

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DISTÚRBO FISIOLÓGICO PROVOCADO PELO FRIO E  
PREVENÇÃO COM TRATAMENTOS TÉRMICOS EM  
ABACATES

Juliana Rodrigues Donadon  
Engenheira Agrônoma, MS

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Março de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DISTÚRBO FISIOLÓGICO PROVOCADO PELO FRIO E  
PREVENÇÃO COM TRATAMENTOS TÉRMICOS EM  
ABACATES

Juliana Rodrigues Donadon

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Durigan

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Março de 2009

Donadon, Juliana Rodrigues  
D674d Distúrbio fisiológico provocado pelo frio e prevenção com  
tratamentos térmicos em abacates / Juliana Rodrigues Donadon. --  
Jaboticabal, 2009  
ix, 204 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009  
Orientador: José Fernando Durigan  
Banca examinadora: Rogério Lopes Vieites, Juliana Sanches,  
José Carlos Barbosa, Terezinha de Jesus Déleo Rodrigues  
Bibliografia

1. *Persea americana*. 2. "chilling injury" 3. armazenamento. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.56:634.653

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

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JULIANA RODRIGUES DONADON** – nascida em Jaboticabal, SP, no dia 08/05/1978. Filha de Antonio Marcos Donadon e Elenice de Souza Rodrigues Donadon. Iniciou o curso de agronomia em 1996 pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU). Em 1998, foi transferida para o mesmo curso na UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (FCAV-UNESP), que foi concluído em dezembro de 2001. Em fevereiro de 2005 concluiu o curso de pós-graduação em Agronomia, em nível de mestrado, na área de concentração em Produção Vegetal, pela UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, e em março do mesmo ano, ingressou no curso de pós-graduação em Agronomia, na mesma instituição, em nível de doutorado, na área de concentração em Produção Vegetal, dando continuidade a sua formação.

**“ O futuro não é uma questão de chance, é uma questão de escolha.  
Não é coisa para ser esperada, e sim realizada”**

**(autor desconhecido)**

**Aos meus pais, Antonio  
Marcos Donadon e Elenice de Souza Rodrigues  
Donadon, pela educação, amor, dedicação, incentivo,  
que me permitiram esta conquista**

**DEDICO**

**Aos meus amigos e familiares, que  
tanto me incentivaram**

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças e coragem para lutar.

À Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, pela infra-estrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Fernando Durigan, pela contribuição na minha formação, confiança, apoio na realização desse trabalho e amizade e à sua família pela amizade e apoio.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Tecnologia, em especial a Dirce Renata Tostes, pela disponibilidade, apoio, e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agropecuários, Prof. Bem-Hur Mattiuz, Cristiane Maria Ascari Morgado, Leandra Oliveira Santos, Gustavo Henrique de Almeida Teixeira, Ellen T. Doll Hojo, Maria Fernanda Durigan e Flávia O. Ogassavara, pela colaboração e amizade.

Aos meus pais, Antonio e Elenice, minhas irmãs, Carolina Rodrigues Donadon e Daniela Rodrigues Donadon Petrechen, meus cunhados, Juliano Nogueira Petrechen e Daniel Everson da Costa, meus sobrinhos, Pedro Donadon Petrechen e Tomaz Donadon Petrechen, e à André Luis Pizzolato, por estarem presentes de uma forma ou de outra durante as minhas realizações.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela orientação nas análises estatísticas e à Prof Giuseppina P. Pereira Lima, pela ajuda nas análises enzimáticas.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro.

A todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a chegar até aqui.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

|  | Página      |
|--|-------------|
| <b>RESUMO.....</b>   | <b>vi</b>   |
| <b>SUMMARY.....</b>  | <b>viii</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>1</b>    |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>4</b>    |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>16</b>   |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>23</b>   |
| 4.1 Influência de combinações entre temperatura/tempo na ocorrência dos sintomas de distúrbio fisiológico em abacates ‘Hass’, ‘Geada’, ‘Quintal’, e ‘Fortuna’..... | 24          |
| 4.1.1 Abacate ‘Hass’ (Experimento I).....  | 24          |
| 4.1.2 Abacate ‘Hass’ (Experimento II).....   | 39          |
| 4.1.3 Abacate ‘Geada’.....   | 54          |
| 4.1.4 Abacate ‘Quintal’.....   | 71          |
| 4.1.5 Abacate ‘Fortuna’.....   | 88          |
| 4.2 Avaliação física, química e bioquímica dos efeitos causados pela injúria pelo frio em abacates ‘Hass’, ‘Geada’, ‘Fortuna’ e ‘Quintal’.....                     | 104         |
| 4.2.1 Abacate ‘Hass’.....  | 104         |
| 4.2.2 Abacate ‘Geada’.....   | 118         |
| 4.2.3 Abacate ‘Quintal’.....   | 131         |
| 4.2.4 Abacate ‘Fortuna’.....   | 145         |
| 4.3 Tratamento térmico na prevenção ou minimização da ocorrência de injúrias pelo frio.....  | 158         |
| 4.3.1 Abacate ‘Geada’.....   | 158         |
| 4.3.2 Abacate ‘Quintal’.....   | 167         |
| 4.3.3 Abacate ‘Fortuna’.....   | 177         |
| 4.3.4 Abacate ‘Hass’.....  | 187         |
| <b>5 CONCLUSÕES.....</b>   | <b>197</b>  |
| <b>6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>198</b>  |

