada aproximadamente 48 h após a colheita. As imagens foram registradas em tomógrafo de ressonância magnética nuclear Varian Inova com densidade de fluxo magnético de 2 Teslas, após a sua inserção em bobina de radiofrequência do tipo “gaiola”, com diâmetro interno de 14 cm, operando na frequência de 85,53 MHz. Para a obtenção das imagens, ondas de rádio frequência interagiram com momentos magnéticos de prótons de hidrogênio ( $^1\text{H}$ ), que são essencialmente das moléculas de água que compõem os frutos. Para cada fruto, obtiveram-se tomogramas simétricos a partir do seu centro. As imagens foram geradas em matrizes de 256 x 256 *pixels*, em fatias de 2 mm de espessura espaçadas a 1 cm, em torno do centro do fruto. As imagens bidimensionais foram analisadas com relação a forma, localização e textura dos graus de cinza, indicando as situações da água: mais móvel (livre) ou mais ligada aos tecidos sadios.

### **2.3. Microscopia de luz**

A análise dos tecidos por microscopia de luz foi realizada no Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Ceará (UFC). Utilizaram-se dois frutos para as análises, de onde se retiraram três amostras da região equatorial por fruto, sendo uma das amostras contendo exocarpo e parte do mesocarpo, outra contendo apenas o exocarpo e outra apenas o mesocarpo. As amostras foram fixadas em solução de Karnovski (1965), desidratadas por 1 h em série etílica, com concentrações crescentes e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica).

Do material incluído foram obtidas secções com 5  $\mu\text{m}$  de espessura em micrótomo rotatório LEICA 2065, utilizando-se navalha de tungstênio. As amostras contendo exocarpo e parte do mesocarpo e as amostras com apenas o mesocarpo foram seccionadas no sentido transversal, enquanto as amostras contendo apenas o exocarpo foram seccionadas no sentido paradérmico. Para as análises, foram preparadas oito lâminas por fruto, cada uma contendo seis cortes.

As lâminas foram coradas com azul-de-toluidina 0,12% em bórax 5%, por 60 seg, e fucsina básica 0,05% por 8 seg (KRAUS; ARDUIN, 1997). As lâminas permanentes foram montadas em 'Entellan'. As ilustrações foram obtidas no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, em um fotomicroscópio Olympus AX70 equipado com sistema U-Photo e câmera digital (Diagnostic Instruments Work, modelo Spot Insight) e acoplado a um microcomputador equipado com sistema de captura de imagens (Spot Basic).

#### **2.4. Microscopia eletrônica de varredura**

A análise dos tecidos por microscopia eletrônica de varredura foi realizada no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical, conforme a metodologia descrita por Kitajima (1997). Utilizaram-se dois frutos para as análises, em que se retiraram três amostras da região equatorial, por fruto, sendo uma amostra contendo exocarpo e parte do mesocarpo, outra contendo apenas o exocarpo e outra apenas o mesocarpo. As amostras foram fixadas em solução de Karnovski (1965), tampão cacodilato de sódio (0,05 M; pH 7,2) e tetróxido de ósmio 1%, por 1 h cada. Em seguida, foram desidratadas em série com concentrações crescentes de acetona (30%, 50%, 70% e 90% por 10 min cada), imersas por três banhos de 10 min em acetona pura, secadas até o ponto crítico no aparelho de secagem Emitech K850, metalizadas com cobertura de ouro no aparelho Emitech K550 e examinadas ao microscópio eletrônico de varredura Zeiss DSM 940 A com voltagem de aceleração de 10 kV. As ilustrações foram obtidas com o auxílio de uma câmera fotográfica digital SONY, modelo CYBER-SHOT DSC-P93A.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Aspectos morfológicos do fruto**

O melão Gália, híbrido ‘Solar King’, assim como os demais melões, foi classificado como baga do tipo melonídio, que é um fruto simples, carnosos, tricarpelar, unilocular, plurispérmico e com placentação parietal (SOUZA, 2006), constituído por três camadas distintas, o exocarpo, o mesocarpo e o endocarpo. O exocarpo, camada mais externa e não comestível, foi caracterizado pelas malhas que formaram um emaranhado de redes ou rendilhamentos, característicos dessa variedade (Figura 1A). O mesocarpo, parte mais importante do órgão por ser o tecido comestível, é carnosos e rico em carboidratos, principalmente sacarose (VILLANUEVA et al., 2004). O endocarpo foi caracterizado como a área mais interna em volta das numerosas sementes que se encontraram dispersas na cavidade interna do fruto (Figura 1B).

No ponto de colheita, os frutos tiveram, em média, 1.021,97 g de massa, 3,91cm de espessura de polpa, 12,91cm de comprimento e 11,96 cm de diâmetro, sendo classificado como esférico, com 1,08 de relação de formato, rendilhado com nota 4 de índice de rendilhamento (>50% e <90% rendilhado), coloração da casca predominantemente amarela e polpa branco-esverdeada (Quadro 1 e Figura 1).

Quadro 1 – Características do melão Gália 'Solar King', no ponto de colheita

Características	Média
Massa (g)	1021,97 ± 5,36
Espessura de polpa (cm)	3,91 ± 0,06
Comprimento (cm)	12,91 ± 0,36
Diâmetro (cm)	11,96 ± 0,12
Relação de formato	1,08
Índice de rendimento	4,0

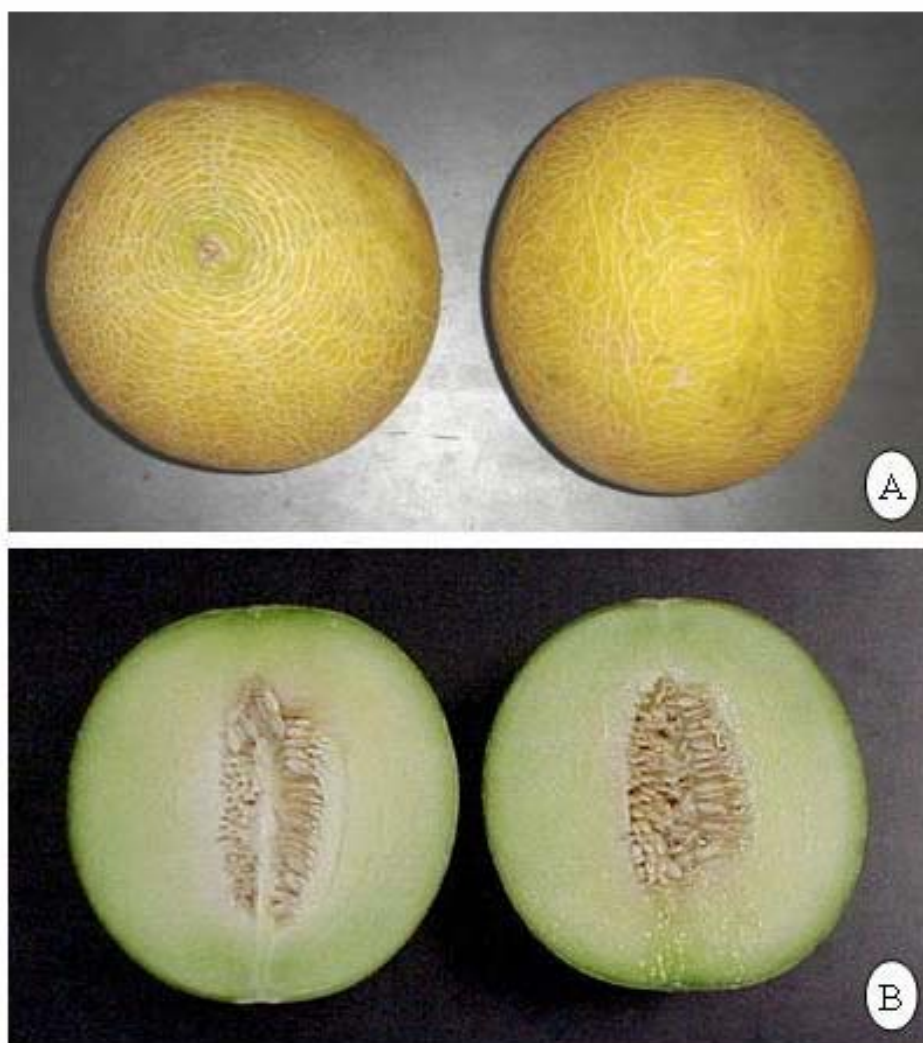


Figura 1 – Aspectos morfológico externo (A) e interno (B) do melão Gália 'Solar King', no ponto de colheita comercial.

Morais et al. (2004) também não observaram diferenças significativas quanto ao comprimento e diâmetro dos híbridos de melão Gália 'Primal', 'Vicar', 'Total' e 'Solar King', que foram classificados como esféricos. No 'Solar King', os referidos autores registraram, em média, 1.048,9 g de massa, 3,92 cm de espessura de polpa e índice de rendilhamento igual a 3 (50% liso e 50% rendilhado).

De acordo com Kader (1992), em melões rendilhados a homogeneidade de rendilhamento é considerada fator de qualidade, sendo um dos critérios avaliados durante a comercialização.

### 3.2. Tomografia de Ressonância Magnética Nuclear

Analisando a forma, a localização e os tons de cinza nas imagens de tomografia de ressonância magnética, observou-se uma estrutura íntegra, com polpa uniforme e firme, com ausência de sintomas de senescência (Figura 2). Na região do mesocarpo, mais próxima da cavidade central, os tons de cinza mais claros indicaram água mais livre (Figura 2A), evidenciando um metabolismo mais acentuado e o amadurecimento mais avançado nos tecidos do centro do fruto.

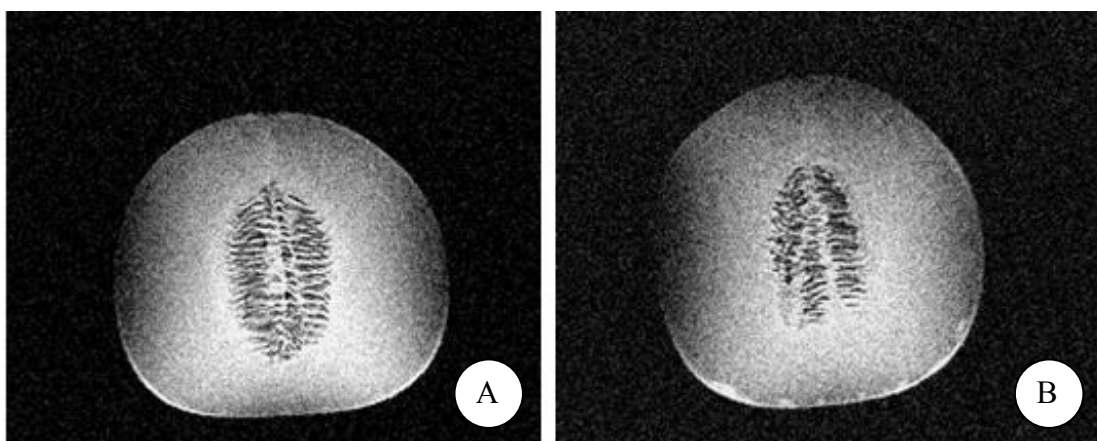


Figura 2 – Tomogramas de ressonância magnética nuclear do melão Gália 'Solar King', 48 h após a colheita. (A) corte passando pelo centro do fruto e (B) corte espaçado de 1 cm do centro do fruto.

Esse comportamento também foi observado por Passam e Bird (1978) durante o amadurecimento do melão Honeydew. Analisando discos de tecidos em cinco estádios de amadurecimento, esses autores verificaram que a ascensão respiratória foi antecipada e maior nos tecidos próximos à cavidade interna, resultando em maior consumo de carboidratos, principalmente sacarose, como substrato respiratório. Nos tecidos próximos ao exocarpo, não se observou ascensão respiratória.

Segundo Combrink et al. (2001), a quantidade de açúcares na polpa (mesocarpo) é bastante superior à existente no exocarpo e nas sementes. Tal comportamento concorda com o maior consumo de carboidratos pelo processo respiratório no mesocarpo, observado por Passam e Bird (1978), e com as imagens de tomografia de ressonância magnética nuclear deste trabalho.

A tomografia de ressonância magnética nuclear também foi utilizada como método não destrutivo, para avaliar a estrutura interna de outros produtos, como pêra (WANG; WANG, 1989), caqui (CLARK; McFALL, 1996), maçã (GONZALEZ et al., 2001), goiaba (MATTIUZ et al., 2002) e figo (BISCEGLI et al., 2003).

### **3.3. Caracterização anatômica**

Em frutos do tipo baga, o exocarpo é derivado da epiderme externa do ovário, enquanto o mesocarpo é originado do mesófilo ovariano e o endocarpo, da epiderme interna que delimita o lóculo da semente (SOUZA, 2006). Na formação do melão, as divisões celulares ocorrem preferencialmente na fase pré-antese, e após a antese ocorre aumento na massa e volume celular do fruto. Os frutos tendem a alongar-se nos primeiros três dias após a antese, havendo transformações significativas na sua forma até os 11 dias, e posteriormente o formato não é alterado (COMBRINK et al., 2001).

O exocarpo no fruto maduro é caracterizado por epiderme unisseriada, com células poligonais em seção paradérmica e com arranjo em paliçada em seção transversal, e paredes periclinais externas e parte das

anticlinais mais espessadas e lignificadas (Figura 3). Essas regiões mais espessadas da parede são impregnadas por cutícula e grande quantidade de ceras epicuticulares em forma de escamas na superfície, como também verificado por Webster e Craig (1976). Ainda são observados estômatos e tricomas tectores pluricelulares e unisseriados (Figura 3), ou apenas cicatrizes, dispersos entre as demais células epidérmicas.

A constituição de uma barreira natural pela deposição de cutícula na superfície dos frutos pode contribuir para o controle da perda de umidade e proporcionar resistência mecânica ao tecido (BARGEL; NEINHUIS, 2005). Nos vegetais, a cutícula é um composto natural que recobre a epiderme como uma membrana extracelular contínua, constituída basicamente de dois componentes, a cutina – um biopolímero insolúvel – e os lipídios, coletivamente chamados de cera (KOLATTUKUDY, 1980). Esta é produzida pelas células epidérmicas e lançada externamente durante o desenvolvimento do fruto (KEISERMAN et al., 2004).

No exocarpo, são abundantes as regiões de rendilhamento, características da espécie *Cucumis melo* var. *reticulatus*, a qual pertence o melão Gália. O rendilhamento é formado por fissuras na superfície, preenchidas por células de arranjo frouxo que se projetam acima da superfície (Figura 4AB). De acordo com Webster e Craig (1976), o melão passa por um curto período de divisões celulares, seguindo-se as fases de diferenciação e aumento de tamanho do fruto, que justificariam as fissuras na epiderme e a formação de periderme a partir de camadas subepidérmicas dessas regiões. Esses autores verificaram que após a formação da periderme ocorre o desenvolvimento de estrutura tipicamente lenticelar, com células de preenchimento e súber projetando-se acima da superfície. Em seção transversal (Figura 4CD), pode-se observar que as regiões de rendilhamento correspondem estruturalmente a lenticelas, em que a atividade meristemática pode ser observada pela formação de novas células pequenas, de paredes delgadas e alinhadas radialmente (Figura 4C).

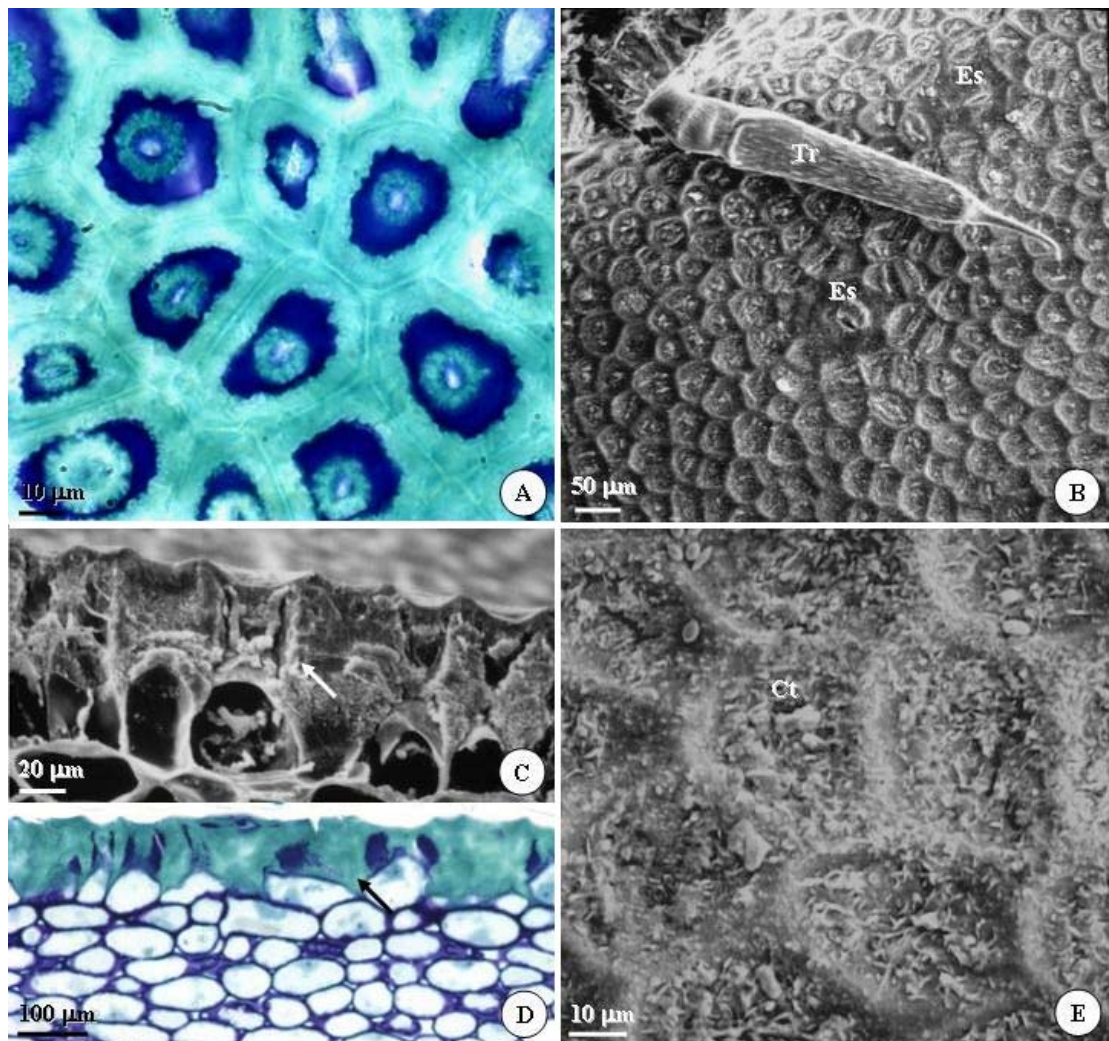


Figura 3 – Fotomicrografias (A e D) e eletromicrografia de varredura (B, C e E) do melão Gália 'Solar King'. (A) Corte paradérmico evidenciando células do exocarpo com paredes espessas e lignificadas, indicadas pela coloração verde. (B) Superfície do exocarpo, com tricoma e estômatos. (C e D) Corte transversal do pericarpo evidenciando células epidérmicas (exocarpo) de paredes espessas (setas). (E) Superfície do exocarpo, evidenciando ceras epicuticulares em forma de escamas. Tr: tricoma tector pluricelular. Es: estômato. Ct: cutícula.

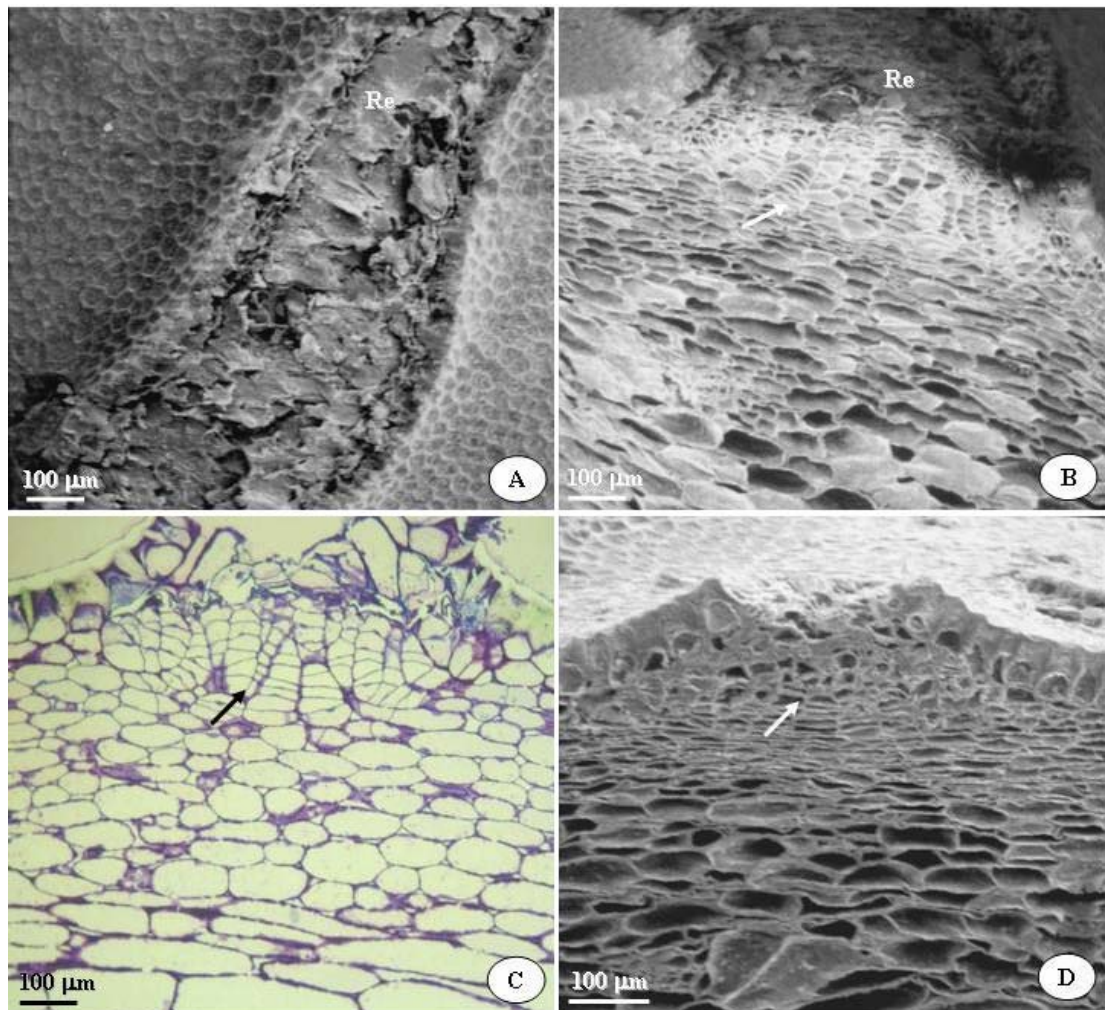


Figura 4 - Eletromicrografias de varredura (A, B e D) e fotomicrografia (C) no melão Gália 'Solar King'. (A) Exocarpo evidenciando o rendilhamento, no plano superficial. (B) Corte transversal na região de rendilhamento. (C e D) Corte transversal na região de lenticelas. Re: rendilhamento. Setas: periderme.

Esse fato pode sugerir que as lenticelas tenham função no processo de trocas gasosas no fruto durante e após a maturação, como reportado por alguns autores (PAULL; SRIVASTAVA, 2006), principalmente considerando-se o fato de os estômatos perderem a funcionalidade com a maturação do fruto pelo acúmulo excessivo de cutícula (WEBSTER; CRAIG, 1976).

Durante o desenvolvimento de melões Gália, Combrink et al. (2001) constataram que, nos primeiros dias após a polinização ocorreu aumento

significativo no número de células do pericarpo. Aos 14 dias após a antese houve aumento na espessura da cutícula e no tamanho celular, o que causou rachadura na camada epidérmica, originando lenticelas; estas foram completamente desenvolvidas aos 28 dias após a antese. Após esse período, a periderme teve desenvolvimento contínuo, de modo que as lenticelas se tornaram interconectadas aos 42 dias após a antese, constituindo a malha rendilhada na superfície do fruto.

Conforme Webster e Craig (1976), as lenticelas constituem uma camada biconvexa de células, com grande atividade meristemática, derivadas do felogênio. O aumento no número destas células, proporcionado pela atividade meristemática, faz sobressair certa quantidade de células na superfície do órgão, as quais suberizam e morrem.

As características anatômicas e morfológicas dos frutos podem influenciar o aspecto fisiológico e a qualidade pós-colheita (KEISERMAN et al., 2004; PAULL; SRIVASTAVA, 2006). Em tomates, as diferenças anatômicas e morfológicas foram consideradas um dos fatores responsáveis pelas diferenças entre variedades, quanto ao comportamento fisiológico e bioquímico durante o amadurecimento. Frutos da variedade 'Pusa Gaurav', que possuíam menor número de lenticelas, tiveram menor perda de umidade e menor atividade respiratória, comparados com os da variedade 'Pusa Ruby', durante o amadurecimento (PAULL; SRIVASTAVA, 2006).

Segundo Keiserman et al. (2004), entre variedades de melões lisos e rendilhados, o padrão de crescimento sigmoideal simples e a expansão celular não diferiram durante o desenvolvimento dos frutos. Entretanto, no período de máximo crescimento dos frutos os melões rendilhados tiveram maior quantidade de cutícula do que variedades de casca lisa. Nas variedades lisas, a deposição de cutícula ocorreu sobre as células epidérmicas, no final do crescimento do fruto, enquanto nas variedades rendilhadas a deposição de cutícula ocorreu entre as células epidérmicas, durante a fase de expansão celular. Nas variedades lisas, a elasticidade celular foi mantida, e não ocorreram rachaduras. Nas variedades rendilhadas, as células epidérmicas

apresentaram menor superfície de contato com as células adjacentes devido à deposição de cutícula e ao menor número de células por unidade de área na superfície do fruto. A elasticidade foi reduzida durante a expansão celular e os frutos, suscetíveis a rachaduras e à formação de periderme.

As células do exocarpo são praticamente impermeáveis, como resultado da deposição de cutícula em suas paredes. O excesso de umidade na superfície do fruto, com o contato deste com o solo úmido durante o seu desenvolvimento, pode impedir a suberização e induzir a formação de calo, em vez de rendilhamentos, originando uma mancha no tecido em contato com o solo (GALAZ, 2006), que reduz a qualidade do fruto e a resistência a injúrias.

O mesocarpo é espesso e multisseriado, com células geralmente isodiamétricas, e de paredes pecto-celulósicas (Figura 5). Na região próxima ao exocarpo, as células do mesocarpo são de natureza colenquimática, menores e mais adensadas, com campos de pontoação muito evidentes. O restante do mesocarpo é composto por células de natureza parenquimática, mais volumosas, com espaços intercelulares proeminentes. Essas características indicam que as camadas mais externas do mesocarpo estão mais relacionadas à resistência mecânica e as camadas mais internas, ao acúmulo de material, provavelmente nos vacúolos.

Segundo Harker et al. (1997), tecidos com células grandes e com espaços intercelulares maiores são geralmente mais frágeis do que os tecidos com células pequenas e com espaços intercelulares menores. As células menores geralmente possuem paredes celulares mais espessas, mais citoplasma e menos vacúolo por volume de tecido, comparadas com as células maiores. Além disso, a pressão de turgor é muito importante.

Tecidos com elevado turgor celular podem sofrer ruptura da parede celular, enquanto tecidos com baixo turgor, promover a separação celular e a redução na firmeza durante o amadurecimento, como observado em maçã (JOHNSTON et al., 2002).