## **DISTÚRBO FISIOLÓGICO PROVOCADO PELO FRIO E PREVENÇÃO COM TRATAMENTOS TÉRMICOS EM ABACATES.**

**RESUMO** - Um dos objetivos deste trabalho foi determinar as combinações entre temperatura e tempo capazes de ocasionar alterações no metabolismo de abacates 'Hass', 'Geadá', 'Quintal' e 'Fortuna'. Os outros objetivos foram: avaliar a influência deste distúrbio na qualidade dos frutos, assim como avaliar o uso de tratamentos hidrotérmicos para minimizar seus efeitos. Abacates colhidos no ponto de maturação "de vez", da cv Hass, foram armazenados a 5°C, 10°C e 15°C por 7, 14 e 21 dias, no Experimento I, e a 1±0,5°C e 4°C por 15, 30 e 45 dias, no Experimento II. Os frutos das cvs. Geadá, Quintal e Fortuna foram armazenados a 4°C e 11°C, por 7, 14, 21 e 28 dias. Ao final de cada período, eles foram transferidos para ambiente a 22°C. Os frutos foram avaliados durante o armazenamento refrigerado, assim como depois de transferidos ao ambiente. Avaliou-se a aparência, a coloração da casca e da polpa, a perda de massa fresca, a resistência da polpa e os teores de óleo, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT). Os frutos armazenados sob refrigeração, quando transferidos ao ambiente, foram comparados com aqueles armazenados a 22°C (Tratamento testemunha). Depois de amadurecidos, eles foram avaliados quanto ao escurecimento interno e por analistas, quanto a aparência e odor. Nos abacates 'Hass', os sintomas de injúria por frio, na forma de manchas escuras, apareceram nos armazenados a 1±0,5°C por 15 ou mais dias, e em frutos armazenados a 4°C, por 30 ou mais dias. Em abacates 'Geadá' e 'Quintal', essas injúrias ocorreram em frutos armazenados a 4°C, por períodos superiores a 14 dias, e em 'Fortuna', nos armazenados a 4°C, por 21 dias ou mais. O armazenamento a 10°C ou acima, somente retardou o amadurecimento. A vida útil dos abacates 'Hass', depois de transferidos ao ambiente, foi de 8 - 12 dias, quando armazenados a 1±0,5°C ou a 4°C, por até 30 dias. Estes frutos conservaram-se por até 20 dias, a 10°C, e 16 dias, a 15°C. A vida útil dos 'Geadá' foi de até 4 dias, a 22°C, depois de armazenados a 4°C por até 14 dias, e de até 18 dias, quando armazenados a 11°C. Abacates 'Quintal' podem ser armazenados por até 7 dias a 4°C, com vida útil de 6 dias, quando transferidos ao ambiente, enquanto os 'Fortuna' por até 21 dias nesta temperatura, com vida útil de 6-8 dias, depois de transferidos ao

ambiente. A vida útil destes frutos, quando armazenados a 11°C foi de 21- 22 dias. Na segunda parte do trabalho e visando comparar os frutos injuriados com os não injuriados (testemunha), selecionou-se os seguintes binômios: 1±0,5°C por 45 dias, para os da 'Hass', e 4°C por 28 dias, para os da 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna'. Nestes experimentos, às avaliações feitas adicionou-se a atividade respiratória, das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), assim como os conteúdos de pectina total e solúvel. O escurecimento dos frutos, prejudicou a aparência da casca e da polpa e foi associado à atividade da POD e PPO. Os frutos refrigerados, depois de transferidos ao ambiente, apresentaram pico respiratório com menor intensidade e com ocorrência antecipada. Todos os frutos amadureceram, e esse evento foi associado às enzimas PME e PG. Testou-se o uso de tratamento hidrotérmico, como preventivo à injúria pelo frio. Abacates 'Geada' foram tratados a 38°C, por 0, 30, 60 e 90 minutos, antes do armazenamento a 4°C por 28 dias, enquanto os da 'Quintal', 'Fortuna' e 'Hass', a 38°C, por 60, 90 e 90 min. a 38°C + 1 min. a 50°C. Os abacates 'Hass' foram armazenados a 1±0,5°C por 45 dias, enquanto os da 'Quintal' e 'Fortuna' a 4°C por 28 dias. Avaliou-se a aparência, a coloração da casca e da polpa, a massa fresca, os teores de AT e SS, o escurecimento interno e sensorialmente. Os tratamentos a 38°C por 60 e 90 min. minimizaram os sintomas de injúria pelo frio em 'Geada', enquanto em 'Quintal' e "Hass", o mais eficiente foi a 38°C por 60 min. Em 'Fortuna' estes tratamentos não minimizaram os danos pelo frio. A vida útil dos abacates 'Hass' submetidos ao tratamento hidrotérmico, foi de até 9 dias, quando transferidos ao ambiente, depois de armazenados a 1±0,5°C por 45 dias. A dos 'Geada' e 'Quintal' foi de até 4 dias, depois de armazenados a 4°C por 28 dias, enquanto os 'Fortuna', mostraram-se adequados para consumo somente no dia em que foram retirados da refrigeração.

**Palavras chave:** *Persea americana*, enzimas, armazenamento, refrigeração, injúria fisiológica, tratamento hidrotérmico.

## **COLD PHYSIOLOGICAL DISORDER IN AVOCADO AND ITS PREVENTION WITH THERMIC TREATMENTS**

**ABSTRACT** – One of the objectives of this study was to determine either temperature and time able to cause metabolic modifications of the avocados ‘Hass’, ‘Geada’, ‘Quintal’ and ‘Fortuna’. The other objectives were to evaluate the influence of these disturbances on fruit quality as well as to test the use of hydrothermal treatments in order to minimize their effects. In the Experiment I avocados of cv Hass were harvested at maturity state breaker and stored at 5°C, 10°C and 15°C for 7, 14 and 21 days. In the Experiment II, they were stored at 1±0,5°C and 4°C for 15, 30 and 45 days. Fruits of cvs. Geada, Quintal and Fortuna were stored at 4°C and 11°C, for 7, 14, 21 and 28 days. At the end of each period fruits were transferred to ambient at 22°C. Fruits were evaluated during cold storage as well as after transference to ambient. The appearance, skin and pulp color, weight loss, firmness and the contents of fat, solid solids (SS) and titratable acidity (TA) were determined. Cold stored fruits when transferred to ambient were compared with control fruits and those stored at 22°C. After getting ripe, fruit internal browning was determined and the appearance and odor were evaluated by untrained personnel. The symptoms of chilling injury, black spots, of ‘Hass’ avocados appeared when fruits were stored at 1±0,5°C for 15 or more days, and after 30 days when they were stored at 4°C. The same symptoms occurred in ‘Geada’ and ‘Quintal’ avocados when the fruits were stored at 4°C for more than 14 days, and on ‘Fortuna’ avocados stored at 4°C, chilling injury appeared after 21 days. The storage at 10°C or higher temperatures just retard ripening. The shelf-life of ‘Hass’ avocados, after transference to ambient, was of 8-12 days, when stored at 1±0,5°C or at 4°C, for up to 30 days. These fruits maintained in good conditions for up to 20 days at 10°C, and 16 days at 15°C. The shelf-life of ‘Geada’ was of 4 days at 22°C, after storage at 4°C for up to 14 days, and of 18 days when stored at 11°C. The ‘Quintal’ avocados could be stored for up to 7 days at 4°C, with a shelf-life of 6 days, when transferred to ambient. On the other hand, ‘Fortuna’ fruits could be stored for 21 days at these temperatures with a shelf-life of 6 to 8 days, after transference to ambient. The shelf-life of these fruits, when maintained at 11°C was of 21-22 days. In the second part of this study and aiming to compare injured