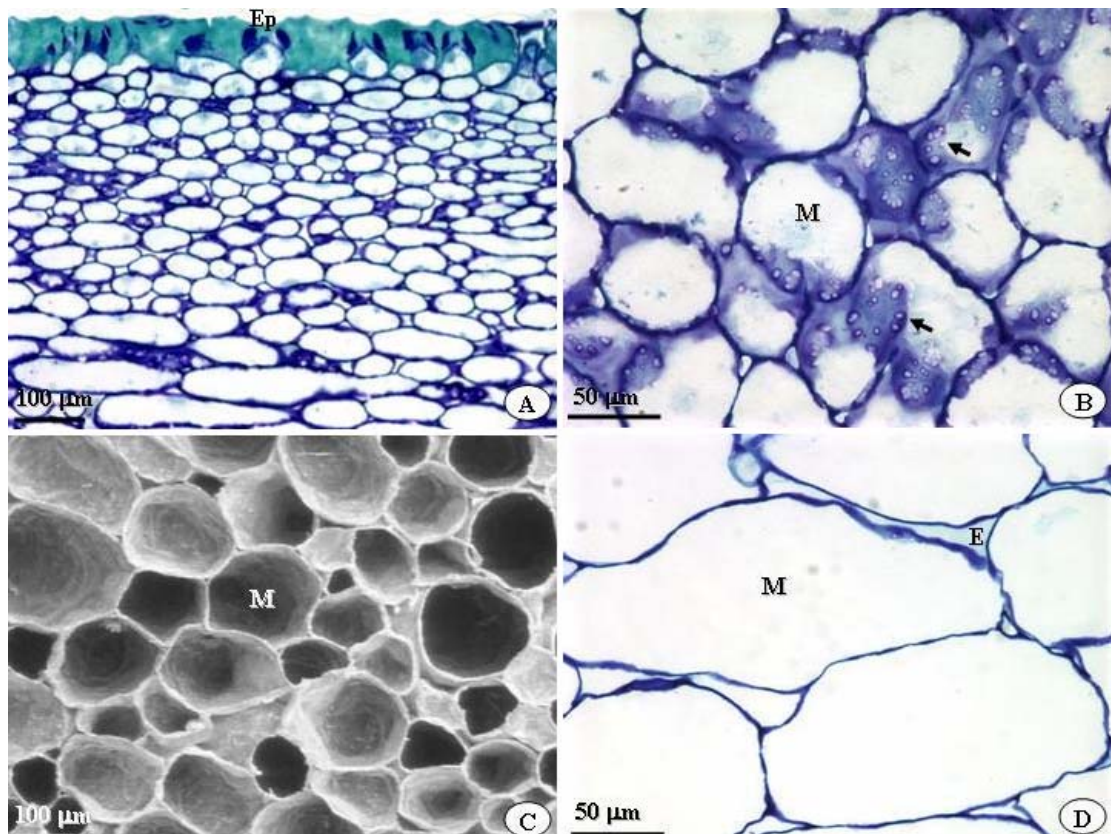


Figura 5 – Fotomicrografias melão Gália 'Solar King'. (A) Pericarpo, corte transversal. (B e C) Mesocarpo, cortes paradérmicos, em (B) evidenciando campos de pontuação (setas). (D) Mesocarpo, corte transversal. Ep: epiderme. N: núcleo. M: mesocarpo. E: espaços intercelulares (A, B e D) e eletromicrografia de varredura (C) do.

A principal função do parênquima é armazenar substâncias provenientes do metabolismo primário da planta, cujas reservas podem estar dissolvidas no vacúolo (APEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006), como acontece no melão, que possui a sacarose como o principal carboidrato de reserva do fruto (GAO et al., 1999; COMBRINK et al., 2001; VILLANUEVA et al., 2004).

De acordo com Combrink et al. (2001), a redução do amido e o aumento do fósforo das folhas do meloeiro durante as últimas semanas de desenvolvimento dos frutos coincidem com o incremento nas concentrações de glicose, frutose e sacarose. O fósforo atuou como um veículo na mobilização desses carboidratos, através da membrana celular. Nesse período,

o amido das folhas foi transformado em carboidratos solúveis para ser translocado para as células adjacentes, coincidindo com a mobilização de carboidratos durante a maturação dos frutos. O conteúdo de sacarose aumentou de 50,4 g aos 35 dias após a antese para 111,6 g por fruto aos 42 dias depois dela, indicando que o amido das folhas foi mobilizado somente nas últimas semanas de desenvolvimento dos frutos.

Os feixes vasculares foram encontrados dispersos no parênquima, sendo caracterizados com bicolaterais (Figura 6), característicos da família Cucurbitaceae (BARBER, 1909). Os feixes vasculares são responsáveis pelo transporte de seiva solúvel dos locais de produção, como as folhas, até a região de acúmulo, como os frutos.

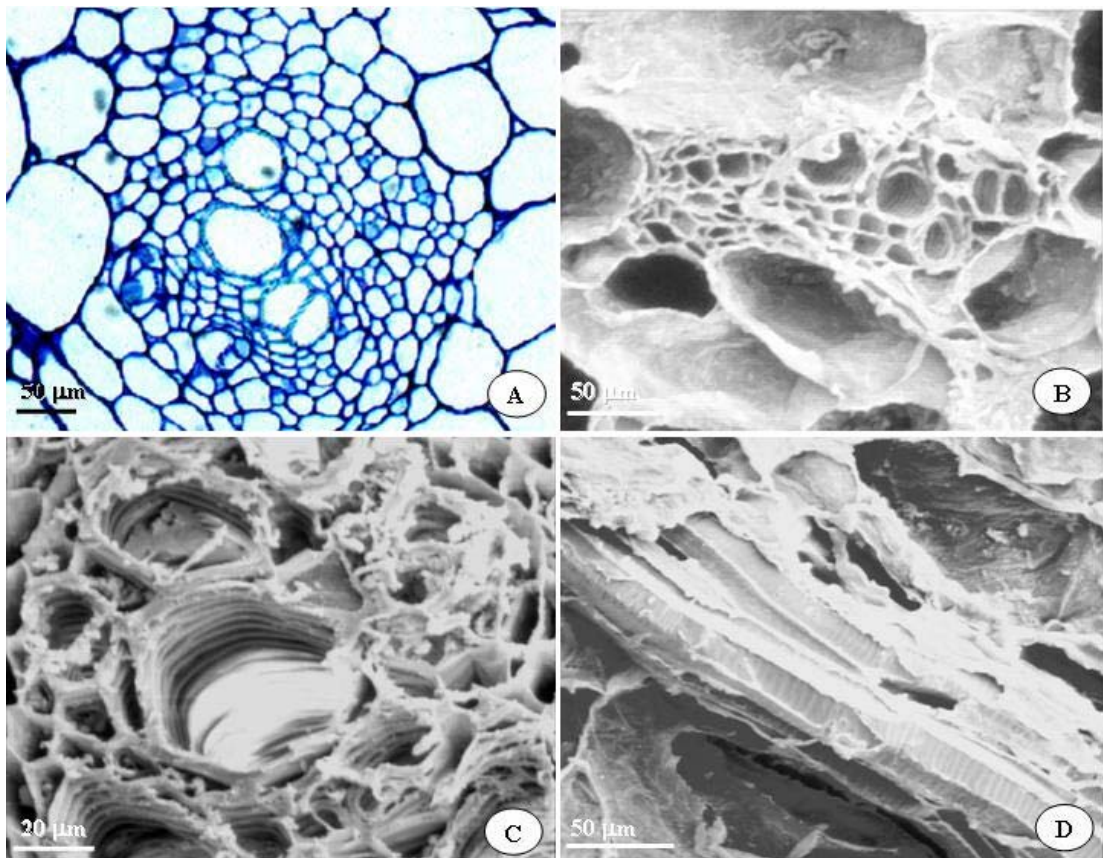


Figura 6 – Fotomicrografia (A) e eletromicroscopia de varredura (B, C e D) de feixes vasculares no mesocarpo do melão Gália 'Solar King'. (A, B e C) Corte transversal. (D) Corte longitudinal.

#### **4. CONCLUSÕES**

Na região do mesocarpo, próxima da cavidade central, o metabolismo acentuado e o amadurecimento mais avançado nos tecidos do centro do fruto podem ser responsáveis pelo descolamento da placenta e pelo amaciamento mais rápido dos tecidos em volta da cavidade interna.

As áreas rendilhadas, juntamente com as ceras epicuticulares e a estrutura adensada das primeiras camadas parenquimáticas, podem contribuir para o controle da perda de umidade do fruto e para a resistência às injúrias mecânicas.

## 5. REFERÊNCIAS

APPEZZATO-da-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Eds.). **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 438 p.

BARBER, K. G. Comparative histology of fruits and seeds of certain species of cucurbitaceae. **Botanical Gazette**, v. 47, p. 263-310, 1909.

BARGEL, H.; NEINHUIS, C. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit growth and ripening as related to the biomechanical properties of fruit skin and isolated cuticle. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 413, p. 1049-1060, 2005.

BISCEGLI, C. I.; FERRAZ, A. C. de O.; HONÓRIO, S. L.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L. da. **Uso da tomografia de ressonância magnética para diagnosticar os efeitos de injúrias mecânicas em figos 'Roxo de Valinhos'**. São Carlos, SP: EMBRAPA-CNPDIA. 2003. p. 1-4. (Comunicado Técnico, 52).

BISOGNIN, D. A. Origem e evolução de cucurbitáceas cultivadas. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.

CLARK, C. J.; MacFALL, J. S. Magnetic resonance imaging of persimmon fruit (*Diospyros kaki*) during storage at low temperature and under modified atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, p. 97-108, 1996.

COMBRINK, N. J. J.; AGENBAG, G.A.; LANGENHOVEN. Anatomical and compositional changes during fruit development of 'Galia' melons. **South African Journal of Plant Soil**, v. 18, n. 1, p. 7-14, 2001.

FREITAS, J. de A. D. de (Editor Técnico). **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 89 p. (Documentos, 68).

GALAZ, L. G. **Desarrollo del reticulado y daño por frío en frutos de cultivares de melón (*Cucumis melo* L. Grupo Cantalupensis)**. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2006. 32 p. (Proyecto de Título).

GAO, Z.; PETREIKOV, M.; ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. Carbohydrate metabolism during early fruit development of sweet melon (*Cucumis melo*). **Physiologia Plantarum**, v. 106, p. 1-8, 1999.

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**, v. 22, p. 179-188, 2001.

HARKER, F. R.; STEC, M. G. H.; HALLETT, I. C.; BENNETT, C. L. Texture of parenchymatous plant tissue: a comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness. **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 63-72, 1997.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOOG, M. L. A. T. M. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. **New Zealand of Crop and Horticultural Science**, v. 30, p. 145-160, 2002.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 1992. 519 p.

KARNOVSKY, D.A.A. Formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, v. 27, p.137-138, 1965.

KEISERMAN, K.; TANAMI, Z.; SHOSEYOV, O.; GINZBERG, I. Differing rind characteristics of developing fruits of smooth and netted melons (*Cucumis melo*). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 79, n. 1, p. 107-113, 2004.

KITAJIMA, E. W. **Curso introdutório de microscopia eletrônica de varredura**. São Paulo: ESALQ (NAP/MEPA), 1997. 37 p.

KOLATTUKUDY, P. E. Biopolyester membranes of plants: cutin and suberin. **Science**, v. 208, p. 990-1000, 1980.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Universidade Rural, 1997. 198 p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640 p.

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

MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Gália durante a maturação e o armazenamento**. Lavras, MG: UFLA, 1996. 157 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORAIS, P. L. D.de; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F. de. Potencial de vida útil pós-colheita de quatro genótipos de melão tipo Gália. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 6, p. 1314-1320, 2004.

PASSAM, H. C.; BIRD, M. C. The respiratory activity of Honeydew melons during the climacteric. **Journal of Experimental Botany**, v. 29, n. 109, p. 325-333, 1978.

PAUL, V.; SRIVASTAVA. Role of surface morphology in determining the ripening behaviour of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 110, p. 84-92, 2006.

SOUZA, L. A. de (Ed.). **Anatomia do fruto e da semente**. Ponta Grossa, PR: Editora UEPG, 2006. 200 p.

TORRES, J. M. Los tipos de melón comerciales. In: VALLESPÍR, A. N. (Coord.). **Melones**. Reus: Horticultura, 1997. Cap.1, p.12-19. (Compendios de Horticultura, 10).

VILLANUEVA, M. J.; TENORIO, M. D.; ESTEBAN, M. A.; MENDOZA, M.C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. **Food Chemistry**, v. 87, p. 179-185, 2004.

WANG, C. Y.; WANG, P. C. Nondestructive detection of core breakdown in 'Bartlett' pears with nuclear magnetic resonance imaging. **HortScience**, v. 24, n.1, p. 106-109, 1989.

WEBSTER, B. D.; CRAIG, M. E. Net morphogenesis and characteristics of the surface of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.101, n. 4, p. 412-415, 1976.

## **CAPÍTULO 2**

### **ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS NO MELÃO GÁLIA INJURIADO MECANICAMENTE E ARMAZENADO SOB CONDIÇÕES AMBIENTAIS E REFRIGERAÇÃO**

#### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as modificações estruturais no melão Gália, híbrido 'Solar King', decorrentes de injúrias mecânicas. Os frutos foram obtidos em propriedade comercial localizada no Município de Mossoró, RN, aos 65 dias de cultivo após a sementeira. A colheita foi realizada pela manhã, estabelecendo-se como ponto de colheita o teor de sólidos solúveis da polpa ao redor de 10%. Os frutos foram submetidos a quatro modalidades de estresses mecânicos, em que  $T_1$  = testemunha;  $T_2$  = compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular ao mesmo;  $T_3$  = frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; e  $T_4$  = frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina de 6,5 cm

de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto. Em seguida, os frutos foram armazenados sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR e sob refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR. Foram realizadas análises visuais, tomografia de ressonância magnética nuclear, microscopias de luz e eletrônica de varredura. As avaliações anatômicas foram feitas aos 0, 3, 6 e 8 dias de armazenamento sob condições ambientais, aos 21 dias de refrigeração e aos 3, 6 e 8 dias após a transferência dos frutos refrigerados para as condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), utilizando-se dois frutos por tratamento, de onde se retiraram três amostras de cada área injuriada. As análises visuais e as tomografias de ressonância magnética nuclear foram realizadas nos frutos aproximadamente 48 h após a indução dos estresses mecânicos e aos 3, 6 e 8 dias depois da transferência dos frutos refrigerados para as condições ambientais, utilizando-se três frutos por tratamento. O melão Gália apresentou grande resistência às alterações estruturais relacionadas aos estresses mecânicos e ao armazenamento até oito dias de sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR ou após um período de refrigeração por 21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR, seguido de oito dias sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR. Entre os estresses por compressão, impacto e corte, este último foi o mais grave, provocando injúria mecânica claramente perceptível logo após a incisão, intensa dessecação do pericarpo, colapso e morte dos tecidos do mesocarpo, com o avanço dos armazenamentos.

## 1. INTRODUÇÃO

As injúrias mecânicas têm-se tornado um problema importante com o uso de equipamentos na colheita e embalagem de frutos (BOLLEN et al., 2001). No manuseio do melão, os frutos estão sujeitos a injúrias mecânicas por corte, compressão e impacto durante as etapas de colheita, transporte do campo à casa de embalagem e nas operações de seleção, classificação e embalagem.

As injúrias mecânicas acontecem com muita frequência no exocarpo dos frutos (BROWN; BARMORE, 1981) e resultam na ruptura da parede celular e na perda de integridade dos tecidos, como foi observado em goiaba (MATTIUZ et al., 2002), tomate (ALLENDE et al., 2004), pêra e maçã (GARCÍA et al., 1995), mamão (QUINTANA; PAULL, 1993) e banana (MAIA, 2005; SANCHES et al., 2004).

As alterações internas decorrentes de injúrias mecânicas dependem da resistência da polpa às injúrias, que depende da firmeza do fruto no momento do estresse (ARPAIA et al., 1987), associada ao estágio de maturação (QUINTANA; PAULL, 1993) e às propriedades viscoelásticas dos tecidos (De MARTINO et al., 2006). Microscopicamente, as propriedades mecânicas de resistência dos frutos estão relacionadas ao tamanho celular, aos espaços intercelulares, à resistência da parede celular e lamela média e à pressão de

turgor. Em maçã, a rigidez da parede celular e a pressão de turgor são os fatores de maior influência na resistência mecânica dos frutos durante o amadurecimento (OEY et al., 2006).

A tomografia de ressonância magnética nuclear tem-se destacado por ser um método não destrutivo eficiente para diagnosticar injúrias mecânicas e caracterizar o estágio de maturação (BISCEGLI et al., 2003). Técnicas de microscopia de luz e eletrônica de varredura também vêm sendo utilizadas como ferramentas para se avaliarem as alterações histológicas, decorrentes desses tipos de injúrias (BROWN; BARMORE, 1981; MAIA, 2005).

Em melão, foi utilizada a tomografia de ressonância magnética nuclear para analisar o efeito do estresse por impacto sobre a estrutura dos tecidos no fruto (HALLORAN et al., 1999). Entretanto, até o momento não foram encontrados registros na literatura quanto às alterações histológicas no local atingido por injúrias mecânicas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as alterações macro e microestruturais no melão Gália, injuriado mecanicamente e armazenado sob condições ambientais e sob refrigeração.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Melões Gália, híbrido 'Solar King', foram colhidos em uma propriedade comercial localizada no Município de Mossoró, RN, aos 65 dias após a semeadura. Mossoró está situada a aproximadamente 18 m de altitude, com coordenadas geográficas 5° 11' de latitude Sul e 37° 20' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSwH', caracterizado como quente e seco.

A área de plantio foi de aproximadamente 2 ha, com espaçamento de 2 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, equipada com sistema de irrigação por gotejamento em linha, com irrigações diariamente. Condução, adubação, fertirrigação e demais tratamentos culturais foram idênticos aos recomendados por Freitas (2003).

A colheita foi realizada cuidadosamente pela manhã, conforme os critérios adotados pela empresa agrícola, estabelecendo-se o ponto de colheita com base em amostragens de frutos na linha de plantio para a verificação do teor de sólidos solúveis ao redor de 10% (FREITAS, 2003), determinado com o auxílio de refratômetro de campo. Após a colheita, os melões foram colocados em caixas de papelão ondulado com capacidade para cinco frutos e transportados em carro com ar-condicionado para o Laboratório de Fisiologia

e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, CE.

No laboratório, os frutos foram pincelados no pedúnculo com solução fungicida (Imazalil 2 mL·L<sup>-1</sup>). Em seguida, foram submetidos aos estresses mecânicos e separados em dois lotes, um para o armazenamento sob condições ambientais e outro para o armazenamento refrigerado.

## **2.1. Indução de injúrias mecânicas em laboratório**

Os estresses mecânicos foram realizados no Laboratório de Físico-Química da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram adotados quatro tratamentos correspondentes aos estresses, em que:

T<sub>1</sub> = testemunha, frutos sem nenhum dano; e

T<sub>2</sub> = compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele, por meio de uma placa de compressão com 100 mm de diâmetro acoplada ao texturômetro eletrônico Stable Micro Systems (SMS), modelo TAXT2i (Figura 1A);

T<sub>3</sub> = frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura (Figura 1B); e

T<sub>4</sub> = frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto (Figura 1C).

As regiões injuriadas foram demarcadas com marcador de retroprojeter, sendo em seguida os melões acondicionados em caixa de papelão ondulado com capacidade para cinco frutos e armazenados (Figuras 2).

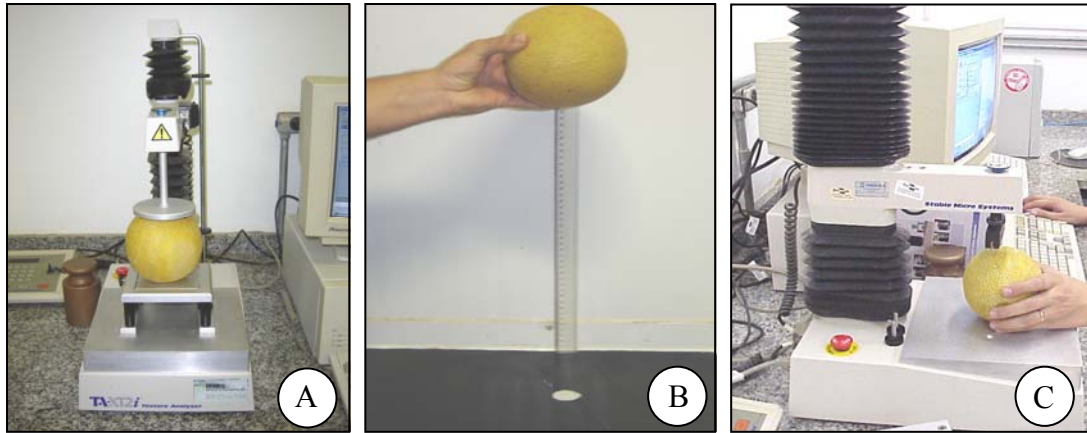


Figura 1 – Formas de indução dos estresses mecânicos: (A) Compressão, (B) Impacto e (C) Corte.



Figura 2 – Forma de acondicionamento dos frutos para o armazenamento: (A) Testemunha, (B) Compressão, (C) Impacto e (D) Corte.

## **2.2. Condições de armazenamento**

Para as análises em microscopias de luz e eletrônica de varredura, o armazenamento aconteceu em duas condições, uma sob temperatura ambiente e outra sob refrigeração, em que se utilizaram dois frutos por tratamento em cada período de análise. Na primeira condição, os frutos foram mantidos a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR e avaliados aos 0, 3, 6 e 8 dias. Na segunda, os melões foram mantidos a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR e avaliados após 21 dias de refrigeração e aos três, seis e oito dias após a transferência para as condições ambientais. Os frutos desses experimentos foram obtidos na safra do ano agrícola de 2005/2006.

Para a análise macroestrutural de tomografia de ressonância magnética nuclear, os frutos foram mantidos por 21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR e, em seguida, transferidos para as condições ambientais. As análises foram feitas aproximadamente 48 h após a indução dos estresses mecânicos e aos 3, 6 e 8 dias da transferência dos frutos refrigerados para as condições ambientais, adotando-se três frutos por tratamento em cada período de avaliação, num total de 12 frutos por período de análise. Paralelamente, nos intervalos de avaliação realizou-se avaliação visual, em que se observaram, externamente, depressões, manchas e murcha e, internamente, colapso na polpa, sementes soltas e líquido na cavidade interna. Os frutos dessas análises foram obtidos na safra do ano agrícola de 2006/2007.

## **2.3. Tomografia de ressonância magnética nuclear**

A análise de tomografia de ressonância magnética nuclear foi realizada para a determinação da integridade dos tecidos. As amostras foram enviadas via aérea para a Embrapa Instrumentação Agropecuária, em São Carlos, SP. As imagens foram registradas no tomógrafo de ressonância magnética nuclear Varian Inova com densidade de fluxo magnético de duas Teslas, após a inserção de bobina de radiofrequência do tipo “gaiola”, com diâmetro interno de 14 cm, operando na frequência de 85,53 MHz. As

imagens foram obtidas a partir da detecção de prótons de hidrogênio ( $^1\text{H}$ ), que são essencialmente das moléculas de água que compõem os frutos. De cada fruto, obtiveram-se tomogramas simétricos a partir do centro do fruto (Figura 3). As imagens foram geradas em matrizes de  $256 \times 256$  *pixels*, em 256 tons de cinza, em fatias de 2 mm de espessura espaçadas de 1 cm de distância do centro do fruto. As imagens bidimensionais foram analisadas com relação à forma, localização e tons de cinza, que indicam as situações da água mais móvel (livre) ou mais ligada aos tecidos saudáveis.

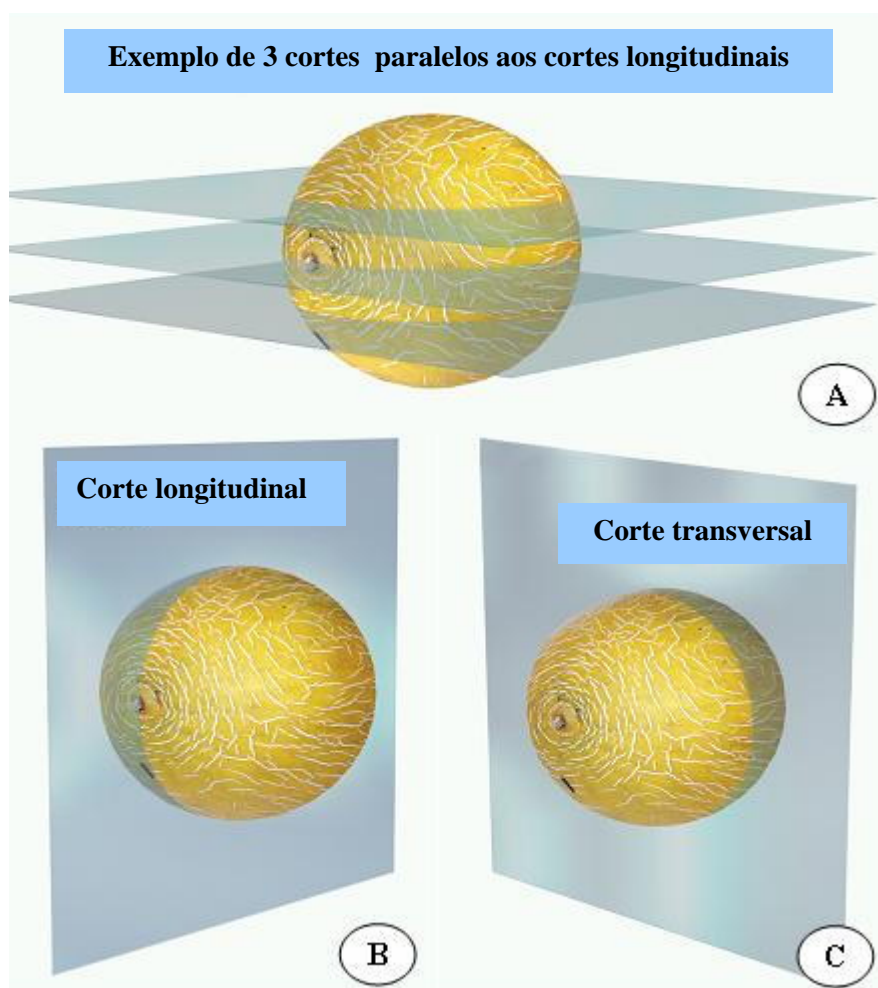


Figura 3 – Formas de cortes para as análises de tomografia de ressonância magnética nuclear.

Fonte: Imagens cedidas pelo Dr. Clóvis Isberto Biscegli, pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP.

## **2.4. Microscopia de luz**

As análises dos tecidos em microscopia de luz foram realizadas no Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Ceará (UFC). De cada fruto, retiraram-se três amostras das áreas injuriadas (item 2.1), sendo uma amostra contendo exocarpo e parte do mesocarpo, outra contendo apenas o exocarpo e outra, apenas o mesocarpo. As amostras foram fixadas em solução de Karnovski (1965), desidratadas por 1 h em série etílica com concentrações crescentes e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica). Do material incluído foram obtidas secções com 5 µm de espessura em micrótomo rotatório LEICA 2065, utilizando-se navalha de tungstênio. As amostras contendo exocarpo e parte do mesocarpo e as amostras contendo apenas o mesocarpo foram seccionadas no sentido transversal e as amostras contendo apenas o exocarpo, seccionadas no sentido paradérmico. Para as análises realizadas durante o armazenamento sob condições ambientais e após a refrigeração (item 2.2), foram preparadas oito lâminas por fruto, cada uma contendo seis secções de cortes seqüenciais da área injuriada.

As lâminas foram coradas com azul-de-toluidina 0,12% em bórax 5% por 60 seg e fucsina básica 0,05% por 8 seg (KRAUS; ARDUIN, 1997). As lâminas permanentes foram montadas em 'Entellan'. As ilustrações foram obtidas no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em um fotomicroscópio Olympus AX70 equipado com sistema U-Photo e câmera digital (Diagnostic Instruments Work, modelo Spot Insight) e acoplado a um microcomputador equipado com sistema de captura de imagens (Spot Basic).

## **2.5. Microscopia eletrônica de varredura**

A análise dos tecidos em microscopia eletrônica de varredura foi realizada no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical, conforme a metodologia descrita por Kitajima (1997). De cada fruto, retiraram-se três amostras das áreas injuriadas (item 2.1), sendo uma amostra

contendo exocarpo e parte do mesocarpo, outra contendo apenas o exocarpo e outra apenas o mesocarpo. As amostras foram fixadas em solução Karnovski (1965), tampão cacodilato de sódio (0,05 M; pH 7,2) e tetróxido de ósmio 1% por 1 h cada. Em seguida, foram desidratadas em série com concentrações crescentes de acetona (30%, 50%, 70% e 90% por 10 min cada), imersas por três banhos de 10 min em acetona pura, secadas até o ponto crítico no aparelho de secagem Emitech K850, metalizadas com cobertura de ouro no aparelho Emitech K550 e examinadas ao microscópio eletrônico de varredura Zeiss DSM 940 A, com uma voltagem de aceleração de 10 kV. As ilustrações foram obtidas através da captura das imagens com uma câmara fotográfica digital SONY, modelo CYBER-SHOT DSC-P93A.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Análises visuais e tomografia de ressonância magnética nuclear**

No aspecto geral, não houve perda na qualidade visual dos frutos durante o armazenamento em função dos estresses mecânicos por compressão, impacto e corte. Sintomas como murcha e manchas, observados externamente, e sementes soltas, líquido na cavidade e descolamento da placenta, observados internamente, não comprometeram o aspecto dos frutos para o consumo, no final do armazenamento (Figuras 4 e 5).

Embora na injúria por corte a incisão tenha sido claramente perceptível logo após a sua execução, não se observou nenhuma alteração com relação à soltura das sementes, líquido na cavidade interna ou descolamento da placenta durante o armazenamento, comparando-se com os frutos-testemunha (Figura 5). Externamente, com o avanço do tempo ocorreu desidratação dos tecidos no local dos cortes. Essa desidratação ocasionou maior abertura da fenda do corte, no final do período de armazenamento (Figuras 4D e 5D).

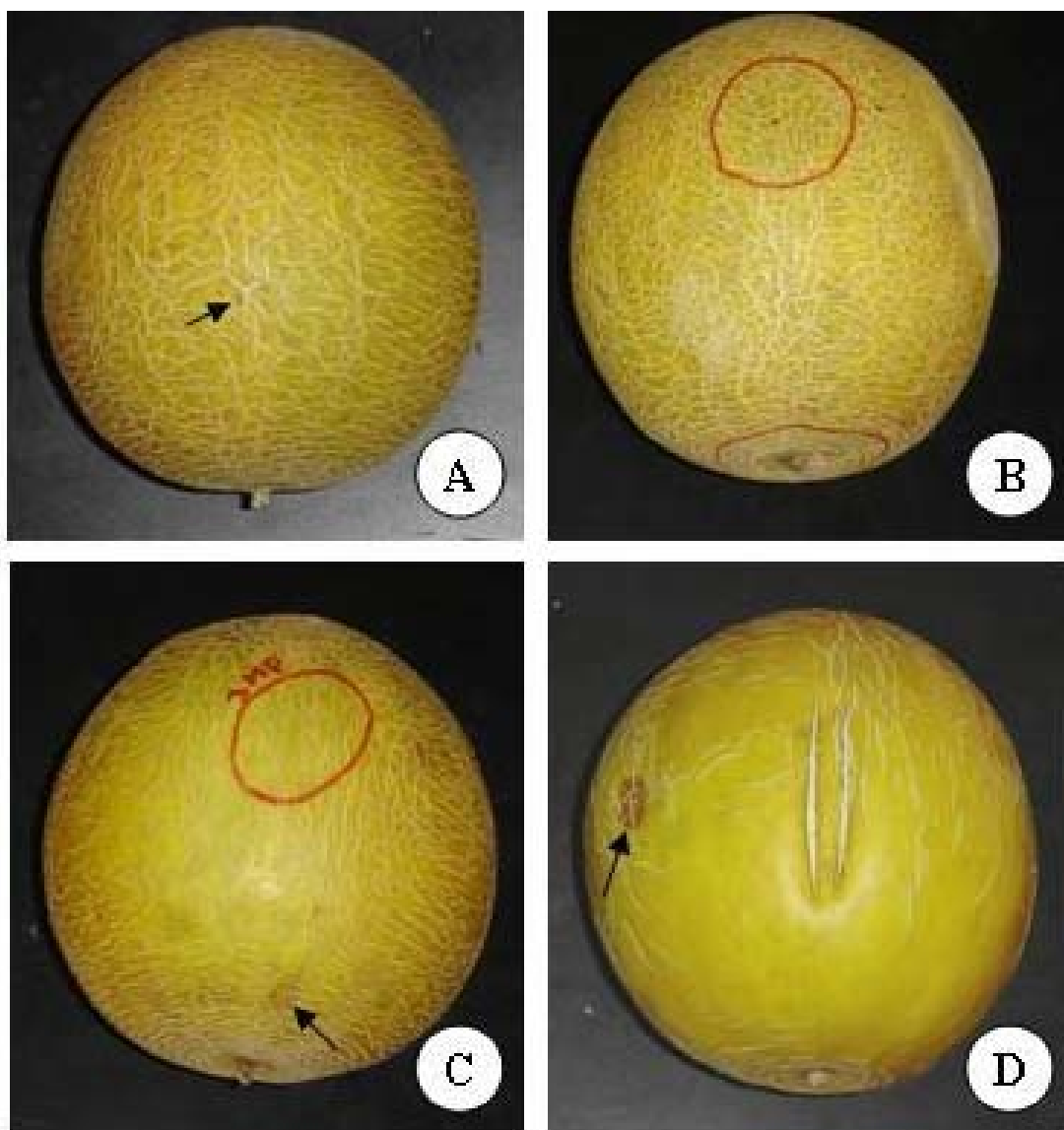


Figura 4 – Aspecto externo do melão Gália 'Solar King' aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias sob refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (A) Testemunha, (B) Compressão, (C) Impacto e (D) Corte. As setas indicam manchas devido ao início de ataque por patógenos.

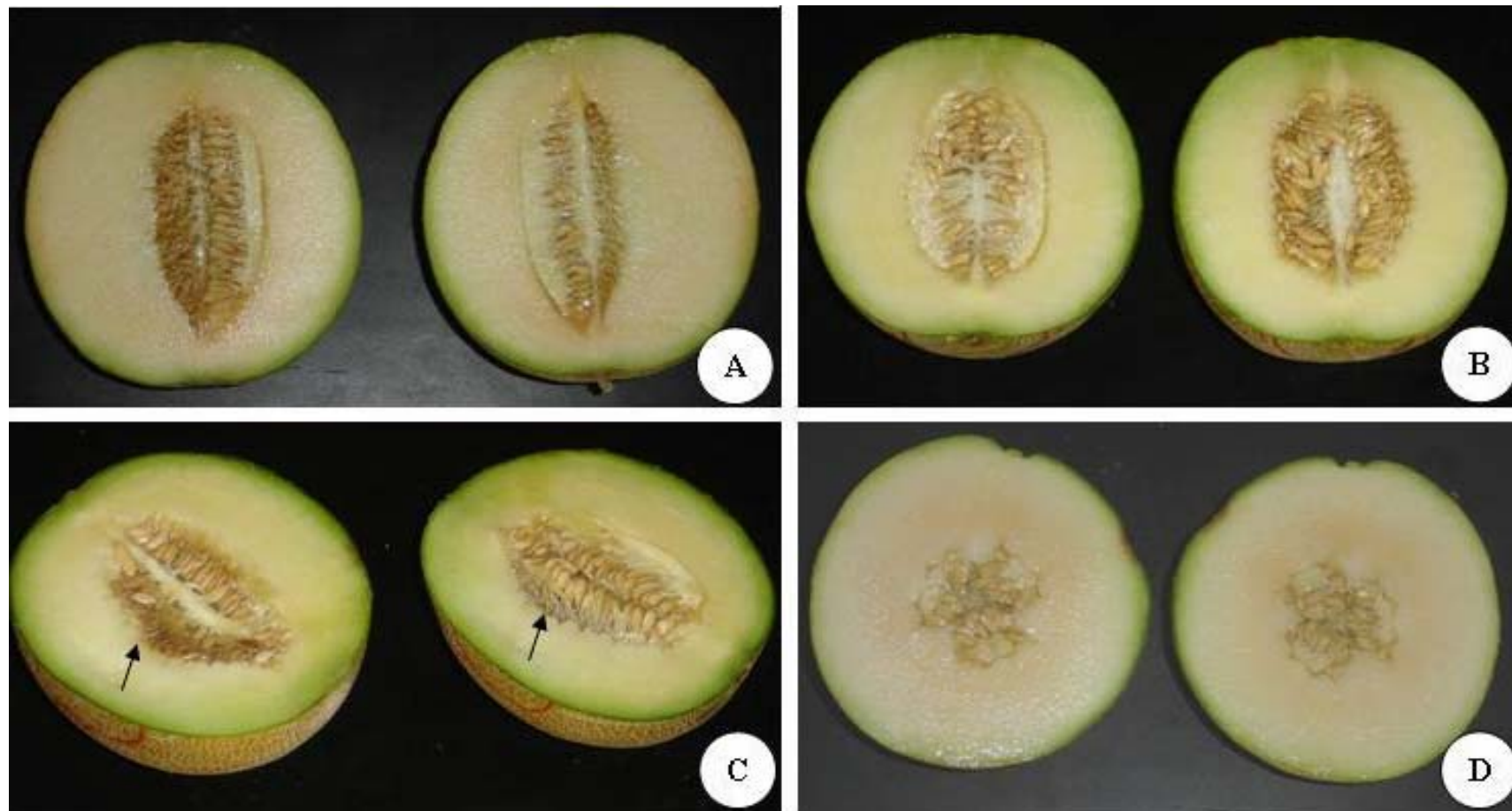


Figura 5 – Aspecto interno do melão Gália 'Solar King' aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias sob refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (A) Testemunha, (B) Compressão, (C) Impacto e (D) Corte. As setas indicam colapso interno.

Em todos os tratamentos, independentemente das injúrias mecânicas, foram observadas mudanças decorrentes dos processos de amadurecimento. As mudanças mais marcantes foram relacionadas aos tecidos internos. Com o aumento no tempo de armazenamento, a tonalidade esverdeada da polpa, no ponto de colheita, passou para tons alaranjados, partindo do centro para a periferia do fruto; a polpa tornou-se mais suculenta, com sementes soltas na cavidade interna (Figura 5).

As mudanças provocadas pelo amadurecimento ou em consequência de injúrias mecânicas, como alterações no ambiente molecular da água, visualizadas através das tonalidades de cinza em imagens de tomografia, são importantes para aferir a qualidade de frutos (WANG; WANG, 1989; HALLORAN et al., 1999; BISCEGLI et al., 2003).

Nas análises de tomografia de ressonância magnética nuclear, não foram observadas alterações nos tecidos do exocarpo ou mesocarpo, em função dos tratamentos de estresses mecânicos. Dessa forma, optou-se por apresentar tomogramas em cortes longitudinais dos melões para mostrar a estrutura interna dos frutos no início e final do armazenamento (Figura 6).

Em torno da cavidade interna, as alterações foram pouco perceptíveis nos frutos injuriados, comparados com a testemunha. Entretanto, em todos os tratamentos de estresse mecânico, aproximadamente 48 h após os estresses, observou-se uma tonalidade de cinza mais clara em volta da cavidade interna, comparando-se com os frutos não injuriados (Figura 6A). Isso indica que os estresses proporcionaram alterações nos tecidos em volta da cavidade interna, com aumento de água livre, provavelmente acentuando o metabolismo nessa região.

No final do armazenamento, os sintomas do amadurecimento dos frutos foram evidenciados, independentemente das injúrias mecânicas. As áreas em tom de cinza mais claro ao redor da cavidade dos frutos expandiram-se, indicando a presença mais abundante de suco e o amadurecimento direcionado do centro para a periferia, com sementes praticamente soltas. Esse comportamento também foi observado na análise visual, através das mudanças de coloração, partindo do centro para a periferia do fruto, conforme mencionados anteriormente.

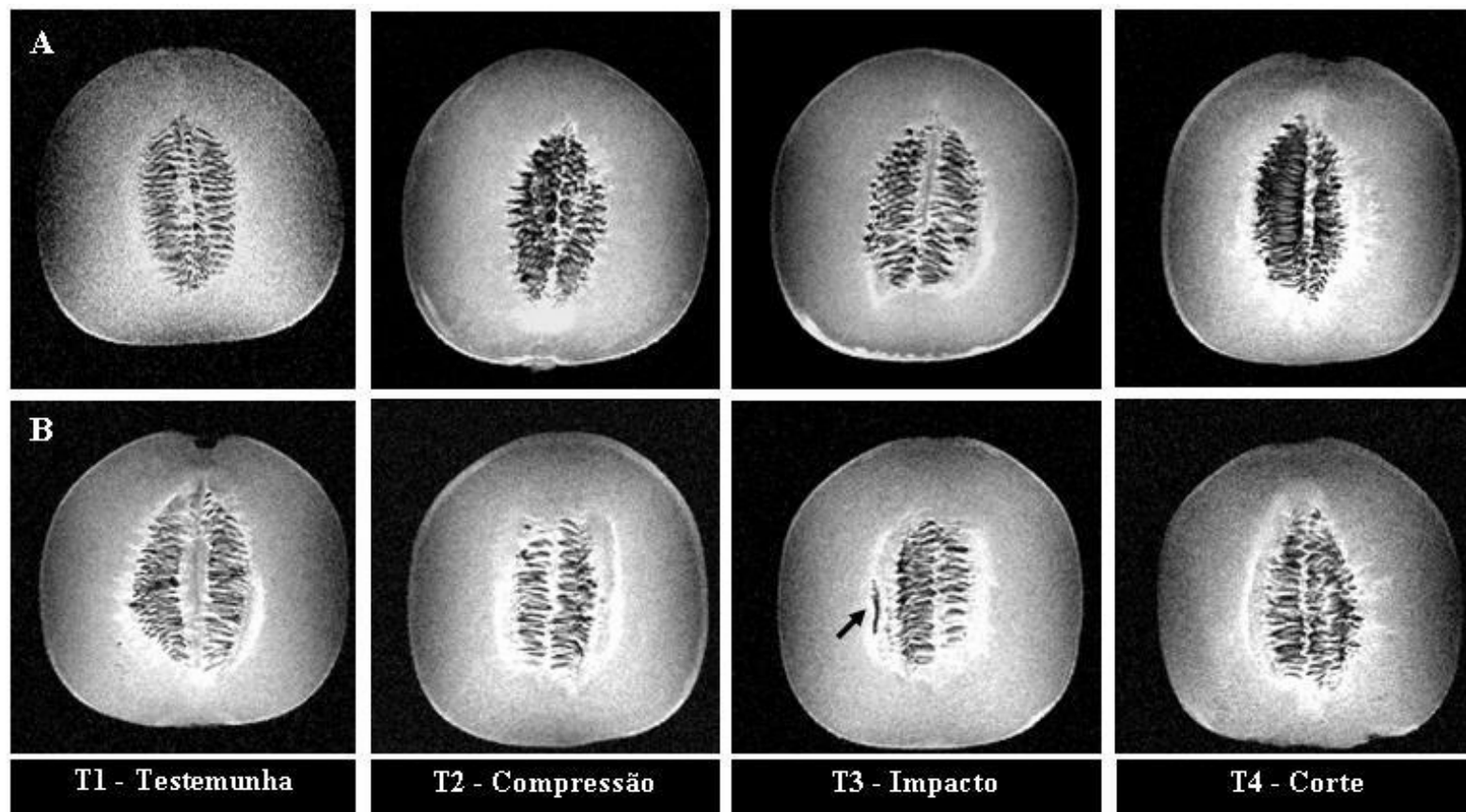


Figura 6 – Tomogramas de ressonância magnética nuclear em melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos. (A) Aproximadamente 48 h após os estresses mecânicos. (B) Aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias sob refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. Tonalidades de cinza claro em torno da cavidade interna indicam a presença de água livre. A seta indica descolamento da placenta.

O amadurecimento direcionado do centro para a periferia do fruto no melão está relacionado com a maior concentração de carboidratos no mesocarpo. Com o amadurecimento, a atividade metabólica torna-se mais intensa do centro para a periferia dos frutos, resultando em mudanças na coloração da polpa, carboidratos e ácidos orgânicos (PASSAM; BIRD, 1978).

Na injúria por impacto, além desses sintomas, verificou-se soltura da placenta na região equatorial do fruto, no final do armazenamento (Figura 6B). Comportamento semelhante foi observado por Halloran et al. (1999), em que as imagens em tomografia de ressonância magnética indicaram colapso na cavidade interna e aceleração no metabolismo nos melões Gália submetidos a impacto.

O efeito de injúrias mecânicas em imagens de tomografia de ressonância magnética também foi observado em outros produtos. Em figo, a injúria por impacto proporcionou colapso interno, levando à perda da integridade celular e à conseqüente formação aquosa nos tecidos placentários, com extravasamento celular e redução na qualidade (BISCEGLI et al., 2003).

Em goiaba, os tomogramas indicaram colapso interno nos lóculos dos frutos injuriados por impacto, levando à perda da integridade celular e à conseqüente formação aquosa no tecido placentário. Na injúria por compressão, os sintomas foram evidentes no pericarpo externo, indicados por tons mais brancos próximos à casca dos frutos. Na injúria por corte, houve deformação superficial no local da lesão devido à acentuada perda de matéria fresca (MATTIUZ et al., 2002).

### **3.2. Análises microscópicas**

Durante o armazenamento dos frutos sob condições ambientais ou após a refrigeração não ocorreram alterações no pericarpo dos frutos analisados por meio das microscopias de luz e eletrônica de varredura (Figuras 7 e 8). No exocarpo, as células permaneceram com paredes espessas, coesas (Figura 7AB), com presença de tricomas e estômatos entre as áreas de rendilhamento (Figura 8AB). No mesocarpo, as células mantiveram-se

volumosas, com paredes finas (Figura 7CF), sem alterações nos espaços intercelulares (Figura 7DF). Observaram-se pequenas falhas no contorno da parede de algumas células parenquimáticas, entretanto estas não promoveram alterações na forma ou estrutura dos tecidos.

Nos frutos com estresse mecânico, o corte proporcionou a injúria mais grave (Figuras 9, 10 e 11), confirmando os resultados obtidos nas avaliações visuais e nos tomogramas. Em microscopia de luz, logo após a lesão observou-se que as células do mesocarpo adjacentes ao corte tornaram-se compactadas, em virtude da força proporcionada pela navalha, no ato da lesão (Figura 9A). Em microscopia eletrônica de varredura, observou-se que o exocarpo não foi muito alterado nas proximidades do corte (Figura 10A). Isso indica que as células do exocarpo possuem estrutura mais rígida se comparadas com as células do mesocarpo, que são maiores, mais vacuoladas, com paredes mais finas e com maiores espaços intercelulares, conforme o estudo morfológico do Capítulo 1.

No terceiro dia de avaliação sob condições ambientais houve maior desidratação e alteração no formato das células do mesocarpo, que se tornaram menos túrgidas, principalmente nas camadas mais externas (Figuras 9B e 10B), comparadas com o mesocarpo dos frutos não injuriados (Figuras 7B e 8B). Com o avanço do período de armazenamento, esses sintomas foram mais acentuados, tomando maior extensão no mesocarpo, em que ocorreram colapso e necrose celular, com maior gravidade aos seis e oito dias de armazenamento (Figuras 9CD e 10C).

Aos 21 dias de armazenamento sob refrigeração, as primeiras camadas de células do mesocarpo, abaixo da epiderme e lateralmente ao corte, foram as mais prejudicadas, em que se observou grande desidratação. Nas células mais internas, a perda de turgescência foi menos acentuada (Figuras 9E e 10D). Com o avanço do armazenamento após a refrigeração, esses sintomas foram agravados, tomando maior extensão do mesocarpo em volta da lesão, principalmente aos oito dias após a refrigeração, quando o tecido se tornou bastante necrosado (Figura 9H), com crescimento de fungos no local da fenda (Figura 10F).

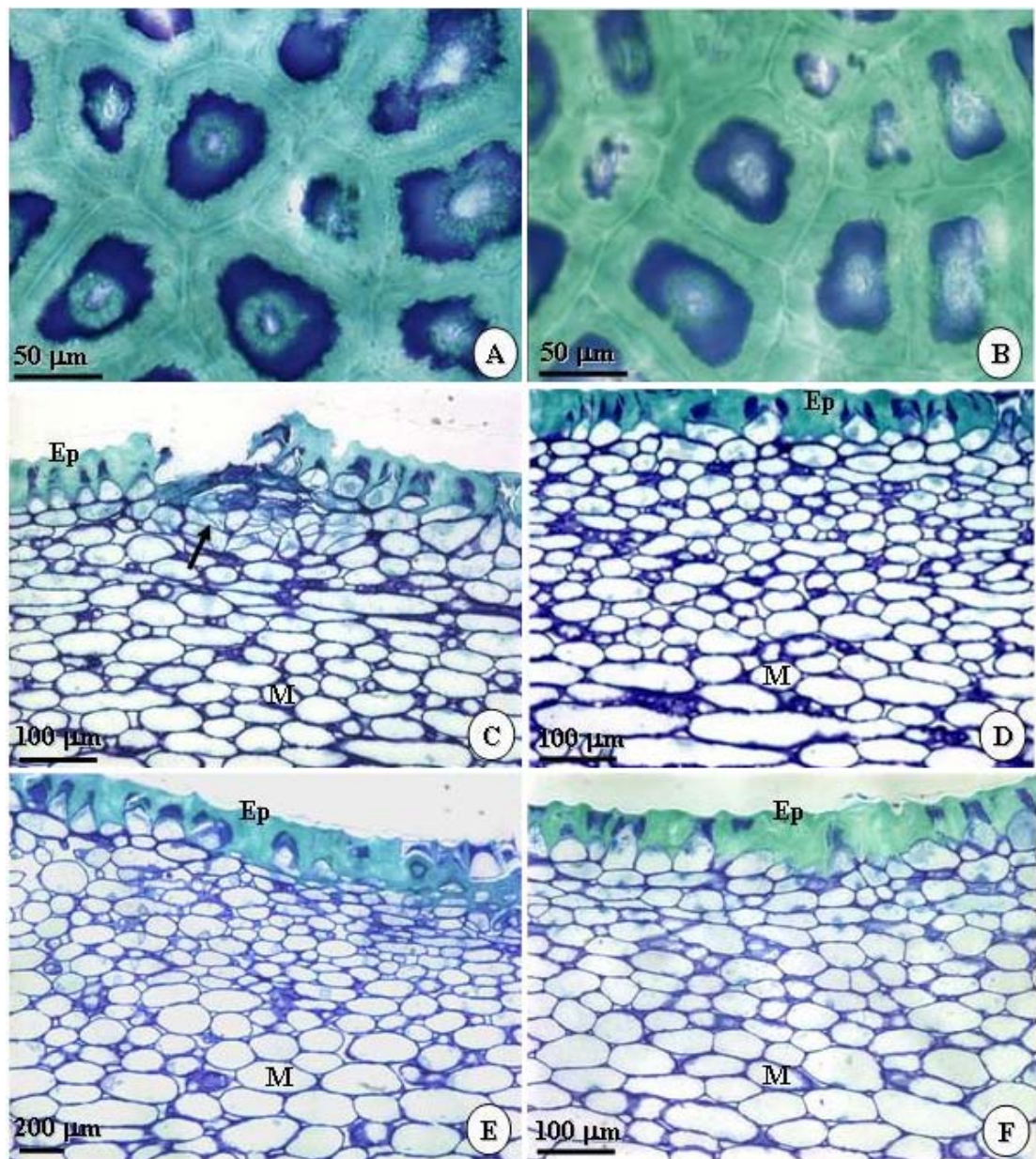


Figura 7 – Fotomicrografias em melão Gália 'Solar King' não danificado mecanicamente (testemunha). (A e B) Cortes paradérmicos do epicarpo evidenciando células com paredes espessas, coloração verde. (C, D, E e F) Cortes transversais do pericarpo evidenciando epiderme com paredes espessas e mesocarpo com células maiores e de paredes finas. (A e C) Por ocasião da colheita, em (C), células diferenciadas (seta), com rompimento na epiderme. (D) Aos três dias de armazenamento a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5$  % UR. (E) Aos 21 dias de refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5$  % UR. (B e F) Aos 8 dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5$  % UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5$  % UR. Ep: epiderme.

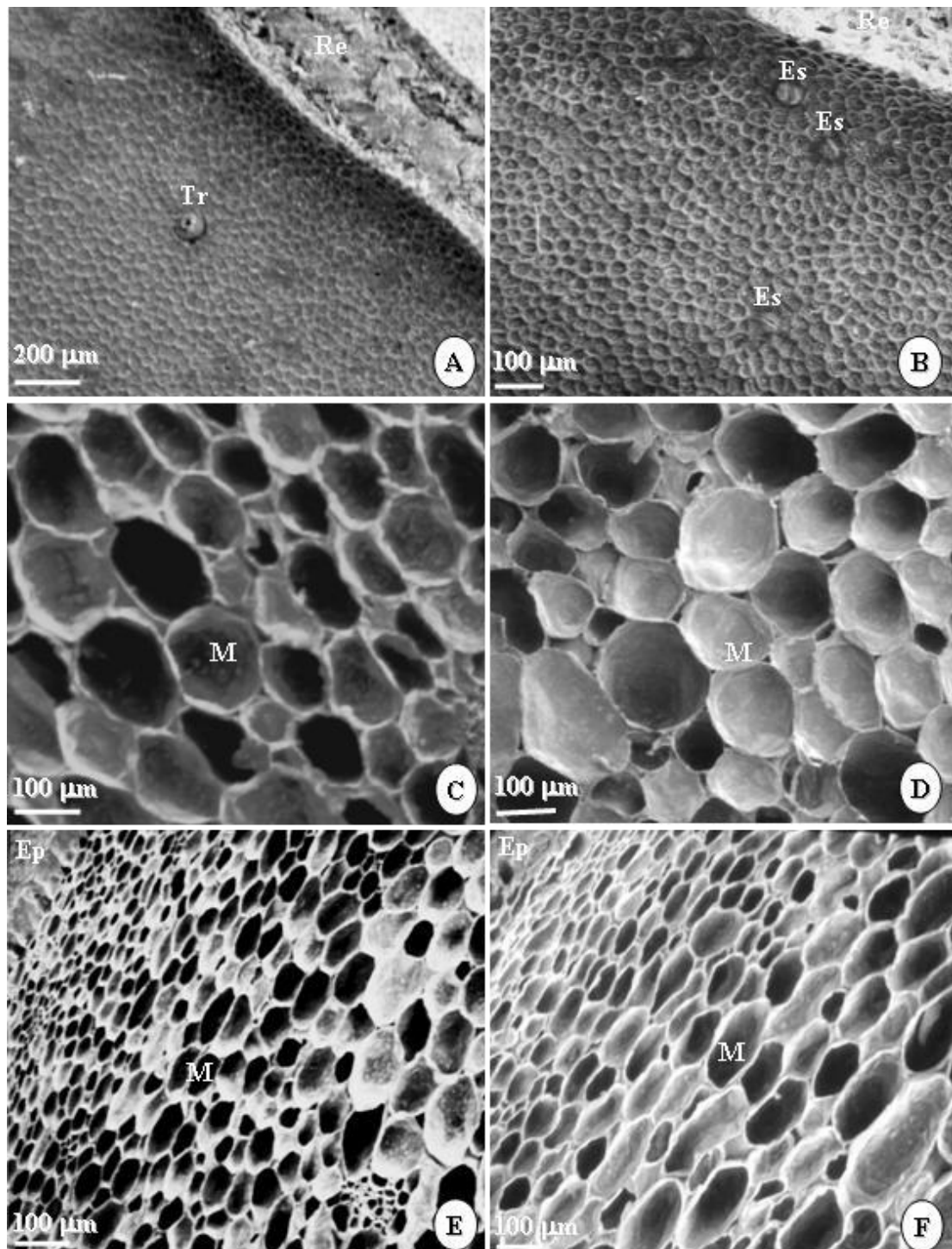


Figura 8 – Eletromicrografias de varredura em melão Gália 'Solar King' não danificado mecanicamente (testemunha). (A e B) Superfície do epicarpo. (C e D) Cortes transversais do mesocarpo. (E e F) Cortes transversais do pericarpo. (A e C) Por ocasião da colheita. (D) Aos três dias de armazenamento a  $24 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $72 \pm 5\%$  UR. (E) Aos 21 dias de refrigeração a  $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR. (B e F) Aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR. Re: rendilhamento. Tr: tricoma. Es: estômato. M: mesocarpo. Ep: epiderme.

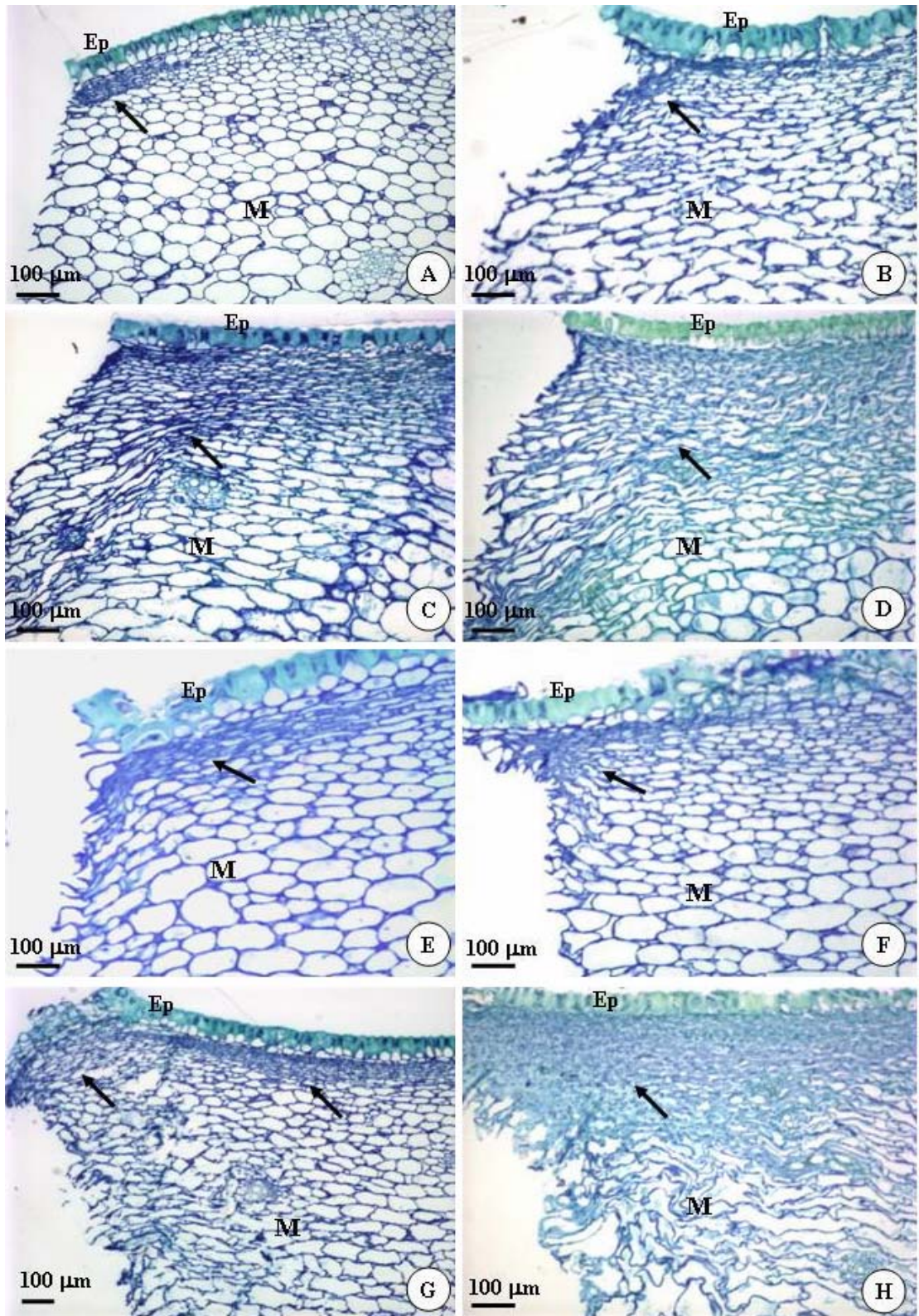


Figura 9 – Fotomicrografias em melão Gália 'Solar King', corte transversal lateral à injúria mecânica por corte. (A) Imediatamente após a injúria, evidenciando-se células comprimidas em virtude da força proporcionada pela lâmina no momento do corte (seta). (B, C e D) Aos três, seis e oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR, evidenciando-se aumento na desidratação e necrose celular no mesocarpo com o avanço do armazenamento, respectivamente. (E) Aos 21 dias de refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (F, G e H) Aos três, seis e oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$ UR, respectivamente. Nas figuras (B, C, D, E, F, G e H), as setas indicam os locais onde a desidratação ou necrose celular foi mais grave. Ep: epiderme. M: mesocarpo.

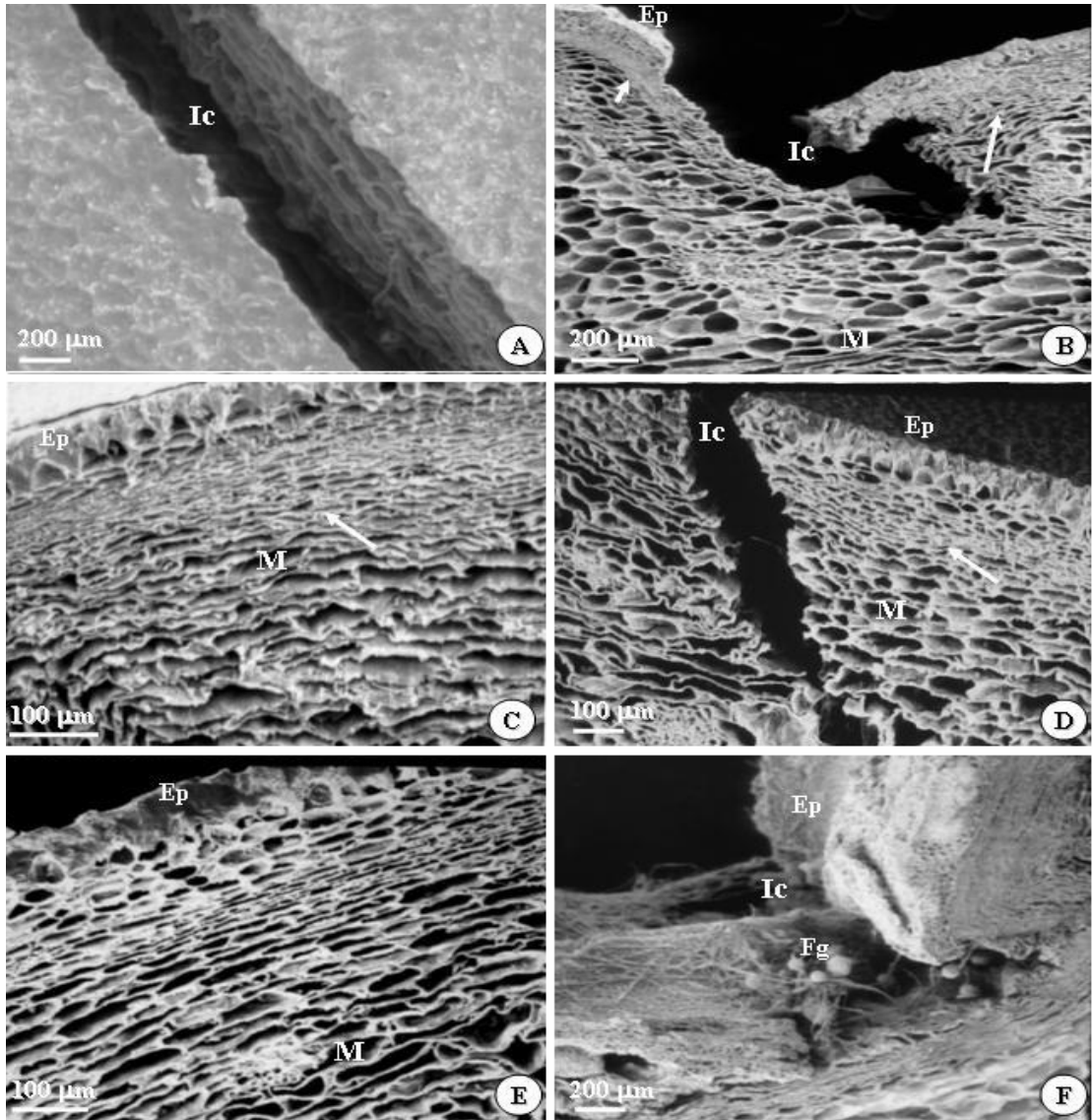


Figura 10 – Eletromicrografias de varredura em melão Gália 'Solar King' injuriado mecanicamente por corte. (A) Superfície do epicarpo na região da incisão imediatamente após a injúria. (B) Corte transversal na região da incisão aos três dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR, evidenciando-se células comprimidas em virtude da força proporcionada pela lâmina no momento do corte (seta pequena) e a desidratação celular abaixo da epiderme (seta grande). (C) Corte transversal lateral à região da incisão aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR. (D) Corte transversal na região da incisão aos 21 dias de refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (E) Corte transversal lateral à região da incisão aos seis dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (F) Corte transversal na região da incisão aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. Na figura, setas grandes indicam os locais onde a desidratação ou necrose celular foi mais grave. Ic: incisão da navalha no corte. Ep: epiderme. M: mesocarpo. Fg: fungos.

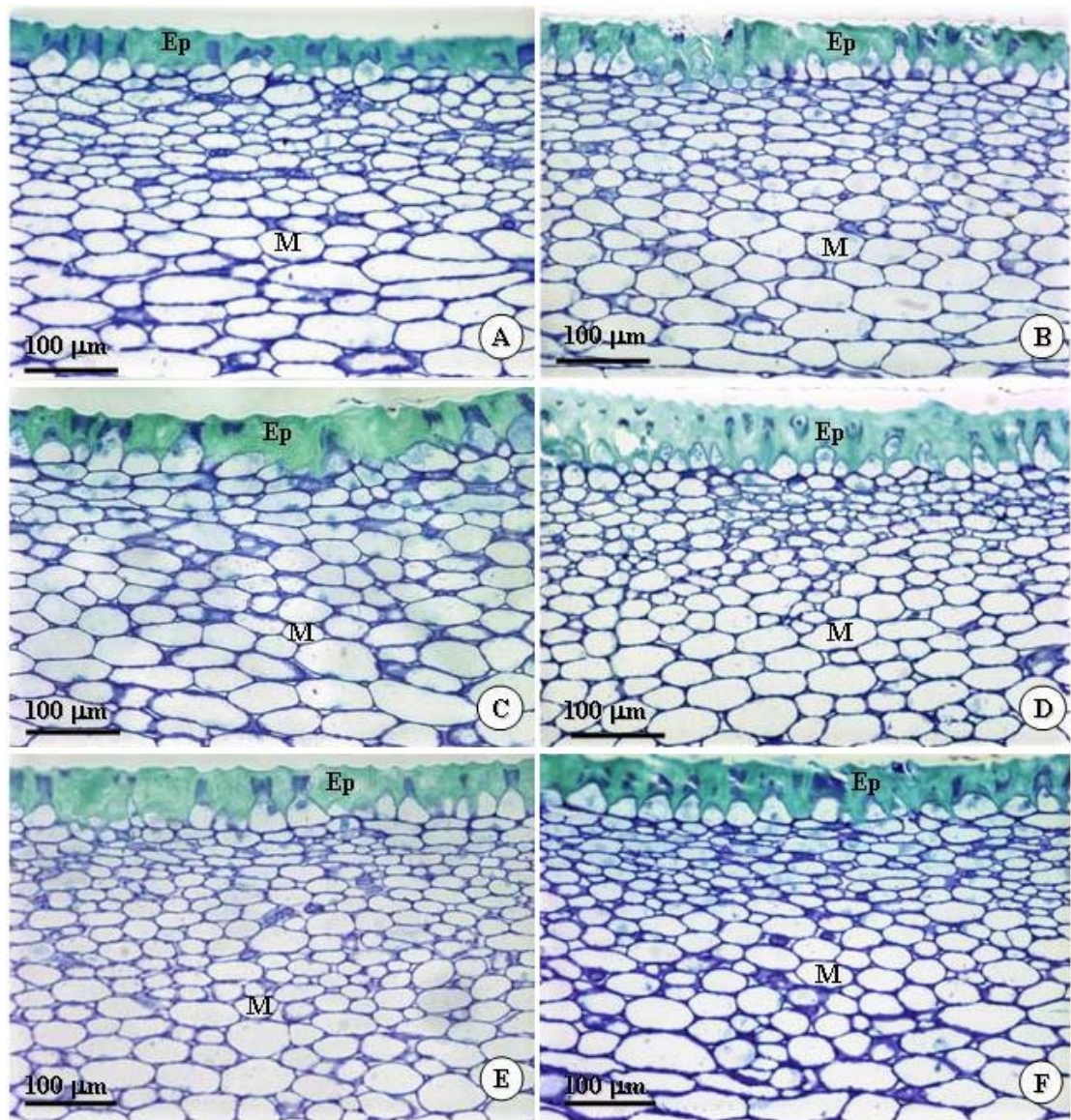


Figura 11 – Fotomicrografias em melão Gália 'Solar King', em cortes transversais do pericarpo evidenciando a manutenção da estrutura do pericarpo dos frutos submetidos aos estresses por impacto e compressão. (A) Compressão perpendicular ao eixo pedúnculo-ápice logo após a injúria. (B) Compressão perpendicular ao eixo pedúnculo-ápice aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias de refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (C) Compressão nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice logo após a injúria. (D) Compressão nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. (E) Impacto logo após a injúria. (F) Impacto aos oito dias de armazenamento sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR após a permanência dos frutos por 21 dias em refrigeração a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR. Ep: epiderme. M: mesocarpo.

Nas regiões com estresse por compressão nos sentidos dos eixos pedúnculo–ápice e perpendicular a ele e por impacto, não ocorreram alterações nos tecidos da epiderme ou do mesocarpo durante os armazenamentos sob condições ambientais ou após a refrigeração (Figura 11). Segundo Mencarelli et al. (1996) e De Martino et al. (2006), a maioria dos frutos pode ser considerada material viscoelástico. Segundo esses autores, as alterações na viscosidade, como as relacionadas às mudanças nos carboidratos, são permanentes e não reversíveis, enquanto deformações elásticas, relacionadas à capacidade de recuperação da forma original do tecido, podem ser reversíveis quando o estresse é removido.

No melão, a elasticidade dos tecidos contribuiu para a retomada da forma após a indução dos estresses mecânicos por compressão e impacto. A própria morfologia do fruto relacionada às camadas externas, como a malha rendilhada na superfície, a epiderme espessa com grande deposição de cutícula e as primeiras camadas de células do mesocarpo, menores e mais adensadas, podem ter contribuído para o amortecimento das injúrias (Figuras 7 e 8).

Pequenas alterações nas formas observadas em algumas amostras durante os períodos de avaliação, como células amassadas e exocarpo com rachadura externa, não puderam ser atribuídas aos tratamentos de estresses mecânicos, uma vez que não ocorreu repetibilidade desse comportamento nas amostras durante os períodos de avaliação no armazenamento sob condições ambientais ou após a refrigeração. Possivelmente, tais alterações ocorreram durante o preparo das amostras para análise.

Em kiwi, o estresse mecânico por impacto também não foi acompanhado por sintomas externos visíveis logo após a indução do estresse. No entanto, a injúria foi perceptível progressivamente dias após o armazenamento, sendo caracterizada por deformação nos tecidos e alterações na composição dos frutos, relacionadas à perda das propriedades viscoelásticas, como maior conversão de amido em açúcares no local da injúria mecânica (MENCARELLI et al., 1996).

Nas células epidérmicas do melão, a grande quantidade de cutícula nas suas paredes (Figura 7) foi responsável pela espessura da epiderme, que associada à rigidez da malha rendilhada (Figuras 8AB) proporcionou a resistência mecânica do fruto (KEISERMAN et al., 2004). O rendilhamento (Figura 8A) foi caracterizado como uma camada amorfa, originada durante o crescimento e desenvolvimento do melão pelo rompimento da epiderme devido à quebra de cutícula, que foi acompanhada pela diferenciação de células hipodérmicas em felogênio ou câmbio (WEBSTER; CRAIG, 1976; KEISERMAN et al., 2004; GALAZ, 2006) (Capítulo 1).

O arranjo estrutural das células parenquimáticas mais externas, menores, mais adensadas e com menores espaços intercelulares (Capítulo 1) foi importante para o amortecimento dos estresses no melão. Comportamento semelhante foi reportado por De Martino et al. (2006), que não verificaram alterações estruturais nas primeiras camadas celulares do parênquima de damasco submetido a impacto. De acordo com Harker (1997), células pequenas têm grande habilidade para retenção do conteúdo celular na região do dano, por possuírem geralmente paredes mais espessas, mais citoplasma e menos vacúolo por volume do que células grandes.

Não ocorreu formação de periderme de cicatrização associada às injúrias mecânicas durante o armazenamento do melão sob condições ambientais ou após a refrigeração (Figuras 9, 10 e 11). A periderme de cicatrização está relacionada à capacidade de o tecido danificado formar uma barreira física composta por substâncias protetoras, como formação de barreira suberizada, lignificada ou cerosa que previne a invasão por microrganismos e a perda de água (KAYS, 1991).

Outros frutos têm a capacidade de formar periderme em resposta a ferimentos, como foi observado por Maia (2005) em frutos verdes de banana, onde a injúria por abrasão promoveu a formação de periderme de cicatrização em resposta à dilaceração sofrida pela epiderme e pelas primeiras camadas de células subepidérmicas.

Nos frutos submetidos a estresse por compressão nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele, ou impacto e nos frutos não submetidos a

estresse, não foram evidenciados sinais de senescência nas análises microestruturais dos tecidos epidérmicos ou parenquimáticos, durante o armazenamento sob condições ambientais ou após a refrigeração (Figuras 7, 8 e 11).

As células do mesocarpo mais próximas à periferia dos frutos, de onde foram retiradas as amostras para as análises anatômicas, apresentaram resistência às injúrias mecânicas e às transformações físicas e metabólicas do amadurecimento. Esse comportamento também foi observado nos tomogramas, onde nos tecidos parenquimáticos periféricos não se observaram diferenças nos tons de cinza. Entretanto, em torno da cavidade interna, conforme discutido anteriormente, a tonalidade de cinza mais claro indicou a presença de água livre, independentemente da ocorrência ou não de injúria mecânica, no final do armazenamento.

Comportamento semelhante foi observado por Redgwell et al. (1997) durante o amadurecimento de melancia, maçã e pêra, quando as células parenquimáticas sofreram poucas alterações na parede, com algumas regiões isoladas de separação e falhas no contorno.

#### 4. CONCLUSÕES

O melão Gália, híbrido 'Solar King', apresentou grande resistência às alterações estruturais relacionadas aos estresses mecânicos e ao armazenamento até oito dias, sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR ou após um período de refrigeração por 21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR, seguido de oito dias sob condições ambientais a  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR.

Entre os estresses por compressão, impacto e corte, o corte foi o mais grave, provocando injúria mecânica claramente perceptível logo após a incisão, intensa dessecação do pericarpo, colapso e morte dos tecidos do mesocarpo com o avanço dos períodos de armazenamento, nas condições experimentais.

## 5. REFERÊNCIAS

ALLENDE, A.; DESMET, M.; VANSTREELS, E.; VERLINDEN, B. E.; NICOLAI, B. M. Micromechanical and geometrical properties of tomato skin related to differences in puncture injury susceptibility. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, p. 131-134, 2004.

ARPAIA, M. L.; MITCHELL, F. G.; KATZ, P. M.; MAYER, G. Susceptibility of avocado fruit to chemical damage as influenced by variety, maturity and stage of ripeness. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v.10, p. 149-151, 1987.

BARBER, K. G. Comparative histology of fruits and seeds of certain species of cucurbitaceae. **Botanical Gazette**, v. 47, p. 263-310, 1909.

BISCEGLI, C. I.; FERRAZ, A. C. De O.; HONÓRIO, S. L.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L. da. **Uso da tomografia de ressonância magnética para diagnosticar os efeitos de injúrias mecânicas em figos 'Roxo de Valinhos'**. São Carlos, SP: EMBRAPA-CNPDIA. 2003. p. 1- 4. (Comunicado Técnico, 52).

BOLLEN, A. F.; COX, N. R.; RUE, B. T. D.; PAINTER, D. J. A description for damage susceptibility of a population of produce. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 78, n. 4, p. 391-395, 2001.

BROWN, G. E.; BARMORE, C. R. Ultrastructure of the response of citrus epicarp to mechanical injury. **Botanical Gazette**, v.142, n. 4, p. 477-481, 1981.

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

FREITAS, J. de A. D. de (Editor Técnico). **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 89 p. (Documentos, 68).

GALAZ, L. G. **Desarrollo del reticulado y daño por frío en frutos de cultivares de melón (*Cucumis melo* L. Grupo Cantalupensis)**. Santiago: Pontificia Universidad Católica del Chile, 2006. 32 p. (Proyecto de Título).

GARCÍA, J.L.; RUIZ-ALTISENT, M.; BARREIRO, P. Factors influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apples and pears. **Journal Agricultural Engineering Research**, v. 61, p.11-18, 1995.

HALLORAN, N.; KASIM, M.U.; ÇAGIRAN, R. Determination of mechanical injury and effects of bruising on the postharvest quality of cantaloupes. **Acta Horticulturae 492**: I International Symposium on cucurbits, ISHS, 1999. p. 105-111.

HARKER, F. R.; STEC, M. G. H.; HALLETT, I. C.; BENNETT, C. L. Texture of parenchymatous plant tissue: a comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness. **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 63-72, 1997.

KARNOVSKY, D. A. A. Formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, v. 27, p. 137-138, 1965.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Product**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KEISERMAN, K.; TANAMI, Z.; SHOSEYOV, O.; GINZBERG, I. Differing rind characteristics of developing fruits of smooth and netted melons (*Cucumis melo*). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 79, n. 1, p. 107-113, 2004.

KITAJIMA, E. W. **Curso introdutório de microscopia eletrônica de varredura**. São Paulo: ESALQ (NAP/MEPA), 1997. 37 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Universidade Rural, 1997. 198 p.

MAIA, V. M. **Alterações morfoanatômicas, físicas e metabólicas em bananas 'Prata Anã' induzidas por danos mecânicos.** Viçosa, MG: UFV, 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

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

OEY, M. L.; VANSTREELS, E.; De BAERDEMAEKER, J.; TIJSKENS, E.; RAMON, H.; NICOLAI, B. Influence of turgor on micromechanical and structural properties of apple tissue. **Biosyst.** p. 1879-1889, 2006. Disponível em: <<http://iufost.edpsciences.org>>.

PASSAM, H. C.; BIRD, M. C. The respiratory activity of Honeydew melons during the climateric. **Journal of Experimental Botany**, v. 29, n. 109, p. 325-333, 1978.

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

REDGWELL, R. J.; MACRAE, E.; HALLETT, I.; FISCHER, M.; PERRY, J.; HARKER, R. In vivo and in vitro swelling of cell walls during fruit ripening. **Planta**, v. 203, p. 162-173, 1997.

SANCHES, J.; LEAL, P. A. M.; SARAVALI, J.H.; ANTONIALIS, S. Avaliação de danos mecânicos causados em banana 'Nanicão' durante as etapas de beneficiamento, transporte e embalagem. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n.1, p.195-201, 2004.

WANG, C. Y.; WANG, P. C. Nondestructive detection of core breakdown in 'Bartlett' pears with nuclear magnetic resonance imaging. **HortScience**, v. 24, n.1, p. 106-109, 1989.

WEBSTER, B. D.; CRAIG, M. E. Net morphogenesis and characteristics of the surface of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.101, n. 4, p. 412-415, 1976.

## **CAPÍTULO 3**

### **QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MELÃO GÁLIA SUBMETIDO A ESTRESSES MECÂNICOS E ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO**

#### **RESUMO**

Foi estudado o efeito de injúrias mecânicas por compressão, impacto e corte sobre a qualidade e a conservação pós-colheita do melão Gália, híbrido 'Solar King'. Os frutos foram coletados no Município de Mossoró, RN, aos 65 dias de cultivo após a semeadura. A colheita foi realizada pela manhã, estabelecendo-se o ponto de colheita com base no teor de sólidos solúveis ao redor de 10%. Os frutos foram submetidos a cinco modalidades de estresses mecânicos: T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular ao mesmo; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que

resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T5, frutos submetidos aos danos dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>. Posteriormente, os frutos foram armazenados por 21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR e, em seguida, transferidos para  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tipos de estresses mecânicos em parcelas subdivididas no tempo, quatro repetições e um fruto por repetição. As análises foram feitas após a colheita, ao término do armazenamento refrigerado e aos 3, 6, 9 e 12 dias da transferência deles para  $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR. Avaliaram-se as aparências externa e interna do fruto, o ângulo Hue da casca e da polpa, a diferença total de cor (DE) da casca e da polpa, a perda de matéria fresca do fruto, a firmeza da casca e da polpa, o teor de sólidos solúveis, os açúcares solúveis totais, a acidez total titulável, o pH e a relação SS/ATT da polpa. Separadamente, um experimento com os mesmos tratamentos de estresses mecânicos e número de repetições foi realizado para as análises de atividade respiratória e de produção de etileno. Os frutos foram armazenados a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR e analisados diariamente por cromatografia gasosa até 17 dias. Não houve perda significativa na qualidade do melão Gália em função das injúrias mecânicas por compressão, impacto e corte durante o armazenamento. Os estresses mecânicos inibiram as transformações naturais na cor da casca dos frutos injuriados por compressão, impacto e corte observada pela diferença total de cor. Na polpa, a coloração não foi alterada em função dos tratamentos, entretanto se tornou mais amarelada durante o armazenamento após a retirada da câmara fria. Os frutos foram mantidos com boa qualidade até aproximadamente seis dias após a retirada da câmara fria (21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR), com nota igual ou acima de 3, para as aparências externa e interna, teor de sólidos solúveis em torno de 8,5 e firmeza da polpa em torno de 4,0 N, independentemente da presença ou não de injúria mecânica. Ocorreu maior atividade respiratória e produção de etileno nos frutos com estresses mecânicos, em comparação com os frutos-testemunha durante o armazenamento a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR.

## 1. INTRODUÇÃO

O melão Gália é um dos frutos mais exportados pelos produtores do Rio Grande do Norte e Ceará. No entanto, várias características dos frutos, como teor de sólidos solúveis, firmeza, aparência, uniformidade de rendimento e cor, podem ser alteradas por um manejo inadequado, prejudicando a comercialização dos frutos no mercado internacional (SALES JÚNIOR et al., 2004). Além disso, as injúrias mecânicas causadas durante o manuseio também podem interferir na qualidade e conservação pós-colheita dos frutos.

O estresse mecânico pode ser acompanhado por alterações morfológicas e fisiológicas e causar danos irreparáveis que afetam a qualidade dos frutos e, conseqüentemente, provocar a desvalorização comercial (MENCARELLI et al., 1996; LEE et al., 2005; De MARTINO et al., 2006). O comportamento do produto sob estresse pode variar entre espécies ou cultivares, com o estágio de maturação, com o tamanho – sendo os frutos mais pesados mais suscetíveis – e com a resistência, espessura e textura da epiderme (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No manuseio pós-colheita, os melões estão sujeitos a estresses mecânicos nas etapas de colheita, transporte e seleção ou classificação, em que é possível ocorrerem corte, compressão ou impacto. O produto injuriado

aumenta significativamente a liberação de etileno e CO<sub>2</sub>. As células mais próximas do ponto injuriado, que não foram mortas no processo, respiram rapidamente e podem acelerar as alterações relacionadas à coloração, firmeza de polpa, acidez e açúcares no fruto (MORETTI, 1998; MAIA, 2005). Essas alterações nem sempre são possíveis de serem controladas após as lesões e podem antecipar a deterioração do produto depois da colheita (HALLORAN et al., 1999; De MARTINO et al., 2006; LEE et al., 2005; DURIGAN et al., 2005).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de estresses mecânicos por compressão, impacto e corte sobre as características físicas, químicas e fisiológicas dos melões Gália e híbrido 'Solar King' durante o armazenamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Melões Gália, híbrido 'Solar King', foram obtidos de uma propriedade comercial localizada no Município de Mossoró, RN, aos 65 dias de cultivo após a semeadura. Mossoró está situada a aproximadamente 18 m de altitude, com coordenadas geográficas de 5° 11' de latitude Sul e 37° 20' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo BSw'h', caracterizado como quente e seco.

A área de plantio foi de aproximadamente 2 ha, com espaçamento de 2 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, equipada com sistema de irrigação por gotejamento em linha, com irrigações feitas diariamente. Condução, adubação, fertirrigação e demais tratamentos culturais foram idênticos aos recomendados por Freitas (2003).

A colheita foi realizada cuidadosamente pela manhã, na safra do ano agrícola de 2006/2007, após a amostragem de frutos na linha de plantio, estabelecendo-se o ponto de colheita, com base no teor de sólidos solúveis ao redor de 10% (FREITAS, 2003), com o auxílio de refratômetro de campo. Após a colheita, os melões (Figura 1) foram colocados em caixas de papelão ondulado com capacidade para cinco frutos e transportados em carro com ar-condicionado para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, CE.



Figura 1 – Aspecto do melão Gália 'Solar King', no ponto de colheita.

No laboratório, os frutos foram pincelados no pedúnculo com solução contendo fungicida (Imazalil  $2 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e, em seguida, submetidos aos estresses mecânicos.

### **2.1. Indução de injúrias mecânicas em laboratório**

Os estresses mecânicos foram realizados no Laboratório de Físico-Química da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram adotados tratamentos correspondentes aos estresses mecânicos e aos períodos de armazenamento. Os tratamentos de estresses foram os seguintes:

$T_1$  = testemunha, frutos sem dano.

$T_2$  = compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo–ápice e perpendicular a ele, através de uma placa de compressão com 100 mm de diâmetro acoplada ao texturômetro eletrônico Stable Micro Systems (SMS), modelo TAXT2i (Figura 1A , Capítulo 2).

$T_3$  = frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura (Figura 1B, Capítulo 2).

T<sub>4</sub> = frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto (Figura 1C, Capítulo 2).

T<sub>5</sub> = frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.

As regiões injuriadas foram demarcadas com marcador de retroprojctor, e em seguida os melões foram acondicionados em caixa de papelão ondulado com capacidade para cinco frutos e armazenados a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR por 21 dias.

## **2.2. Períodos de armazenamento e análises de qualidade**

As análises de qualidade visual, físicas e químicas foram realizadas nos frutos por ocasião da colheita, aos 21 dias de armazenamento refrigerado ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR), considerado o tempo zero, e após 3, 6, 9 e 12 dias após a transferência para as condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

A avaliação visual de aparência externa e as análises físicas de coloração da casca, perda de massa e redução da firmeza da casca foram feitas nos frutos inteiros. Em seguida, foram cortados longitudinalmente e avaliados quanto à aparência interna, coloração e firmeza da polpa. Logo após, extraiu-se uma alíquota da polpa, de todo o perímetro da parte cortada, até a região delimitante da parte comestível com a casca. Após a homogeneização em centrífuga doméstica, parte do suco foi armazenada em *freezer* a  $-18$  °C para posterior quantificação dos açúcares solúveis, e parte foi usada para as análises de acidez total titulável, pH e sólidos solúveis realizadas imediatamente após a extração.

### 2.2.1. Aparências externa e interna

As análises de aparências externa e interna foram determinadas conforme Lima et al. (2004), através de escala de notas variando de 5 a 0, de acordo com a severidade dos defeitos, observando-se, na aparência externa, a intensidade de depressões, manchas ou ataque de microrganismos e, na aparência interna, colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade, considerando-se impróprio para comercialização os frutos com nota menor que 3 (GOMES JÚNIOR, 2005), de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Escala subjetiva (notas de 5-0) para avaliações das aparências externa e interna de melão, de acordo com a severidade dos defeitos

<b>Nota*</b>	<b>Aparência externa</b>	<b>Aparência interna</b>
5 (menos de 1% do fruto afetado)	Ausência de depressões, manchas ou ataque de microrganismos	Ausência de colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade
4 (1 a 10% do fruto afetado)	Traços de depressões e, ou, manchas	Traços de colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade
3 (11 a 30% do fruto afetado)	Depressões e, ou, manchas leves	Colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade com intensidade leve
2 (31 a 50% do fruto afetado)	Depressões e, ou, manchas com média intensidade	Colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade com média intensidade
1 (51 a 60% do fruto afetado)	Depressões e, ou, manchas com intensidade severa ou ataque de microrganismos	Colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade com intensidade severa
0 (mais de 61% do fruto afetado)	Depressões e, ou, manchas com intensidade muito severa ou ataque generalizado de microrganismos	Colapso na polpa e, ou, sementes soltas e, ou, líquido na cavidade com intensidade muito severa

\*Considerou-se impróprios para comercialização os frutos com nota menor que 3.

### 2.2.2. Cor da casca e da polpa

As colorações da casca e da polpa foram determinadas por reflectometria, utilizando-se um reflectômetro Minolta (CROMA METER CR-200b), calibrado em superfície de porcelana branca. Realizaram-se duas leituras diretamente nas regiões demarcadas e outras duas em locais fora das regiões demarcadas dos frutos submetidos a estresses mecânicos. Na testemunha (T1), as leituras foram realizadas aleatoriamente nas regiões apical e equatorial dos frutos. Posteriormente, não sendo observadas diferenças significativas entre as leituras das áreas demarcadas e fora das regiões demarcadas, obtiveram-se a média das leituras por fruto.

As leituras foram expressas no módulo  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , conforme o Sistema de Cores CIE 1976 para medida, designação e acerto de cores, em que um sólido de cores é definido por três coordenadas retangulares. O eixo principal é o nível de luminosidade  $L^*$  em uma escala de 0 (totalmente preto) a 100 (totalmente branco). Os valores intermediários compreendem uma escala de cinza. O matiz (tonalidade) é especificado por outros dois caracteres cromáticos. Um deles, codificado por  $a^*$ , define o eixo que varia entre o verde (-60) e o vermelho (+60), com valores negativos refletindo a predominância do verde e os positivos do vermelho. O segundo caractere, codificado por  $b^*$ , define o eixo que varia entre o azul (-60) e o amarelo (+60), com valores negativos refletindo a predominância do azul e os positivos do amarelo (Figura 2).

A partir desses valores foram calculados o Ângulo Hue ( $^{\circ}h^*$ ) e a diferença total de cor (DE), conforme Mendoza et al. (2006), segundo as equações abaixo:

$$^{\circ}h^* = \text{actg}(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$DE^2 = (DL^*)^2 + (Da^*)^2 + (Db^*)^2 \quad (2)$$

em que:

$$DL^* = L^*_{ti} - L^*_{to} \quad (3)$$

$$Da^* = a^*_{ti} - a^*_{to} \quad (4)$$

$$Db^* = b^*_{ti} - b^*_{to} \quad (5)$$

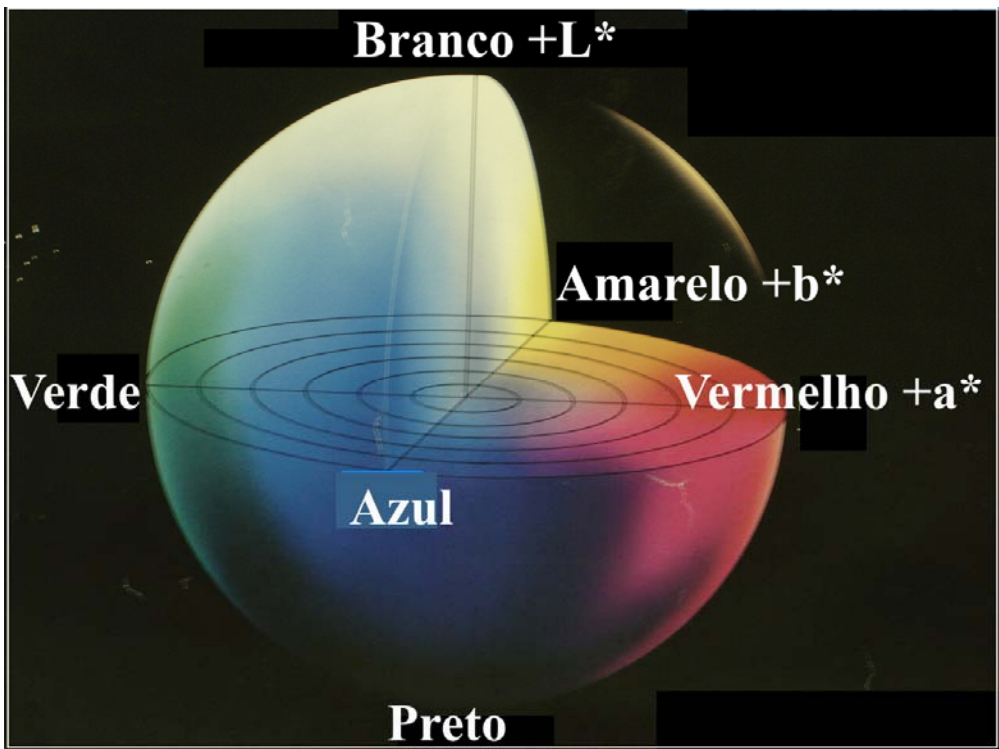
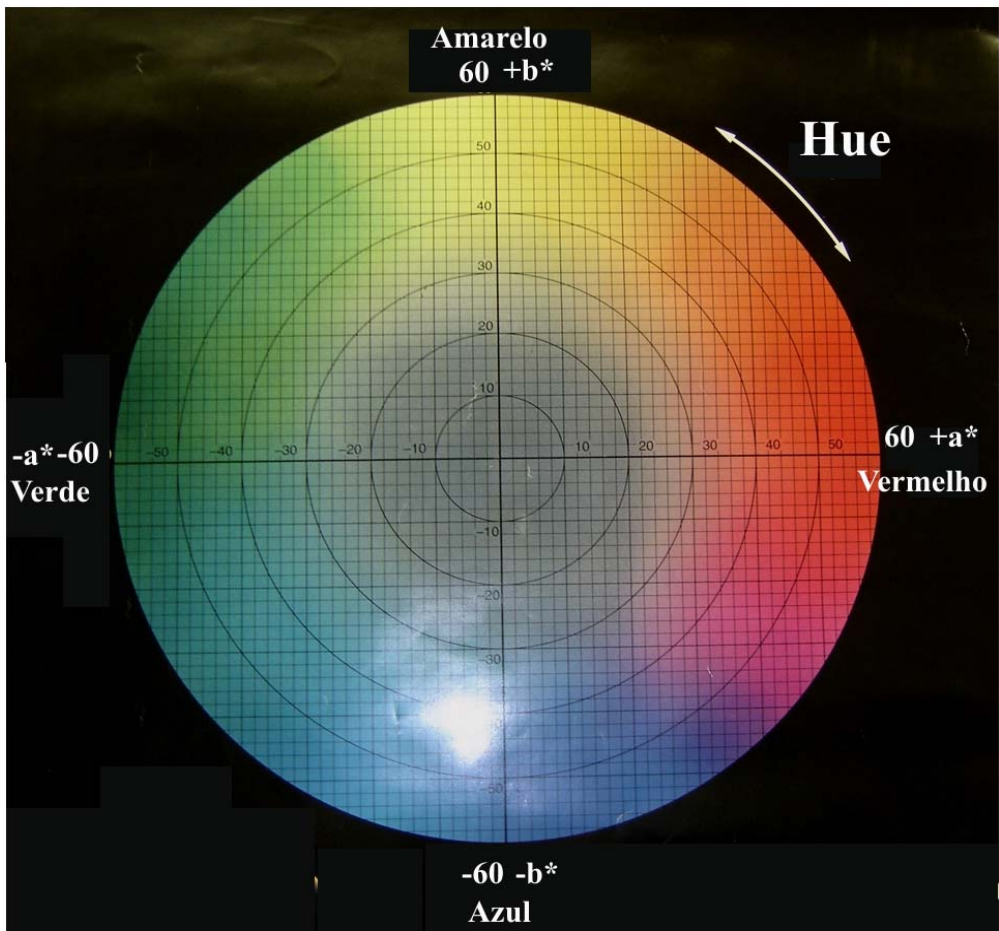


Figura 2 – Sistema de Cores CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  para medida, designação e acerto de cores, um sólido de cores.

O Ângulo Hue ( $^{\circ}h^*$ ) é uma medida derivada de  $a^*$  e  $b^*$  e assume valor zero para a cor vermelha,  $90^{\circ}$  para amarela,  $180^{\circ}$  para verde e  $270^{\circ}$  para azul. A DE foi determinada pela diferença total de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) entre os valores registrados nos frutos em cada tempo de armazenamento ( $t_i$ ) e os obtidos nos frutos por ocasião da colheita ( $t_0$ ). Por meio dos valores de  $DL^*$ ,  $Da^*$  e  $Db^*$ , foi possível saber a tendência de mudança de cor da amostra em relação à cor no momento da colheita.

### **2.2.3 Perda da Matéria Fresca**

Os frutos foram pesados em balança eletrônica de precisão em cada período, utilizando-se os mesmos melões durante todo o armazenamento. Os resultados foram expressos em porcentagem (%), considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido em cada período de amostragem.

### **2.2.4 Firmeza da casca e da polpa**

As firmezas da casca e da polpa foram avaliadas periodicamente como a resistência da casca e da polpa à penetração, utilizando-se um texturômetro digital (Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i) equipado com sonda cilíndrica de 8 mm de diâmetro. Na casca, a sonda foi inserida diretamente na superfície externa. Na polpa, o fruto foi dividido longitudinalmente em duas metades, passando pelas regiões injuriadas demarcadas, sendo a sonda introduzida em pontos centrais em relação à espessura da polpa.

Realizaram-se duas leituras diretamente nas regiões demarcadas e outras duas leituras em locais fora das regiões demarcadas dos frutos injuriados mecanicamente. Na testemunha (T1), as leituras foram realizadas aleatoriamente nas regiões apical e equatorial dos frutos. Posteriormente, não se observaram diferenças significativas entre as leituras das áreas demarcadas e fora das regiões demarcadas, no entanto foi obtida a média de quatro leituras por fruto. Os resultados foram expressos em Newton (N).

### **2.2.5. Sólidos solúveis (SS)**

Os sólidos solúveis foram determinados diretamente no suco homogeneizado e filtrado, tomando-se duas gotas para leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co., LTD., Japan), com escala variando de 0 até 45% e compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **2.2.6. Acidez total titulável (ATT) e pH**

A acidez total titulável foi determinada em duplicata, utilizando-se uma alíquota de suco (5 g), à qual foram adicionados 50 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína alcoólica 1 %, titulando-se com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada, até atingir o ponto de viragem, caracterizado pelo surgimento da cor rosada. Em seguida, os resultados foram calculados e expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado diretamente no suco, utilizando-se um potenciômetro digital modelo HI 9321, da Hanna Instruments, calibrado com soluções-tampão de pH 4, 0 e 7,0.

### **2.2.7. Relação SS/ATT**

Determinada pelo quociente das características SS e ATT.

### **2.2.8. Açúcares solúveis totais**

Os açúcares solúveis totais foram determinados utilizando-se o reagente de Antrona, conforme Yemn e Willis (1954), a partir de uma amostra de 0,5 g de polpa, diluída para 250 mL com água. Em seguida, tomou-se 0,15 µL para o doseamento. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **2.3. Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tipos de estresses mecânicos em parcelas subdivididas no tempo, quatro repetições e um fruto por repetição. Para a análise dos dados, fez-se o desdobramento da interação para as variáveis, independentemente se a interação foi significativa ou não. Aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparar as médias dos tratamentos, dentro de cada período de amostragem, bem como a análise de regressão, para verificar o comportamento dos frutos ao longo do tempo de armazenamento. A escolha das equações foi feita baseando-se na significância dos coeficientes de regressão a 5% de probabilidade, pelo teste “t” (Student), no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

### **2.4. Atividade respiratória e produção de etileno**

Para as análises de atividade respiratória e de produção de etileno, um experimento foi realizado separadamente. As condições de cultivo do meloeiro, a colheita, o transporte para o laboratório e os tratamentos de estresses mecânicos foram realizados conforme descrito anteriormente. Os melões Gália 'Solar King' foram analisados após a indução das injúrias e diariamente durante o armazenamento em câmara a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR, por 17 dias. Esse procedimento foi seguido para a detecção dos picos de produção de  $\text{CO}_2$  e  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

Para as análises, os frutos foram pesados e colocados em recipientes hermeticamente fechados por 1 h. Utilizaram-se quatro repetições por tratamento, sendo cada fruto uma repetição. Amostras de 5 mL da atmosfera interna dos frascos foram retiradas e injetadas em cromatógrafo a gás (CG/DANI 86.10), equipado com coluna Porapak-N (4 m x 3 mm, a 50 °C), e os detectores de condutividade térmica (120 °C) e ionização de chama (120 °C), para  $\text{CO}_2$  e  $\text{C}_2\text{H}_4$ , respectivamente. O software Peak Simple II (Ciola & Gregori – CG) foi usado para registrar e integrar os picos cromatográficos. Padrões externos de  $\text{CO}_2$  (5%) e  $\text{C}_2\text{H}_4$  (10 ppm) foram utilizados para estimar a atividade respiratória ( $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) e a produção de etileno ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento da colheita, os frutos apresentaram 9,9% de sólidos solúveis (Quadro 2), pedúnculo preso, sem sintomas de rachadura. No melão, ao contrário de produtos como banana e maçã, que armazenam apreciáveis quantidades de amido para conversão em açúcares durante o armazenamento, o tecido carnoso não contém reservas de amido por ocasião da colheita (MENEZES, 1996; COMBRINK et al., 2001). Portanto, no ponto de colheita os frutos devem ter teor de sólidos solúveis mínimo de 9% (FILGUEIRAS et al., 2000), ou seja, em quantidade suficiente para atender o consumidor no mercado de destino, uma vez que o valor inicial pode ser reduzido devido ao consumo de carboidratos durante as etapas de transporte e armazenamento (MENEZES, 1996; SOUZA, 2006).

Na colheita, a firmeza da polpa (13,75 N) foi abaixo do recomendado para mercados distantes, que deve ser ao redor de 30 N, em melão Gália híbrido 'Solarnet', cortado longitudinalmente, utilizando-se ponteira de 8 mm de diâmetro, segundo Gomes Junior (2005). Essa diferença na firmeza pode ter sido influenciada pelo estágio de maturação mais avançado no ponto de colheita dos frutos, observado pela coloração amarela da casca, embora sem sintomas de rachadura no pedúnculo, e pela diferença de material genético. As demais características analisadas no ponto de colheita (Quadro 2) estão de acordo com Menezes (1996).

Quadro 2 – Médias de notas para aparências externa e interna, ângulo Hue da casca e Hue da polpa, massa do fruto, firmeza da casca, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (ATT), pH, relação SS/ATT e teor de açúcares solúveis totais no melão Gália 'Solar King', por ocasião da colheita

Qualidade por Ocasão da Colheita	Média
Aparência externa (Notas de 0 a 5)	5
Aparência interna (Notas de 0 a 5)	5
Ângulo Hue da casca	89,46
Ângulo Hue da polpa	108,84
Massa do fruto (g)	1265,48
Firmeza da casca (N)	183,84
Firmeza da polpa (N)	13,75
Sólidos Solúveis (SS, °Brix)	9,9
Acidez total titulável (ATT, % ácido cítrico)	0,27
pH	6,05
Relação SS/ATT	37,03
Açúcares solúveis totais (%)	6,44

### 3.1. Aparência externa e interna

A aparência externa não diferiu estatisticamente entre os frutos submetidos aos diversos tipos de estresse, nos intervalos de armazenamento (Quadro 3). Visualmente, não houve alteração nos frutos devido à compressão ou ao impacto. Entretanto, a injúria por corte promoveu incisões claramente perceptíveis, expondo o mesocarpo ao meio ambiente.

Não foram evidenciadas alterações no arranjo estrutural das células do pericarpo dos frutos submetidos a impacto ou compressão ou em função do tempo de armazenamento. No entanto, nas áreas próximas às incisões foram observadas desidratação ao longo do tempo, necrose e morte celular no final do armazenamento (Capítulo 2). Embora o corte possa influenciar a decisão de compra, esse dano não comprometeu o aspecto geral do fruto (Figura 4) e foi limitado fisicamente às camadas mais externas do mesocarpo parenquimático.

Quadro 3 – Valores médios da aparência externa (escala de notas: 0-5) do melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	4,6a	4,5a	3,6a	3,1a	2,5a
T2	4,6a	4,6a	3,5a	3,1a	2,5a
T3	4,5a	4,5a	3,7a	3,6a	2,9a
T4	4,0a	3,9a	2,9a	2,8a	1,7a
T5	4,3a	3,9a	3,0a	2,9a	2,0a
CV(%) Parcela	26,78				
CV(%) Subparcela	13,80				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.

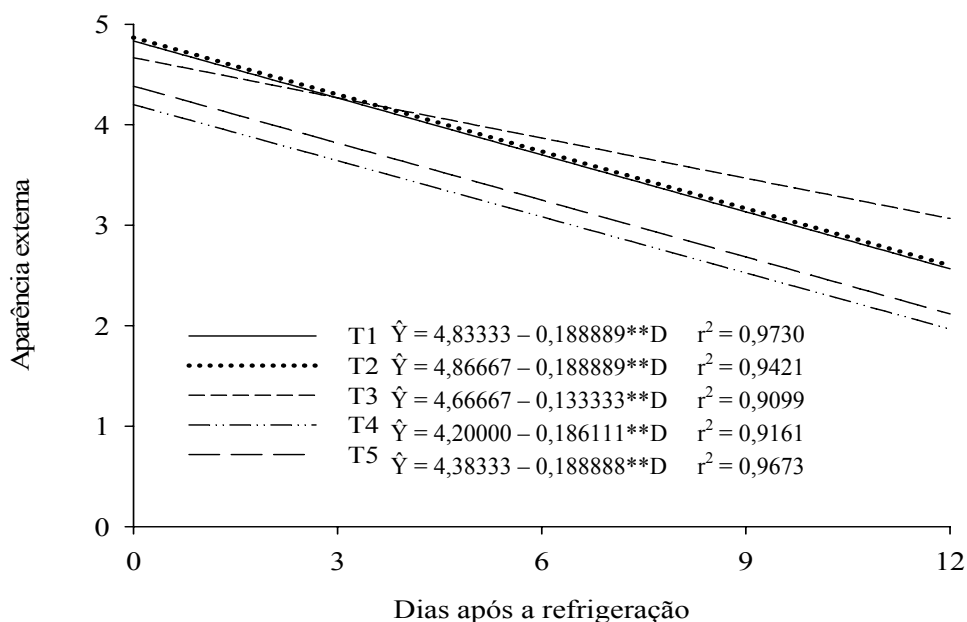
As notas referentes à aparência externa apresentaram redução linear ao longo do tempo em todos os tratamentos (Figura 3). A redução nas notas deveu-se ao surgimento de depressões e manchas com média intensidade na superfície dos frutos. Nos melões que sofreram as três injúrias (T5), além desses sintomas houve ataque de fungos na área do dano por corte no final do armazenamento (Figura 5). Os frutos permaneceram aceitáveis para comercialização pelo menos até o sexto dia de avaliação ou 27 dias de armazenamento, com nota 3 ou superior.

O tempo de vida útil pós-colheita, superior a 25 dias (equivalentes a sete dias em câmara fria/*container* durante a permanência na fazenda, transporte para o porto e carregamento, 11 dias de transporte marítimo e sete dias entre o desembarque e distribuição para os supermercados), é suficiente

para a exportação do melão ao mercado europeu (MENEZES, 1996). Dessa forma, as injúrias mecânicas não comprometeram a aparência dos frutos a serem comercializados.

Na aparência interna não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos até o nono dia após a retirada da câmara fria. No final do armazenamento, após 12 dias em temperatura ambiente os frutos ainda apresentavam qualidade adequada para comercialização, com nota em torno de 3 ou superior (Quadro 4). Entretanto, houve redução linear em todos os tratamentos, ao longo do tempo (Figura 6). Essa queda foi caracterizada por colapso na polpa, sementes soltas e líquido na cavidade com intensidade leve.

Sintomas semelhantes de aparência interna no melão Gália também foram observados por Morais et al. (2004) e por Gomes Júnior (2005). Sob 20 °C, o híbrido 'Solar King' conservou boa aparência interna, com nota superior a 3, aos nove dias de armazenamento (MORAIS et al., 2004). Sob refrigeração (7 °C), esse período foi estendido para 21 dias, com nota 3 para as aparências externa e interna, no híbrido 'Solarnet' (GOMES JÚNIOR, 2005).



\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste 't', de Student

Figura 3 – Estimativa das notas para aparência externa do melão Gália 'Solar King', submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

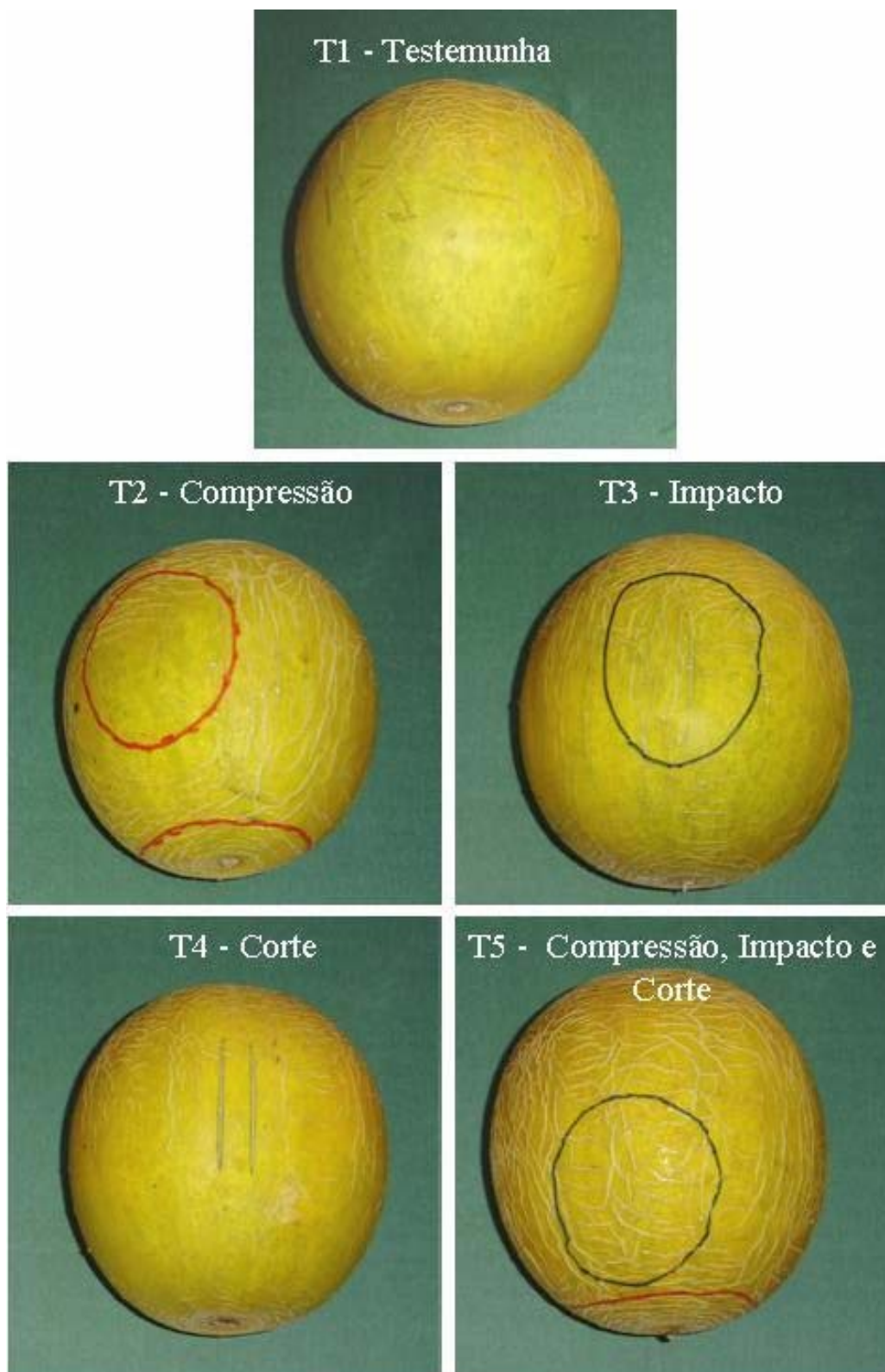


Figura 4 – Aparência externa do melão Gália 'Solar King', submetido a estresses mecânicos (T1, T2, T3, T4 e T5), aos 21 dias de armazenamento refrigerado a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5$  % UR.

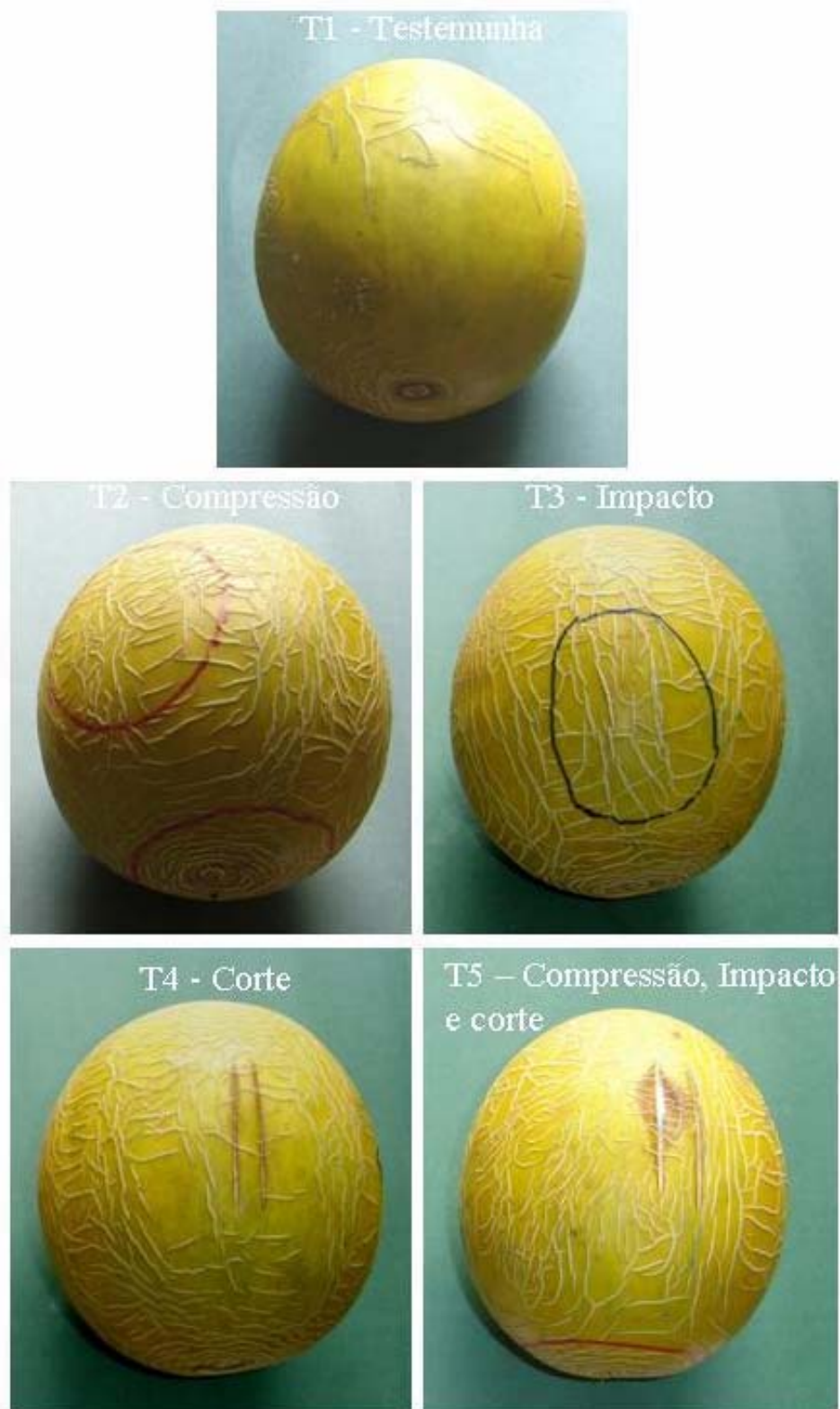


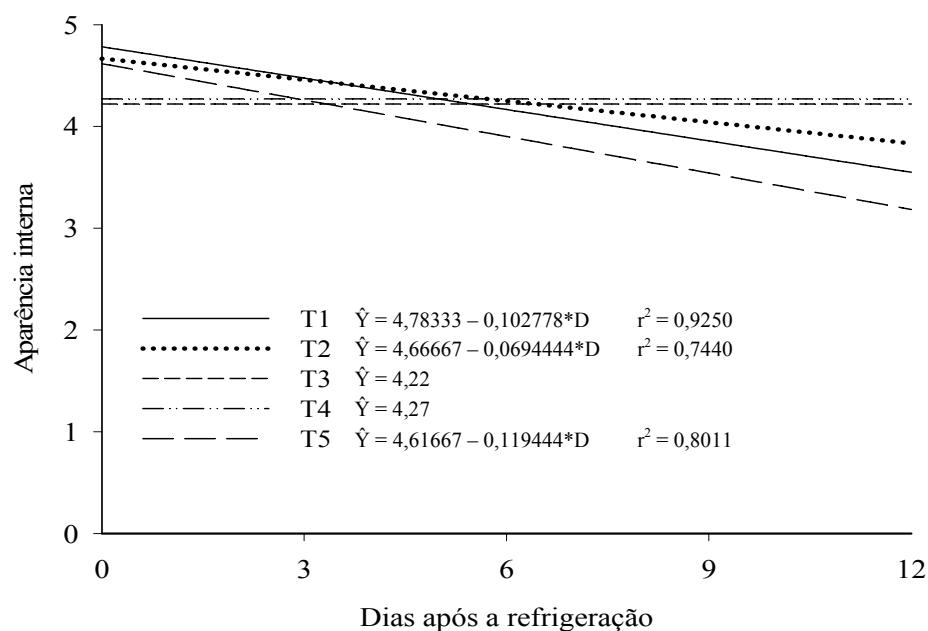
Figura 5 – Aparência externa do melão Gália 'Solar King', submetido a estresses mecânicos (T1, T2, T3, T4 e T5), após 21 dias de armazenamento refrigerado a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR e 12 dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR).

Quadro 4 – Valores médios das notas para aparência interna (escala de notas: 0-5) do melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (Tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	4,7a	4,5a	4,1a	4,0a	3,4ab
T2	4,5a	4,5a	4,5a	3,8a	3,8ab
T3	4,3a	4,5a	4,1a	4,0a	4,0a
T4	4,6a	4,5a	4,3a	4,6a	3,1ab
T5	4,4a	4,3a	4,0a	3,91a	2,8b
CV(%) Parcela	13,57				
CV(%) Subparcela	12,74				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste 't' de Student

Figura 6 – Estimativa das notas para aparência interna do melão Gália 'Solar King', submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

### 3.2. Cor da casca

Houve pouca variação no ângulo Hue avaliado na casca, da colheita ao final do armazenamento. No ponto de colheita, os frutos estavam com a casca amarela, no entanto com maior ângulo Hue (89,46) quando comparados com os melões após 21 dias de refrigeração (tempo zero de avaliação), o que indica ter ocorrido pequena mudança de tonalidade na cor, com acentuação para amarelo durante a refrigeração (Quadros 2 e 5). Depois da retirada dos frutos do armazenamento refrigerado, praticamente não se observou diferença entre tratamentos nos diversos dias de avaliação (Quadro 5). Esse comportamento também foi verificado ao longo do tempo de armazenamento, em que a coloração dos frutos se manteve praticamente inalterada (Figura 7).

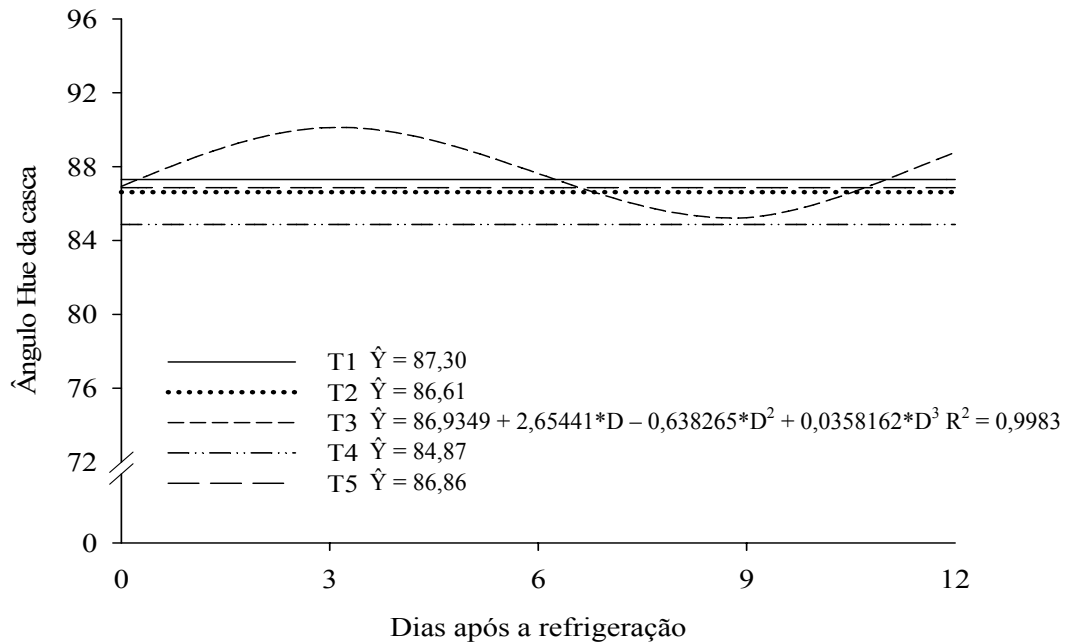
Outros tipos de melões são colhidos verdes e tornam-se amarelos com o tempo de armazenamento, como o melão 'Charentais', com conseqüente diminuição no ângulo Hue (SOUZA, 2006).

Quadro 5 – Valores médios do ângulo Hue da casca do melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	87,26a	87,27a	87,82a	87,26a	86,89a
T2	84,70a	87,31a	88,29a	85,56a	87,22a
T3	86,91a	90,19a	87,51a	85,30a	88,74a
T4	85,46a	85,41a	87,01a	86,09a	80,36b
T5	87,09a	88,43a	87,67a	84,81a	86,29a
CV(%) Parcela	2,54				
CV(%) Subparcela	3,55				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste 't' de Student

Figura 7 – Estimativa do Ângulo Hue da casca do melão Gália 'Solar King', submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

A diferença de cor na casca (DE) foi significativa na maioria dos tratamentos nos tempos de avaliação, sendo os menores valores observados nos frutos submetidos a estresses mecânicos (Quadro 6). Possivelmente, esses estresses inibiram os processos naturais de degradação da clorofila e reduziram a síntese de pigmentos carotenóides. Nos frutos não estressados (T1), esse efeito não aconteceu, havendo complementação do amarelecimento durante o armazenamento refrigerado. Após a transferência dos frutos da refrigeração para as condições ambientais, a diferença total de cor não se alterou, em concordância com o comportamento verificado no ângulo Hue (Figuras 7 e 8).

Quadro 6 – Valores médios da diferença total de cor (DE) da casca do melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	18,61a	20,29a	21,09a	17,35a	18,32a
T2	10,04ab	7,89b	7,25b	11,75a	6,48b
T3	7,05b	7,15b	13,19ab	10,61a	5,81b
T4	8,47b	8,83b	8,84b	13,03a	9,31ab
T5	6,94b	7,41b	5,13b	12,07a	7,78b
CV(%) Parcela	66,54				
CV(%) Subparcela	33,83				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.

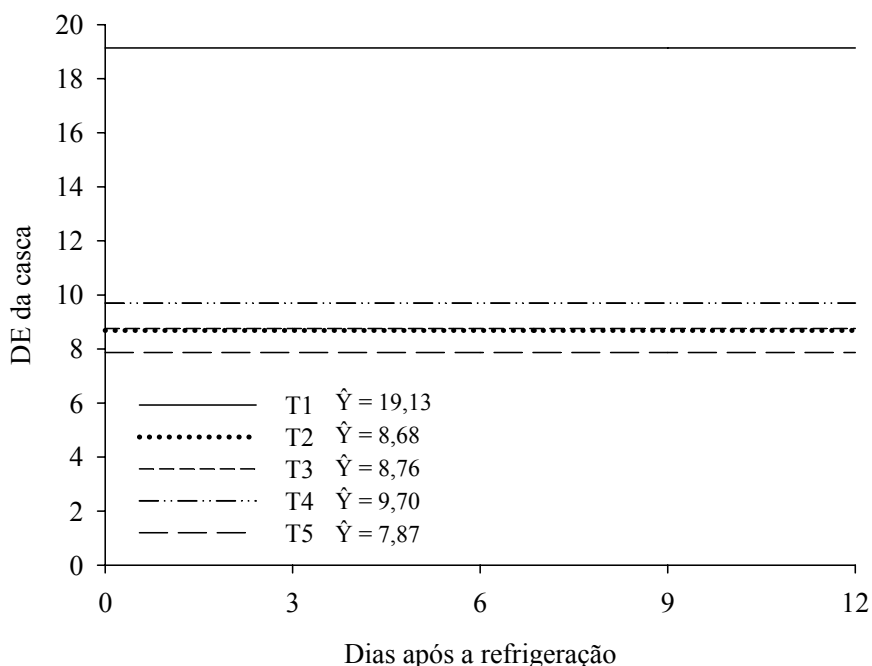


Figura 8 – Estimativa da diferença total de cor (DE) da casca do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

Efeito semelhante foi verificado em goiaba submetida às injúrias mecânicas. Na área lesionada por impacto houve maior escurecimento e retardo no amarelecimento, o que indicou menor síntese de pigmentos carotenóides (MATTIUZ; DURIGAN, 2001). Entretanto, efeito inverso foi observado em lima ácida 'Tahiti', em que as injúrias mecânicas proporcionaram maior perda na cor verde, principalmente nas regiões lesionadas dos frutos; nesse caso em razão, provavelmente, da maior atividade da enzima clorofilase, responsável pela degradação da clorofila, ou das reações oxidativas (DURIGAN et al., 2005).

### 3.3. Cor da polpa

Não houve tendência a diferenças no ângulo Hue da polpa entre os tratamentos de estresses mecânicos em cada período de avaliação após a refrigeração (Quadro 7). No entanto, a coloração da polpa passou da

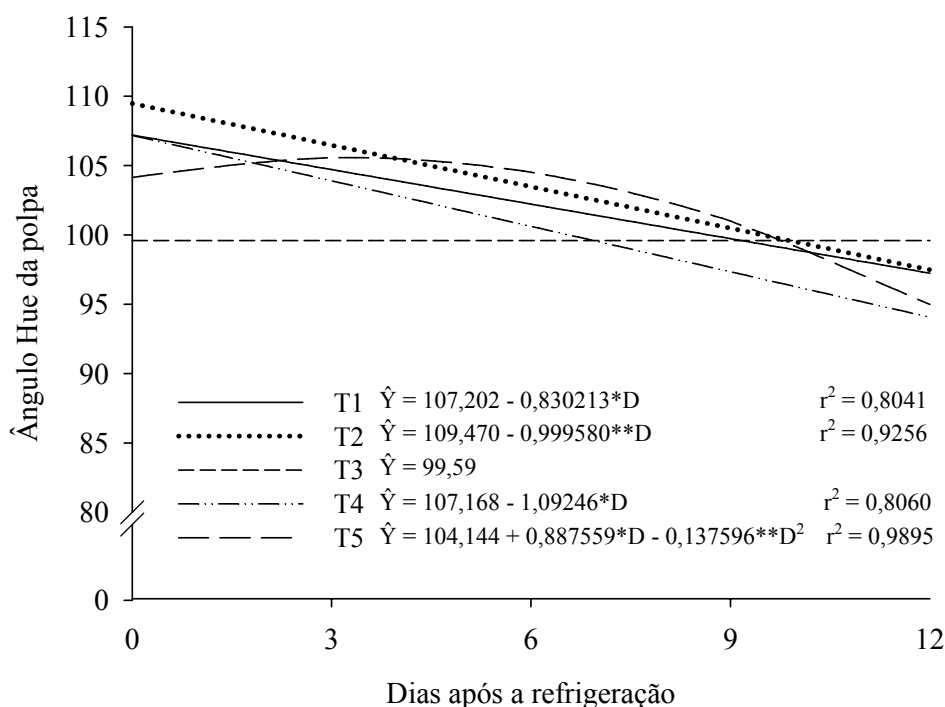
tonalidade esverdeada no ponto de colheita, quando foi registrado ângulo Hue de 108,84, para uma tonalidade amarelo-clara, durante o armazenamento, após a refrigeração. Nesse período, o ângulo Hue tendeu a reduzir-se em quase todos os tratamentos, exceto em T3 (Figura 9).

Quadro 7 – Valores médios do ângulo Hue na polpa do melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	105,89ab	104,24a	105,03a	100,75a	95,18a
T2	108,13a	107,29a	104,28a	101,75a	95,90a
T3	99,60b	103,15a	100,51a	96,56a	98,13a
T4	105,26ab	104,07a	102,81a	99,99a	90,91a
T5	104,20ab	105,22a	105,14a	100,48a	95,12a
CV(%) Parcela	2,76				
CV(%) Subparcela	3,93				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste 't', de Student.

Figura 9 – Estimativa do Ângulo Hue da polpa do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

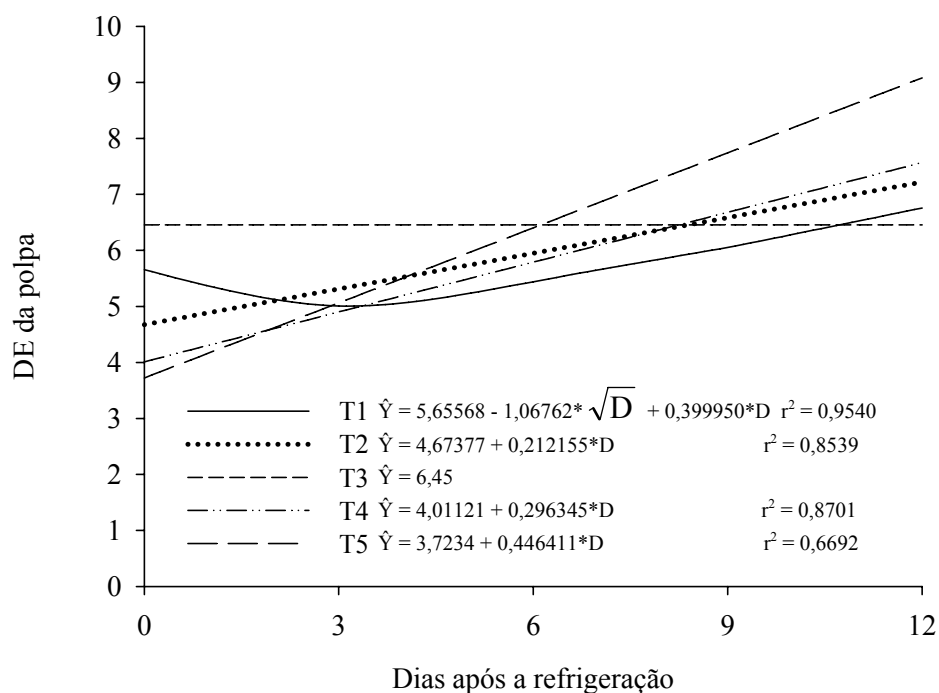
Não houve efeito de tratamento, em cada dia de avaliação, na diferença total de cor na polpa (DE) (Quadro 8). Depois da retirada da câmara fria, a diferença total de cor da polpa foi crescente em todos os tratamentos, exceto T3 (impacto), em que permaneceu constante (Figura 10). Isso evidencia a ocorrência de transformações na pigmentação da polpa durante o armazenamento após a refrigeração, corroborando o comportamento verificado no ângulo Hue.

Observando graficamente a diferença total de cor e o ângulo Hue, constatou-se que as transformações na cor da polpa foram mais acentuadas nos frutos que sofreram compressão, impacto e corte, cumulativamente (T5) (Figuras 9 e 10). Provavelmente, as três injúrias no mesmo fruto proporcionaram aceleração no amadurecimento e, conseqüentemente, nos processos de deterioração no fruto, refletidos na coloração da polpa e na aparência interna (Figura 6) durante o armazenamento.

Quadro 8 – Valores médios da diferença total de cor (DE) na polpa do melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (Tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	5,68a	4,85a	5,52a	6,23a	6,61a
T2	5,18a	4,77a	5,80a	6,42a	7,54a
T3	5,99a	6,38a	6,00a	7,65a	6,22a
T4	4,40a	4,36a	6,12a	6,03a	8,01a
T5	4,67a	3,54a	5,72a	9,85a	8,21a
CV(%) Parcela	73,03				
CV(%) Subparcela	36,47				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos apical e equatorial; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\* significativos a 5% de probabilidade, pelo teste 't' de Student

Figura 10 – Estimativa da diferença total de cor (DE) da polpa do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

Comparando as transformações de cor na casca e na polpa, quanto ao ângulo Hue e à diferença total de cor, verificou-se que, durante o armazenamento após a refrigeração, as transformações na coloração da polpa foram mais marcantes, ao passo que na casca praticamente não houve alterações (Figuras 7, 8, 9 e 10). Isso pode ter ocorrido em virtude do estágio de maturação utilizado na colheita, em que os frutos já estavam com a casca amarela, porém com a polpa esverdeada, que se tornou mais amarelada com o amadurecimento, durante o armazenamento após a refrigeração.

De acordo com Pratt (1971), o conteúdo de clorofila na casca de melões cai gradualmente com o desenvolvimento do fruto, apresentando rápido declínio com o amadurecimento. Dessa forma, na maioria dos cultivares de melão a mudança de cor é um sintoma típico de amadurecimento. Em melões Gália, Menezes et al. (1998) verificaram redução de 52,2% no

conteúdo de clorofila da casca dos frutos entre os estádios de maturação I (fruto verde-intenso com pedúnculo preso) e V (pedúnculo solto), ressaltando-se que neste último o fruto ainda apresentava coloração esverdeada.

A perda da cor verde é resultante da quebra na estrutura da clorofila, causada principalmente pelas mudanças no pH resultantes da presença de ácidos orgânicos provenientes do vacúolo, pela presença de sistemas oxidantes e pela atividade de clorofilases que separam o fitol da porfirina na molécula de clorofila (AWAD, 1993). Essas enzimas possivelmente são estimuladas pelo etileno autocatalítico produzido durante o amadurecimento do melão (FLORES et al., 2001).

### **3.4. Perda de matéria fresca**

A perda de matéria fresca não diferiu entre os frutos submetidos aos estresses mecânicos, em cada período de avaliação (Quadro 9), entretanto apresentou acréscimo linear ao longo do tempo, em todos os tratamentos (Figura 11).

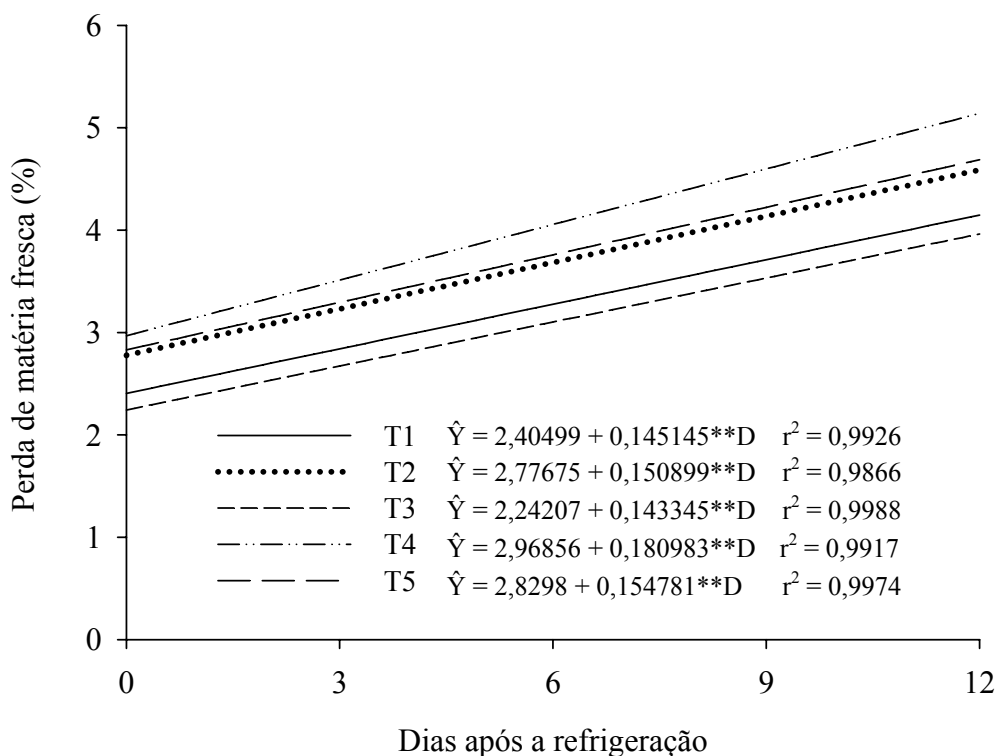
O aumento na perda de matéria fresca traz conseqüências negativas à aparência do fruto, pois reduz a qualidade do produto devido ao enrugamento e amolecimento, fazendo que seja rejeitado pelo consumidor, além de desvalorizar o produto, uma vez que a comercialização é feita em unidade de massa (MENEZES, 1996). As perdas de matéria fresca observadas não foram suficientes para depreciar visualmente os frutos e comprometer suas aparências. Neste trabalho, o valor máximo registrado foi de 5,12%, nos melões que sofreram corte (Quadro 9), valor inferior ao reportado por Medeiros et al. (2001) em melão Gália, 6,6% aos 21 dias de armazenamento a 21 °C e 50% UR, quando esses autores observaram boas condições de comercialização e consumo.

Quadro 9 – Valores médios da perda de matéria fresca (%) no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (Tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	2,41a	2,78a	3,36a	3,66a	4,15a
T2	2,75a	3,17a	3,82a	4,09a	4,55a
T3	2,24a	2,68a	3,09a	3,49a	3,98a
T4	2,88a	3,57a	4,15a	4,53a	5,12a
T5	2,83a	3,25a	3,81a	4,20a	4,68a
CV(%) Parcela	42,85				
CV(%) Subparcela	6,57				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste 't' de Student

Figura 11 – Estimativa da perda de matéria fresca (%) do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

Comportamento semelhante na perda de matéria fresca foi reportado em melão Gália por Halloran et al. (1999). Esses autores registraram redução de 4,5% nos frutos submetidos à injúria por impacto ao final de 35 dias de armazenamento a 2 °C e 85 – 90% UR. No entanto, em banana Maia (2005) verificou que as injúrias por corte e abrasões provocaram sérios prejuízos na aparência e comercialização, com perda de matéria fresca superior a 11% aos nove dias de armazenamento sob condições ambientais.

Em ameixa, Serrano et al. (2004) observaram que frutos com danos por impacto ou compressão, tratados com cálcio (1 mM CaCl<sub>2</sub>) ou água quente (45 °C/10 min), tiveram menor perda de matéria fresca, comparados com aqueles injuriados não tratados, durante o armazenamento a 20 °C e 90% UR.

A perda de matéria fresca é uma conseqüência da desidratação, devido à suscetibilidade da superfície do fruto à transferência do vapor de água e à ocorrência de pequenas fissuras que conectam o interior do fruto com o meio externo, além da respiração, que utiliza compostos orgânicos como substrato (SERRANO et al., 2004). No melão, como acontece em outros frutos, a estrutura anatômica proporciona certa restrição à perda de água, atribuída às células de paredes espessas no exocarpo e à grande deposição de cera superficial (Capítulo 1).

### **3.5. Firmeza da casca**

Houve redução média de cerca de 40% na firmeza da casca dos frutos do ponto de colheita (183,84 N, Quadro 2) aos 21 dias de refrigeração (Quadro 10). Em geral, não houve diferenças entre os tratamentos de estresses mecânicos, em cada dia de análise, após a transferência dos frutos para as condições ambientais (Quadro 10). Com o tempo de armazenamento, a firmeza da casca manteve-se estável na maioria dos tratamentos (T1, T3 e T4) (Figura 12).

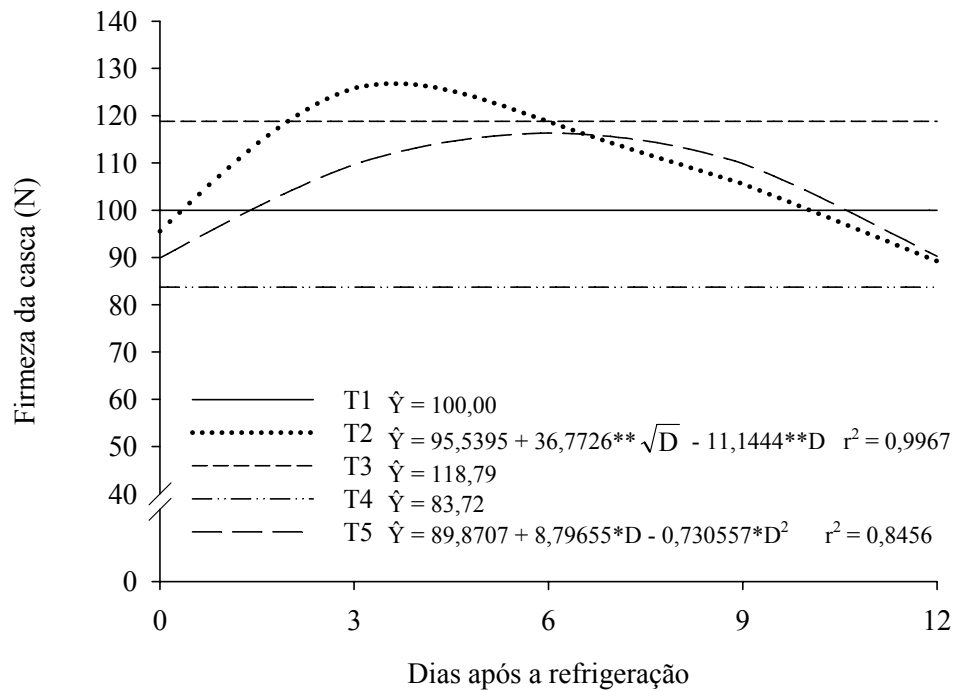
As respostas da maioria dos produtos hortícolas ao estresse mecânico são dependentes da intensidade do estresse e do grau de maturação (QUINTANA; PAULL, 1993). No melão, o estágio de maturação utilizado para a indução dos estresses mecânicos foi o estágio de maturação comercial para a colheita dos frutos destinados ao mercado externo. Nesse estágio, os frutos mostraram-se bastante tolerantes às injúrias mecânicas, uma vez que não houve diferença entre os tratamentos. Isso evidencia sua capacidade de recuperação da forma, que pode ser atribuída ao comportamento elástico dos tecidos.

Quadro 10 – Valores médios da firmeza da casca (N), medida com sonda cilíndrica de 8 mm de diâmetro, no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (Tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	108,49a	112,24ab	99,34a	109,66a	68,69a
T2	95,46a	126,46ab	117,43a	106,46a	88,99a
T3	121,63a	142,97a	109,06a	119,94a	100,36a
T4	96,02a	82,57b	80,67a	98,69a	60,65a
T5	87,14a	117,32ab	109,78a	110,97a	90,76a
CV(%) Parcela	26,24				
CV(%) Subparcela	25,05				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste 't', de Student

Figura 12 – Estimativa da firmeza da casca, medida com sonda cilíndrica de 8 mm de diâmetro, no melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

### 3.6. Firmeza da polpa

Houve redução média de cerca de 68% na firmeza da polpa dos frutos do ponto de colheita (13,75 N, Quadro 2) aos 21 dias de refrigeração (Quadro 11). Grande queda na firmeza da polpa também foi observada por Gomes Júnior (2005) durante a refrigeração do melão Gália, que registrou um valor máximo de 32,60 N por ocasião da colheita, reduzindo-se esse valor para 15,91 N, 9,98 N e 3,05 N após 21 dias de refrigeração a 3 °C, 7 °C e 11 °C, seguidos de dois dias sob condições ambientais, respectivamente.

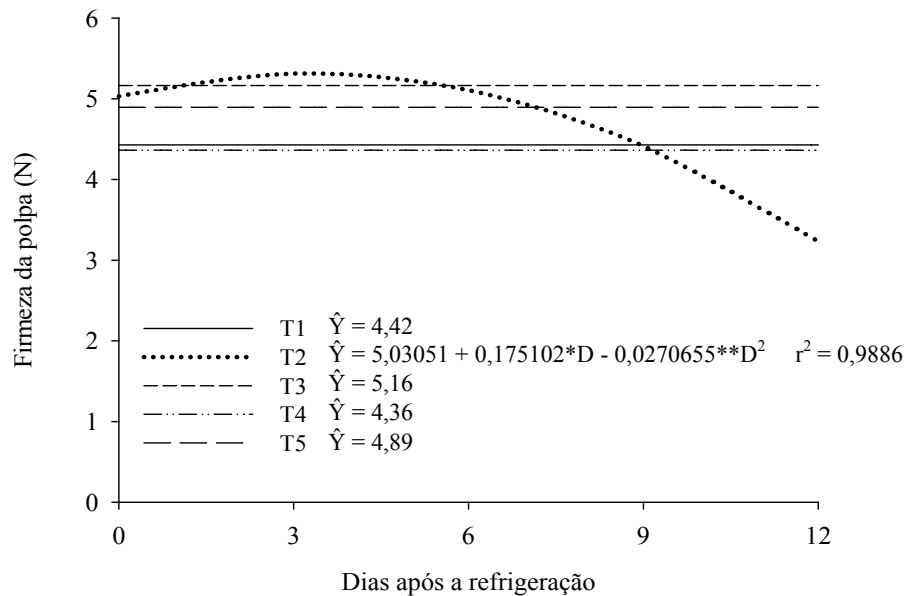
Não houve diferenças entre os tratamentos de estresses mecânicos em cada um dos dias após a transferência dos frutos para as condições ambientais (Quadro 11). Entretanto, com o tempo de armazenamento após a refrigeração a firmeza da polpa permaneceu estável (T1, T2, T4 e T5) ou diminuiu após o terceiro dia de avaliação (T3) (Figura 13).

Quadro 11 – Valores médios da firmeza da polpa (N), medida com sonda cilíndrica de 8 mm de diâmetro, no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	4,30a	5,56a	4,10a	4,34a	3,82a
T2	5,05a	5,22a	5,23a	4,32a	3,25a
T3	5,42a	6,07a	4,36a	5,74a	4,21a
T4	4,74a	4,52a	3,77a	5,54a	3,21a
T5	5,09a	4,97a	4,42a	5,80a	4,16a
CV(%) Parcela	20,06				
CV(%) Subparcela	24,14				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub> no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste 't', de Student

Figura 13 – Estimativa da firmeza da polpa, medida com sonda cilíndrica de 8 mm de diâmetro, no melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

Apesar de a extensão do tempo de armazenamento ter proporcionado redução na firmeza da polpa, não foram evidenciadas alterações no arranjo estrutural das células do pericarpo dos frutos submetidos aos tratamentos de estresses mecânicos por impacto ou compressão, ou em função do tempo de armazenamento (Capítulo 2).

No melão, as condições de armazenamento nas quais os frutos foram acondicionados podem ter colaborado para a manutenção da qualidade. Comparando esses resultados com as respostas obtidas por Halloran et al. (1999), que também trabalharam com melão Gália submetido ao impacto de queda a 50 cm do solo e, em seguida, ao armazenamento a 2 °C com 80-90% UR, observaram-se respostas diferentes quanto à firmeza. Esses autores verificaram redução na firmeza da polpa de 7,4% dos frutos impactados em relação aos não- injuriados aos 14 dias de armazenamento, não se constatando diferenças com o avanço do armazenamento.

Em abacates 'Hass', as respostas internas às injúrias mecânicas diferiram nos frutos em diversos estádios de maturação, de modo que aqueles nos estádios de maturação mediano ou tardio foram mais sensíveis aos danos por impacto ou abrasão. Abacates com firmeza da polpa de 50,28 N não revelaram alterações na aparência interna, no entanto frutos com firmeza entre 30,26 N e 50,28 N apresentaram escurecimento na polpa quando submetidos a impacto (ARPAIA et al., 1987).

Não foi verificada diferença entre a firmeza de goiaba das variedades 'Paluma' e 'Pedro Sato' após a injúria por compressão, no entanto a variedade 'Paluma' foi mais resistente ao impacto, com uma firmeza 12% maior que a 'Pedro Sato', fato atribuído ao pericarpo mais espesso e ao maior grau de hidratação celular (MATTIUZ; DURIGAN, 2001).

A redução na firmeza da polpa do fruto durante o amadurecimento é governada pela degradação de componentes da parede celular e pela perda de adesão entre as células (BUCHANAN, 2000). No melão Gália, híbrido Nun 1380, a perda de rigidez da parede celular durante o amadurecimento foi atribuída à degradação de celulose (MENEZES, 1996) e ao aumento de pectinas solúveis (FERNANDES, 1996). Porém, os mecanismos pelo quais esses eventos são provocados e suas relações com mudanças na textura em melões maduros não estão bem esclarecidos (VILAS-BOAS et al., 1998).

### **3.7. Teores de sólidos solúveis (SS) e de açúcares solúveis totais**

Os teores de sólidos solúveis reduziram-se, em média, em torno de 17% nos frutos desde a colheita (9,9 °Brix, Quadro 2) até os 21 dias de refrigeração (Quadro 12), indicando o consumo de substratos no processo respiratório durante a refrigeração.

Após a transferência dos frutos para as condições ambientais, os teores de sólidos solúveis e de açúcares solúveis totais não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de estresses mecânicos durante o armazenamento (Quadros 12 e 13, respectivamente). Ao longo do tempo, ambas as características tenderam a reduzir-se, em T3 para os SS e em T1 para os açúcares solúveis totais (Figuras 14 e 15) ou mantiveram-se estáveis nos demais tratamentos (Figuras 14 e 15).

Quadro 12 – Valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	8,2a	8,2a	8,7a	8,2a	8,1a
T2	9,2a	8,7a	7,6a	8,5a	8,7a
T3	8,8a	8,7a	8,5a	8,4a	8,3a
T4	9,3a	9,0a	8,9a	8,1a	9,4a
T5	9,3a	8,5a	8,8a	8,5a	8,8a
CV(%) Parcela	9,15				
CV(%) Subparcela	9,54				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

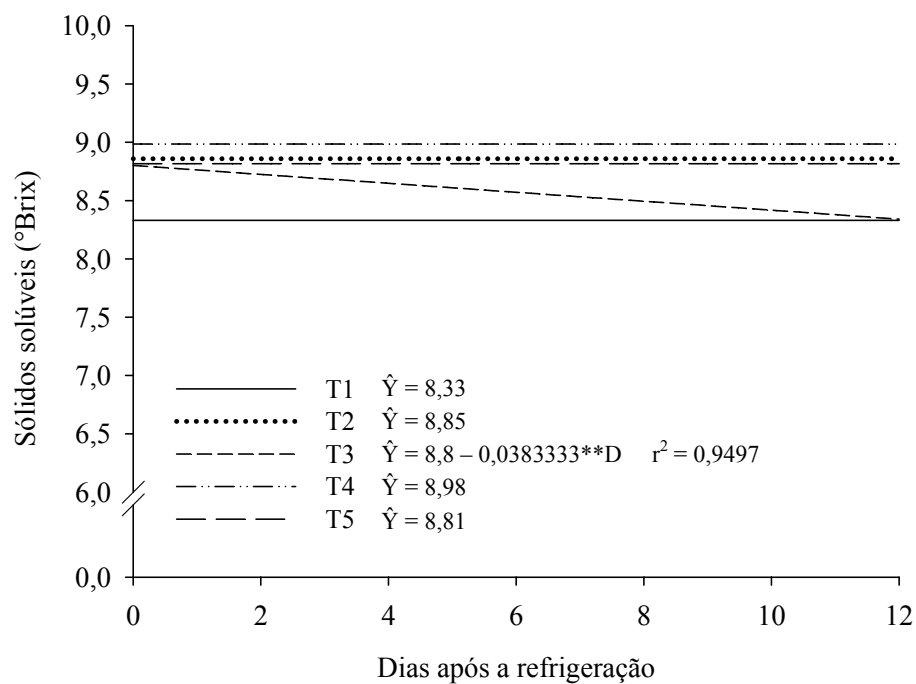
<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.

Quadro 13 – Valores médios de açúcares solúveis totais (%) no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	5,56a	7,22a	6,83a	6,73a	6,65a
T2	6,50a	7,61a	6,73a	6,65a	6,66a
T3	6,61a	6,97a	6,49a	6,75a	6,34a
T4	6,90a	7,18a	6,83a	6,34a	7,24a
T5	6,15a	6,90a	6,86a	6,11a	6,94a
CV(%) Parcela	12,66				
CV(%) Subparcela	11,52				

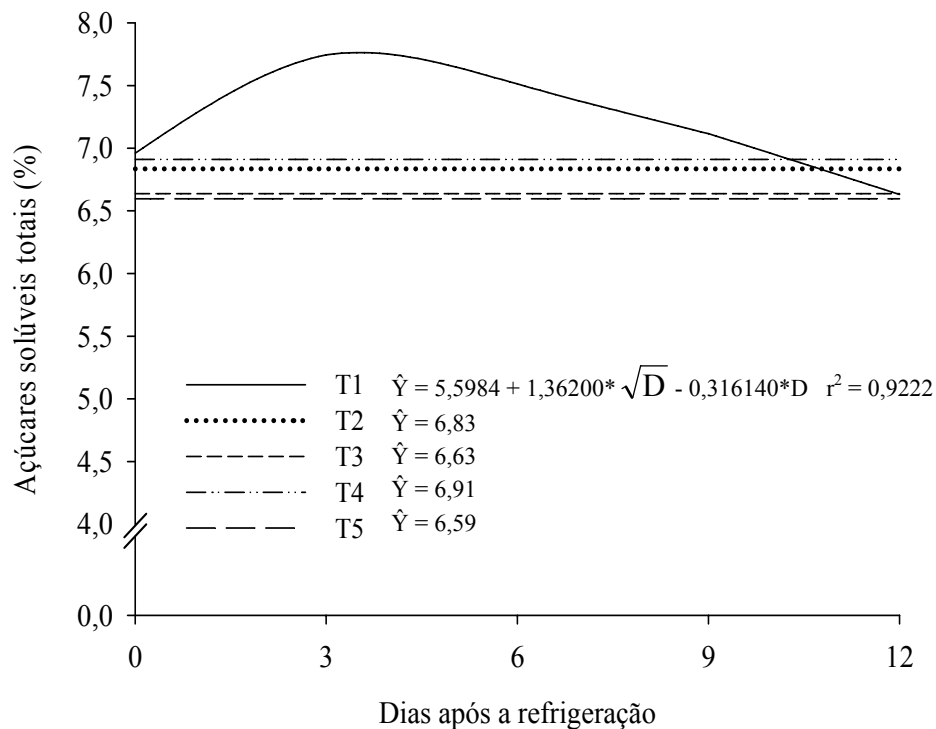
<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste 't', de Student

Figura 14 – Estimativa dos sólidos solúveis do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.



\* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste 't', de Student

Figura 15 – Estimativa dos açúcares solúveis totais do melão Gália 'Solar King', submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

O teor de SS apresenta alta correlação positiva com o teor de açúcares e geralmente é aceito como importante característica de qualidade. Embora alto teor de sólidos solúveis não deva ser utilizado isoladamente para definir a qualidade, baixo teor de SS indica baixa qualidade dos frutos (MICCOLIS; SALTVEIT et al., 1991; VILLANUEVA et al., 2004). Em melões maduros, a sacarose é o açúcar predominante, enquanto glicose e frutose têm maiores valores em melões imaturos (VILLANUEVA et al., 2004).

O tecido mesocárpico do melão não contém reserva de amido por ocasião da colheita (PHARR; HUBB, 1994), justificando a pouca alteração dos teores de açúcares ao longo do armazenamento, em concordância com o comportamento reportado por Souza (2006), no melão 'Charentais'.

No melão Gália submetido a injúria mecânica, Halloran et al. (1999) também não constataram diferenças quanto aos SS entre os frutos com injúria mecânica e os frutos-controle. Nos intervalos de armazenamento, os referidos autores não observaram decréscimo contínuo, mas pequenas oscilações nos SS.

As injúrias mecânicas não interferiram na qualidade do melão, entretanto foram prejudiciais em outros frutos. Em goiaba, Mattiuz e Durigan (2001) constataram redução nos teores de SS dos frutos injuriados em relação aos frutos-controle, ressaltando-se que o impacto resultou nas menores médias e nos maiores incrementos na produção de CO<sub>2</sub>, em comparação com as injúrias por compressão e corte, o que levou os frutos submetidos à injúria por impacto a uma maior perda de qualidade.

Em limas ácidas ‘Tahiti’, o impacto também reduziu significativamente os teores de SS, refletindo seu maior efeito estressante e uma senescência mais rápida, com maior produção de CO<sub>2</sub> quando comparado com o corte e acompressão (DURIGAN et al., 2005).

Em banana, os valores de açúcares solúveis totais na polpa dos frutos danificados foram superiores aos dos frutos-controle ao longo do período de avaliação, indicando que os frutos submetidos ao dano mecânico apresentam maior velocidade de conversão de amido em açúcares solúveis totais, ou seja, amadurecimento mais rápido da polpa (MAIA, 2005).

### **3.8. Acidez total titulável (ATT) e pH**

Por ocasião da colheita, verificou-se acidez total titulável de 0,27% e pH 6,05 (Quadro 2). A acidez reduziu-se durante o período de refrigeração, como observado aos 21 dias de armazenamento, enquanto o pH se manteve estável.

Após a transferência dos frutos nas condições ambientais, a acidez total titulável não diferiu estatisticamente entre os tratamentos até o nono dia de armazenamento, entretanto aos 12 dias os frutos que sofreram as três injúrias (T5) tiveram menor acidez, com redução de 33,33% em relação à

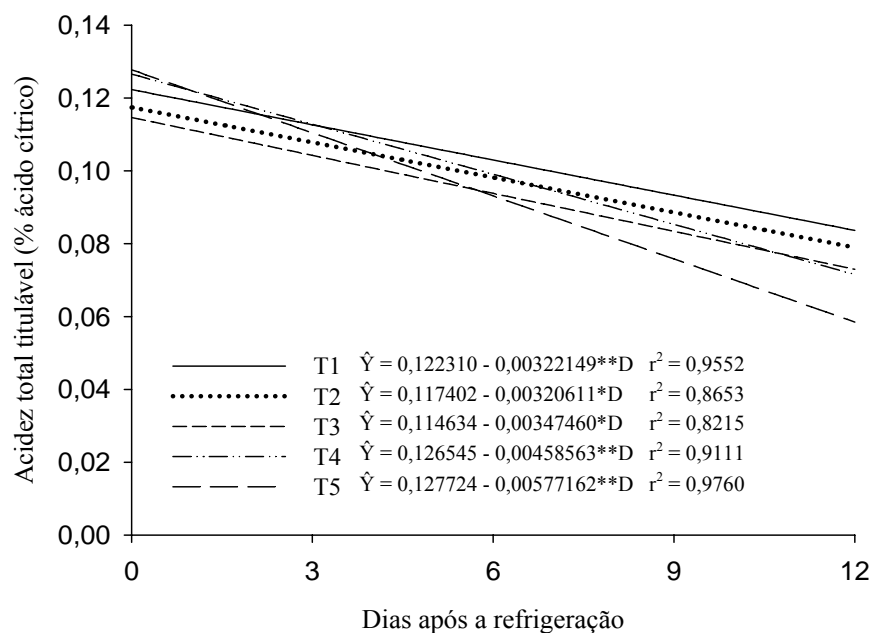
testemunha (Quadro 14). Ao longo do tempo, a ATT reduziu-se de modo linear em todos os tratamentos (Figura 16).

Quadro 14 – Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	0,123a	0,112a	0,104a	0,088a	0,087a
T2	0,118a	0,113a	0,089ab	0,086a	0,084a
T3	0,119a	0,106a	0,081b	0,080a	0,080a
T4	0,124a	0,121a	0,088ab	0,088a	0,072ab
T5	0,125a	0,116a	0,088ab	0,076a	0,058b
CV(%) Parcela	6,81				
CV(%) Subparcela	9,74				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste 't', de Student.

Figura 16 – Estimativa da acidez total titulável do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

O aumento na atividade respiratória nos frutos injuriados em relação aos frutos-controle (item 3.11) pode ter levado ao maior consumo de ácidos orgânicos, como substrato respiratório, com redução no teor de sólidos solúveis, T3 (Figura 14). Comportamento semelhante foi observado em tomate na injúria mecânica por impacto, a qual proporcionou maior consumo de ácidos orgânicos em função do aumento na atividade respiratória (MORETTI, 1998).

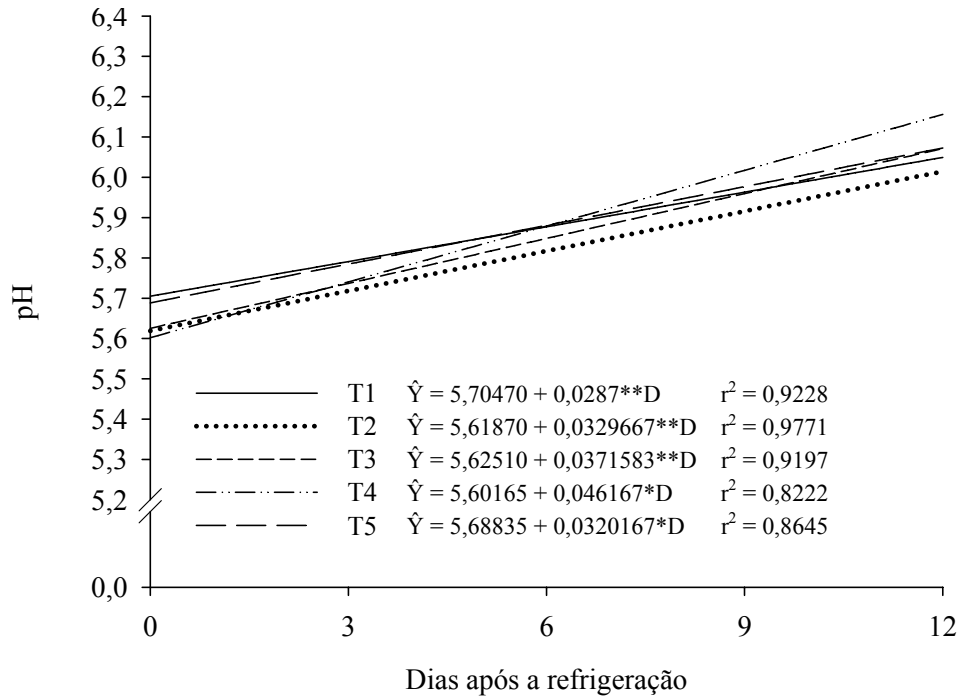
O pH não diferiu estatisticamente entre os tratamentos de estresses mecânicos, em cada um dos dias de avaliação (Quadro 15). Ao longo do tempo, o pH teve comportamento linear crescente, entretanto o valor máximo registrado no final do armazenamento, em torno de 6,0, não diferiu do valor registrado por ocasião da colheita (6,05, Quadro 2) (Figura 17).

Quadro 15 – Valores médios de pH no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	5,74a	5,73a	5,85a	5,99a	6,05a
T2	5,60a	5,72a	5,85a	5,89a	6,01a
T3	5,56a	5,77a	5,90a	5,97a	6,02a
T4	5,68a	5,60a	5,89a	5,89a	6,15a
T5	5,70a	5,71a	5,91a	6,05a	6,01a
CV(%) Parcela	2,55				
CV(%) Subparcela	2,80				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste 't', de Student.

Figura 17 – Estimativa do pH do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

As pequenas variações nos valores de pH evidenciadas nesse experimento podem ocorrer nos frutos, de maneira geral, devido, principalmente, à capacidade tamponante de alguns ácidos. Segundo Villanueva et al. (2004), durante o desenvolvimento do melão, até 26 dias após a antese a ATT tende a aumentar para, em seguida, declinar até o completo amadurecimento do fruto. De modo contrário, o pH declina até 18 dias após a antese, em seguida aumenta na maturidade do fruto.

Os valores de ATT e pH neste experimento estão semelhantes aos reportados por Menezes (2006), Villanueva et al. (2004) e Souza (2006).

### 3.9. Relação SS/ATT

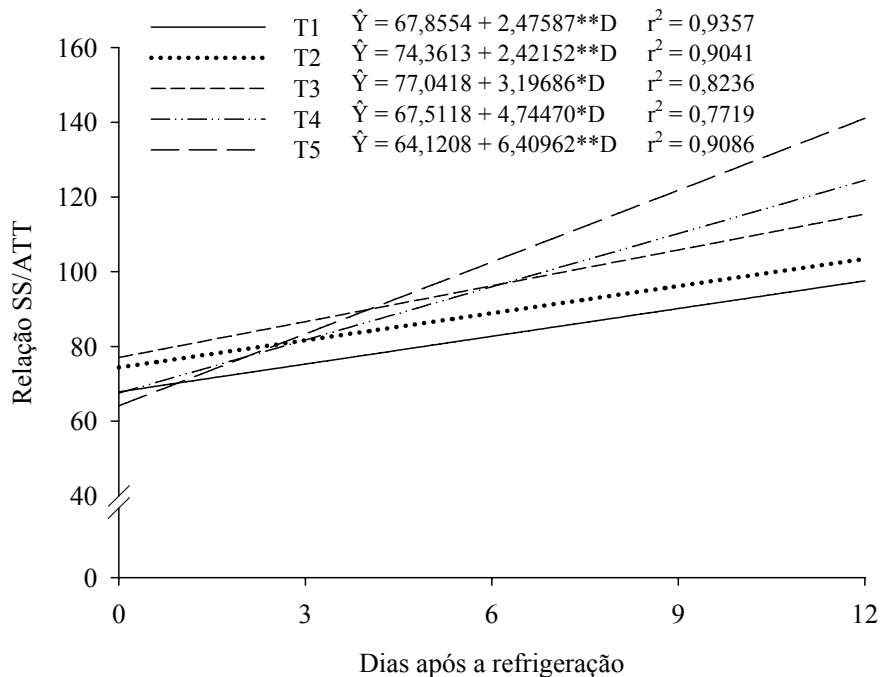
A relação SS/ATT aumentou durante o período de refrigeração, passando de 37,03 por ocasião da colheita (Quadro 2) para valores próximos a 70, aos 21 dias de refrigeração (Quadro 16). No início do armazenamento após a transferência dos frutos para as condições ambientais, a relação SS/ATT não diferiu entre os tratamentos, entretanto aos 12 dias os frutos que sofreram as três injúrias (T5) ou apenas corte (T4) tiveram os maiores valores comparados com os dos demais tratamentos de estresses mecânicos (Quadro 16). Ao longo do tempo, a relação SS/ATT teve acréscimo linear em todos os tratamentos (Figura 18).

Quadro 16 – Valores médios da relação SS/ATT no melão Gália 'Solar King', nas respectivas combinações de estresses mecânicos (tratamentos, T) e dias de armazenamento sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Estresses <sup>2</sup>	Dias após a Refrigeração <sup>1</sup>				
	0	3	6	9	12
T1	66,92a	73,67a	85,02a	94,06a	93,86 c
T2	78,58a	77,30a	85,53a	98,92a	104,10 c
T3	73,92a	82,56a	106,93a	109,04a	108,64 bc
T4	74,97a	74,50a	100,69a	92,64a	137,07 ab
T5	74,98a	72,90a	100,14a	114,54a	150,30a
CV(%) Parcela	14,22				
CV(%) Subparcela	17,91				

<sup>1</sup> As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> T<sub>1</sub>, testemunha; T<sub>2</sub>, compressão de 12 kg por 5 min, nos sentidos dos eixos pedúnculo-ápice e perpendicular a ele; T<sub>3</sub>, frutos submetidos a impacto, determinado por uma única queda com ponto de impacto na região equatorial, de uma altura de 50 cm, sobre uma manta de borracha com 2,7 mm de espessura; T<sub>4</sub>, frutos submetidos a dois cortes paralelos, executados um de cada vez, no sentido do comprimento do fruto, induzidos seqüencialmente por uma lâmina com 6,5 cm de comprimento e 1 mm de espessura, acoplada ao texturômetro eletrônico, programado para uma força de corte de 30 N, que resultou numa profundidade média de 5 mm a partir do toque no fruto; T<sub>5</sub>, frutos submetidos aos estresses dos tratamentos T<sub>2</sub>, no sentido pedúnculo-ápice, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>.



\*\* , \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste 't', de Student.

Figura 18 – Estimativa da relação SS/ATT do melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de avaliação (D), após o armazenamento refrigerado.

A quantificação da relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez total titulável está relacionada com o balanço entre açúcares e ácidos presentes na fruta, sendo importante indicativo do sabor. Ao estabelecer essa relação, deve-se ter cuidado para o fato de que algumas frutas, contendo baixos teores de ácidos e sólidos solúveis, apresentam elevadas relações SST/ATT, o que pode conduzir a interpretações erradas a respeito da qualidade comestível (KLUGE et al., 2002).

De maneira geral, os valores absolutos da relação SST/ATT tendem a aumentar durante o amadurecimento dos frutos, principalmente devido à redução nos teores de ácidos. Tem-se observado que, na vida útil de armazenamento, os melões apresentam a relação SS/ATT em torno de 100, embora haja oscilações nessa característica durante o armazenamento, atribuídas a variações na acidez do fruto (ALMEIDA, 2002; SOUZA 2005).

Neste trabalho, esse valor foi atingido por volta do sexto dia de armazenamento após a refrigeração.

### 3.10. Produção de etileno

Por ocasião da colheita, os melões tiveram produção de etileno de  $19,79 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , com pico de produção entre o terceiro e o quinto dia de armazenamento, em todos os tratamentos (Figura 19). Nesse intervalo, a produção de etileno foi maior nos frutos que sofreram impactos (T3), corte (T4) e as três injúrias (T5), comparada com a produção de etileno dos frutos-testemunha (T1). Nessa ocasião, registrou-se  $113,31 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , no tratamento T4 aos três dias,  $120,97 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ,  $101,23 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ,  $60,73 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $50,38 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  nos tratamentos T3, T5, T2 e T1, respectivamente, aos cinco dias de armazenamento.

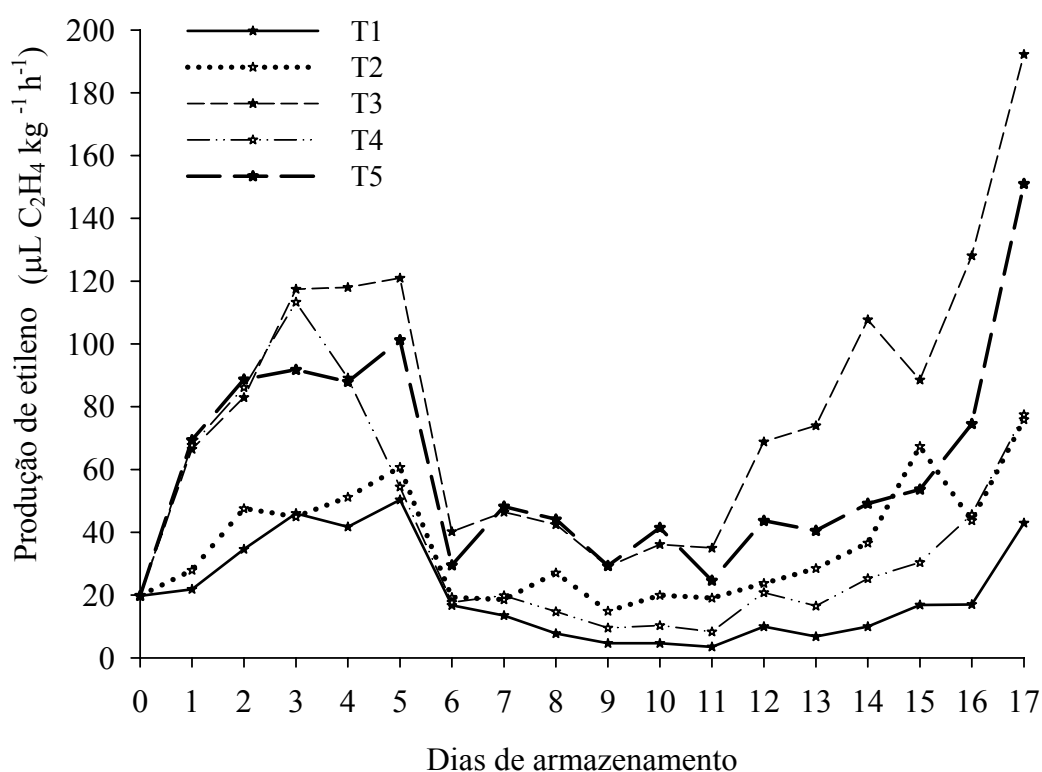


Figura 19 – Produção de etileno ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) no melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de armazenamento a  $18 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 5\% \text{ UR}$ .

O aumento na produção de etileno, nos frutos-testemunha nesse intervalo, indica que o pico aconteceu devido ao climatério, embora as injúrias mecânicas tenham aumentado a magnitude dos picos. Frutos climatérios exibem aumento na produção de etileno durante uma fase específica do amadurecimento, entretanto tecidos vegetais também aumentam a produção de etileno em resposta a várias condições de estresse, como ataque de patógenos, condições ambientais adversas e injúrias mecânicas.

O aumento na produção de etileno em frutos com injúria mecânica também foi observado em outros frutos, como ameixa (SERRANO et al., 2004), tomate (LEE et al., 2005), banana (MAIA, 2005) e damasco (De MARTINO et al., 2006). Em tomate, Lee et al. (2005) observaram aumento na produção de etileno nos frutos com injúria mecânica. Os frutos submetidos a impacto de queda de 40 e 60 cm de altura tiveram aumento na produção de etileno em 25% e 40%, respectivamente, entre o quarto e o quinto dia de armazenamento a 20 °C, quando comparados com os frutos sem dano.

Em ameixa, a produção de etileno e a atividade respiratória aumentaram significativamente, em resposta às injúrias mecânicas, nas primeiras 4 h de armazenamento a 20 °C. Quando os frutos injuriados foram tratados com cálcio (1 mM CaCl<sub>2</sub>) ou imersos em água quente a 45 °C por 10 min, esses aumentos foram reduzidos significativamente, quando comparados com os frutos-controle com injúrias, especialmente quando tratados com cálcio (SERRANO et al., 2004).

Em damasco, os frutos injuriados por impacto de queda à altura de 30 cm do solo mostraram aumento na produção de etileno após quatro dias de armazenamento a 20 °C, enquanto nos frutos injuriados tratados com 1-MCP esse aumento só começou após o sexto dia, com uma taxa de produção de etileno menor do que nos frutos não tratados (De MARTINO et al., 2006).

No melão, a elevada produção de etileno nos frutos com injúria mecânica acelerou os processos de senescência, limitando a qualidade dos frutos em 12 dias no armazenamento a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR. Posteriormente, houve sintomas de desidratação e grande infestação de

fungos, com ataque generalizado de microrganismos no final do armazenamento, o que contribuiu para o aumento acentuado na produção de etileno aos 17 dias.

### 3.11. Atividade respiratória

Por ocasião da colheita, os melões tiveram atividade respiratória de  $24,30 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . Nos primeiros dias de armazenamento, não houve aumento acentuado na atividade respiratória; no entanto, concordando com a produção de etileno, o pico respiratório aconteceu entre o terceiro e o quinto dia de armazenamento, na maioria dos tratamentos (Figura 20). Nesse intervalo, a atividade respiratória foi maior nos frutos que sofreram impactos (T3), corte (T4) e as três injúrias (T5), em comparação com a atividade respiratória dos frutos-testemunha (T1).

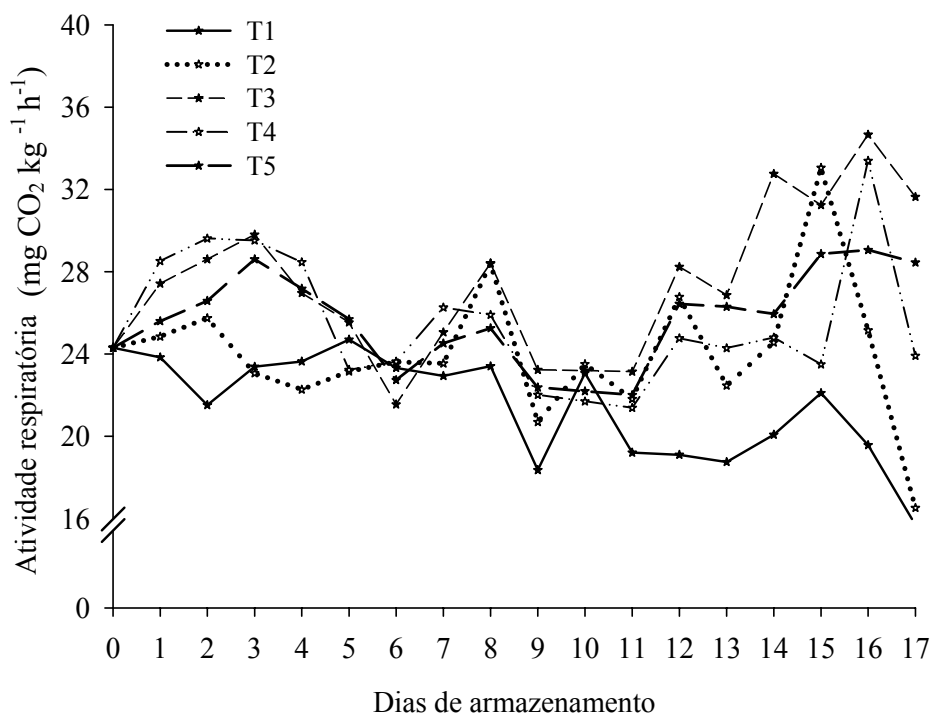


Figura 20 – Atividade respiratória ( $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) no melão Gália 'Solar King' submetido a estresses mecânicos (T), em função dos dias de armazenamento a  $18 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 5\% \text{ UR}$ .

Em goiaba, as injúrias mecânicas também proporcionaram maior atividade respiratória, principalmente na injúria por impacto, que foi a lesão mais grave, comparada com a compressão e o corte (MATTIUZ; DURIGAN, 2001). Em limas ácidas 'Tahiti', Durigan et al. (2005) verificaram que as injúrias mecânicas aumentaram a atividade respiratória em 1,5, 2,2 e 3 vezes nos frutos injuriados por compressão, corte e impacto, respectivamente, comparados com os frutos sem injúrias.

Em cerejas, Burton e Shulte-Pason (1987) observaram correlação entre o número de impactos e a atividade respiratória. Impactos progressivos resultaram em maior produção de CO<sub>2</sub>, que foi proporcional à intensidade do dano nos tecidos e à perda na qualidade dos frutos. De acordo com esses autores, o aumento na produção de CO<sub>2</sub> foi devido à descarboxilação de ácido málico supostamente extravasado das células injuriadas.

No melão, é possível que as injúrias mecânicas tenham proporcionado alterações ultraestruturais nos vacúolos e disponibilizado maior quantidade de substratos respiratórios como ácidos orgânicos, principalmente nas células mais internas do mesocarpo, que são maiores e mais vacuoladas. Isso, provavelmente, proporcionou aceleração no amadurecimento a partir do centro do fruto, conforme foi revelado pelas imagens nos tomogramas (Capítulo 2).

Bower et al. (2002) estudaram o climatério respiratório no melão 'Charantais' ligado à planta e destacados da planta aos 40 dias após a antese. Verificaram que nos frutos ligados à planta não houve aumento na respiração proporcionada pelo incremento na produção de etileno, de modo que para determinado nível de produção de etileno a atividade respiratória foi menor nos frutos ligados à planta, em comparação com os frutos destacados, indicando que o aumento na taxa respiratória não é fundamental para as mudanças bioquímicas que acontecem durante o amadurecimento do melão. De acordo com esses autores, o climatério respiratório é uma condição gerada pelo estresse, como o proporcionado pela colheita. Após esta, os frutos amadureceram sob condições ambientais a 20°C e apresentaram pico climatério respiratório entre o terceiro e o quarto dia de armazenamento.

No melão, as transformações de cor foram as mudanças mais marcantes durante o armazenamento dos frutos. Possivelmente, essas transformações foram influenciadas pelo climatério respiratório. Nos frutos injuriados mecanicamente, não houve continuidade no amarelecimento da casca, embora tenha ocorrido maior produção de etileno. É provável que as condições de estresses mecânicos tenham danificado as células do exocarpo, prejudicando o funcionamento dos cloroplastos.

A partir de 12 dias de armazenamento a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR, verificou-se redução na qualidade devido à aceleração da senescência e ao aumento na manifestação de patógenos, que incrementaram a produção de etileno, observado anteriormente no final do armazenamento.

## 4. CONCLUSÕES

Não houve perda significativa na qualidade do melão Gália em função das injúrias mecânicas por compressão, impacto e corte durante o armazenamento.

Os estresses mecânicos inibiram as transformações naturais na cor da casca dos frutos injuriados por compressão, impacto e corte, observadas pela diferença total de cor. Na polpa, a coloração não foi alterada em função dos estresses mecânicos, entretanto se tornou mais amarelada durante o armazenamento após a retirada da câmara fria.

A qualidade nos frutos foi mantida até aproximadamente seis dias após a remoção da câmara fria (21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR), com nota igual ou superior a 3, para as aparências externa e interna, teor de sólidos solúveis em torno de 8,5 e firmeza da polpa em torno de 4,0 N, independentemente da presença ou não de injúria mecânica.

Ocorreu maior atividade respiratória e produção de etileno nos frutos com estresses mecânicos, comparados com os frutos-testemunha durante o armazenamento a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S. **Conservação de melão cantaloupe Hy-Mark tratado com 1-MCP após a colheita**. Mossoró, ESAM, 2003. 143 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró.

ARPAIA, M. L.; MITCHELL, F. G.; KATZ, P. M.; MAYER, G. Susceptibility of avocado fruit to chemical damage as influenced by variety, maturity and stage of ripeness. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v.10, . 149-151, 1987.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BOWER, J.; HOLFORD, P.; LATCHÉ, A.; PECH, J.C. Culture conditions and detachment of the fruit influence the effect of ethylene on the climacteric respiration of melon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p.135-146, 2002.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367 p.

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

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

COMBRINK, N. J. J.; AGENBAG, G.A.; LANGENHOVEN. Anatomical and compositional changes during fruit development of 'Galia' melons. **South African Journal of Plant and Soil**, v.18, n. 1, p. 7-14, 2001.

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**, v. 27, n. 3, p. 369-372, 2005.

FERNANDES, P. M de. G.C. **Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido Orange Flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio**. Lavras, MG: UFLA, 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. V. da; PEREIRA, L. de S. E.; GOMES JUNIOR, J. Colheita e manuseio pós-colheita. In: ALVES, R. E. **Melão: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 23-41.

FLORES, F. B.; MARTINEZ-MADRID, M. C.; SÁNCHEZ-HIDALGO, F. J.; ROMOJARO, F. Differential rind and pulp ripening of transgenic antisense ACC oxidase melon. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 39, p. 37-43, 2001.

FREITAS, J. de A. D. de (Editor Técnico). **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 89 p. (Documentos, 68).

GOMES JUNIOR, J. **Influência da temperatura e da atmosfera modificada sobre a qualidade do melão 'Gália'**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 59 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HALLORAN, N.; KASIM, M.U.; ÇAGIRAN, R. Determination of mechanical injury and effects of bruising on the postharvest quality of cantaloupes. **Acta Horticulturae 492: I International Symposium on cucurbits**, ISHS, 1999. p. 105-111.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: IAL, 1985. v.1, p. 533.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Product**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas, SP: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

LEE, H. J.; KIM, T-C.; KIM, S.J.; PARK, S. J. Bruising injury of persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 179-185, 2005.

LESTER, G. E.; BRUTON, B. D. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.111, n. 5, p. 727-731, 1986.

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

MAIA, V. M. **Alterações morfoanatômicas, físicas e metabólicas em bananas 'Prata Anã' induzidas por danos mecânicos**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 119 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

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

MEDEIROS, D.C. de.; GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J.B.; SILVA, G.G.da.; Vida útil pós-colheita de melão tipo Gália genótipo 'Solar King'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23 n.1, p. 59-63, 2001.

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

MENDOZA, F.; DEJMEK, P.; AGUILERA, J. M. Calibrated colour measurements of agricultural foods using image analysis. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p. 285-295, 2006.

MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Gália durante a maturação e o armazenamento**. Lavras, MG: UFLA, 1996. 157 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MENEZES, J.B.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; BICALHO, U.O. Caracterização do melão tipo Gália durante a maturação. **Horticultura Brasileira**, v. 16 n. 2, p.123-127, 1998.

MICCOLIS JR., V.; SALTVEIT, M. E. Morphological and physiological changes during fruit growth and maturation of seven melon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 116, n. 6, p. 1025-1029, 1991.

MORAIS, P. L. D.de; MENEZES, J, B.; OLIVEIRA, O. F. de. Potencial de vida útil pós-colheita de quatro genótipos de melão tipo Gália. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 6, p. 1314-1320, 2004.

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

PASSAM, H. C.; BIRD, M. C. The respiratory activity of Honeydew melons during the climacteric. **Journal of Experimental Botany**, v. 29, n. 109, p. 325-333, 1978.

PHARR, D. M.; HUBBARD, N. L. Melons: biochemical and physiological control of sugar accumulation. **Encyclopaedia of Agricultural Science**, v. 3, p. 25 - 37, 1994.

PRATT, H.K. Melons. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, p. 207-232.

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

SALES JÚNIOR, R.; SOARES, S.P.F.; AMARO FILHO, J.; NUNES, G.H.S.; MIRANDA, V.S. Qualidade do melão exportado pelo Porto de Natal. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.1, p. 98-100, 2004.

SERRANO, M.; ROMERO, D. M.; CASTILLO, S.; GUILLÉN, F.; VALERO, D. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, p. 155-167, 2004.

SOUZA, P. A. **Conservação pós-colheita de melão 'Charentais' tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 133 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VILLANUEVA, M. J.; TENORIO, M. D.; ESTEBAN, M. A.; MENDOZA, M.C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. **Food Chemistry**, v. 87, p. 179-185, 2004.

VILAS-BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; MENEZES, J. B. Modificações dos componentes de parede celular do melão 'Orange Flesh' submetido a tratamento pós-colheita com cálcio. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, n. 4, p. 467-474, 1998.

YEMN, E.W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v. 57. p. 505-514, 1954.

## CONCLUSÕES GERAIS

O melão Gália ‘Solar King’, no ponto de colheita, apresentou-se estruturalmente íntegro, sendo caracterizado como fruto do tipo baga, de formato esférico, constituído externamente por áreas rendilhadas, células de paredes espessas, lignificadas e revestidas por cera epicuticular. Internamente, o fruto foi constituído por um mesocarpo multisseriado, com células menores e mais adensadas próximo ao exocarpo e por células maiores e com maiores espaços intercelulares mais no centro do fruto.

Sob estresse mecânico por compressão, impacto e, ou, corte, os frutos não foram alterados estruturalmente, nem perderam em qualidade quanto às características físicas e químicas. Provavelmente, a própria morfologia do fruto relacionada às camadas externas, como a malha rendilhada na superfície, a epiderme espessa com grande deposição de cutícula e as primeiras camadas de células do mesocarpo, menores e mais adensadas, contribuíram para o amortecimento das injúrias, possibilitando a manutenção das propriedades viscoelásticas dos tecidos.

Na injúria por corte, a lesão foi superficial e não prejudicou, no aspecto geral, a qualidade ou a estrutura interna dos frutos. Entretanto, foi claramente perceptível logo após a incisão, observando-se intensa dessecação

do pericarpo, colapso e morte dos tecidos do mesocarpo lateralmente ao dano, com o avanço do armazenamento.

Houve maior atividade respiratória e produção de etileno nos frutos com estresses mecânicos, em comparação com os frutos-testemunha, sendo observado pico climatérico respiratório entre o terceiro e o quinto dia de armazenamento a  $18 \pm 2$  °C e  $90 \pm 5\%$  UR, quando ocorreu maior produção de etileno nos frutos com estresse mecânico.

Os melões mantiveram-se em bom estado de conservação até aproximadamente seis dias sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR) após a remoção da câmara fria (21 dias a  $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR), independentemente da injúria mecânica. Nessa ocasião, os frutos apresentaram depressões e manchas com média intensidade externamente, colapso na polpa, sementes soltas e líquido na cavidade com intensidade leve, sólidos solúveis em torno de 8,5 e firmeza da polpa em torno de 4,0 N, independentemente da presença ou não de injúria mecânica.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo da análise de variância da aparência externa (AE), aparência interna (AI), ângulo Hue da casca, DE da casca, ângulo Hue da polpa, DE da polpa e perda de matéria fresca (PMF) e em melão 'Gália' induzido a injúrias mecânicas (tratamentos) e dias de armazenamento (épocas) sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

129

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		AE	AI	Hue casca	DE casca	Hue polpa	DE polpa	PMF
Estresse	4	2,307222 <sup>ns</sup>	0,451666 <sup>ns</sup>	24,091170**	439,40010**	45,392800**	2,174521 <sup>ns</sup>	2,940502 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	15	0,8925926	0,319259	4,872654	51,95661	7,869935	19,686660	2,347248
Época	4	14,812780**	3,829444**	17,834760 <sup>ns</sup>	34,60902 <sup>ns</sup>	344,429200**	27,122050**	10,857180**
Estresse x Época	16	0,094027 <sup>ns</sup>	0,304444 <sup>ns</sup>	9,859640 <sup>ns</sup>	17,82814 <sup>ns</sup>	15,560040 <sup>ns</sup>	4,313716 <sup>ns</sup>	0,028880 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	60	0,237037	0,281296	9,508809	13,42855	16,00042	4,909743	0,055279
CV (%) Parcela		26,78	13,57	2,54	66,54	2,76	73,03	42,85
CV (%) Subparcela		13,80	12,74	3,55	33,83	3,93	36,47	6,57

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A – Resumo da análise de variância da firmeza da casca (FC), firmeza da polpa (FP), sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez total titulável (ATT), pH e relação SS/ATT em melão 'Galia' induzido a injúrias mecânicas (tratamentos) e dias de armazenamento (épocas) sob condições ambientais ( $24 \pm 2$  °C e  $72 \pm 5\%$  UR), após 21 dias de refrigeração ( $8 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		FC	FP	SS	AST	ATT	pH	SS/ATT
Estresse	4	3232,5750**	2,327446 <sup>ns</sup>	1,268750 <sup>ns</sup>	0,409022 <sup>ns</sup>	0,00032993**	0,013694 <sup>ns</sup>	1166,9640**
Resíduo (a)	15	723,4321	0,887231	0,627233	0,722759	0,00004455	0,022358	173,5436
Época	4	3303,6450**	8,086909**	1,037000 <sup>ns</sup>	1,976953*	0,00779157**	0,543201*	6993,2970**
Estresse x Época	16	399,6940 <sup>ns</sup>	1,052957 <sup>ns</sup>	0,561375 <sup>ns</sup>	0,457037 <sup>ns</sup>	0,00018158*	0,014902 <sup>ns</sup>	497,6369 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	60	659,0551	1,284210	0,681900	0,599159	0,00009013	0,026945	279,1772
CV (%) Parcela		26,24	20,06	9,15	12,66	6,81	2,55	14,12
CV (%) Subparcela		25,05	24,14	9,54	11,52	9,74	2,80	17,91

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.