with no injured fruits (control), the following combinations were selected:  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 45 days for 'Hass', and  $4^{\circ}\text{C}$  for 28 days to 'Geda', 'Quintal' and 'Fortuna' avocados. In these experiments, was add to the evaluations the respiration and the activities of the enzymes peroxidase (POD), polyphenol oxydase (PPO), polygalacturonase (PG) and pectin methylesterase (PME), as well as the contents of total and soluble pectin. Fruit browning compromised the skin and pulp appearance and it was associated with the activity of POD and PPO. Cold stored fruit, after transference to ambient, presented premature climacteric peak and with low intensity. All fruits got ripe and this event was associated with the activity of PME and PG. The use of hydrothermic treatment (HT) was tested as a method to prevent chilling injury. The 'Geda' avocados were treated at  $38^{\circ}\text{C}$  for 0, 30, 60 and 90 minutes, before storage at  $4^{\circ}\text{C}$  for 28 days, but 'Quintal', 'Fortuna' and 'Hass' were treated at  $38^{\circ}\text{C}$  for 60, 90 and 90 minutes a  $38^{\circ}\text{C} + 1 \text{ min. a } 50^{\circ}\text{C}$ . The 'Hass' avocados were stored at  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 45 days, however 'Quintal' and 'Fortuna' were stored at  $4^{\circ}\text{C}$  for 28 days. Fruit were sensory evaluated and their appearance, skin and pulp color, weight loss, TA and SS contents and internal browning were also determined. The treatments at  $38^{\circ}\text{C}$  for 60 and 90 minutes reduced the development of chilling injury in 'Geda' avocado, yet HT was more efficient at  $38^{\circ}\text{C}$  for 60 minutes in 'Quintal' and "Hass". On the other hand, these treatments did not controlled cold damage in 'Fortuna' avocados. The shelf-life of 'Hass' avocados submitted to HT was of 9 days, when transferred to ambient, after the storage at  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 45 days. Fruits of 'Geda' and 'Quintal' cultivars presented shelf-life of 4 days, after storage at  $4^{\circ}\text{C}$  for 28 days. Moreover, 'Fortuna' avocados were just considered adequate for consumption immediately after withdraw from cold storage.

**Key words:** *Persea americana*, enzymes, storage, refrigeration, physiological injury, hydrothermical treatment.

## 1 INTRODUÇÃO

O abacate é uma fruta tropical bastante valiosa. Ele é produzido em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (TEIXEIRA et al., 1991). O México é o maior produtor mundial, seguido por Estados Unidos, Indonésia, Colômbia e Brasil (AGRIANUAL, 2008). Os maiores produtores nacionais são os estados de São Paulo e Minas Gerais (AGRIANUAL, 2005).

As variedades mais comercializadas na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, SP), nos anos de 2006 e 2007, foram a 'Fortuna' e a 'Geada', que corresponderam a 54% do volume total comercializado (AGRIANUAL, 2008). Outras variedades também apresentaram volume significativo comercializado, na CEAGESP, SP, como 'Margarida', 'Quintal' e 'Breda' (CAMARGO & MANCO, 2004).

O Brasil não se destaca como exportador de abacates, sua produção é voltada para o mercado interno (AGRIANUAL, 2008), embora tenha crescido a exportação de abacates 'Hass' e 'Fuerte' para a Europa. Essas variedades são denominadas, no Brasil, como avocados, pois diferem fisicamente e quimicamente das variedades mais comercializadas no mercado nacional (DONADIO, 1992), além de serem pouco conhecidas pelos brasileiros. Possuem tamanhos menores, 180-300g, teor mais elevado de óleo, 20%, casca grossa e rugosa e quando maduros, possuem coloração violáceo escuro (DONADIO, 1992).

Os abacates 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna' são pouco conhecidos mundialmente, mas existe a possibilidade de se alcançar o mercado internacional, com frutos considerados *light*, por apresentarem boa qualidade nutricional, mas com teor de óleo, abaixo de 8%. Essas características vêm ao encontro das necessidades da população de muitos países, ou seja, de uma alimentação mais saudável e com baixo teor calórico.

Para que essa fruta seja exportada, ou que alcance mercados mais distantes, existe a necessidade de tecnologia adequada para sua conservação, uma vez que elas amadurecem rapidamente depois de colhidas (SEYMOUR & TUCKER, 1993), E a

tecnologia existente não é adequada, pois é voltada para os abacates denominados avocados, que possuem características físicas e químicas distintas.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), a refrigeração ainda é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas. O armazenamento refrigerado visa minimizar a intensidade do processo vital dos vegetais, através da utilização de condições adequadas, que permitam redução em seu metabolismo normal, sem alterar seus processos fisiológicos.

O abacate é fruto climatérico (SEYMOUR & TUCKER, 1993), cujo comportamento pós-colheita pode ser influenciado pela temperatura e pelo tempo de armazenamento (TEIXEIRA et al., 1991). Estes fatores não devem afetar o processo de amadurecimento, que envolve reações bioquímicas e fisiológicas, promovendo mudanças na textura, sabor e coloração, as quais caracterizam o ponto ótimo para consumo desta fruta (SHARON & KAHN, 1979).

A temperatura adequada e o período para a conservação do abacate variam com a raça e a cultivar (ZAUBERMAN et al., 1973), pois estas apresentam sensibilidade diferente aos danos pelo frio. HONÓRIO & MORETTI (2002) relatam que a temperatura mínima para armazenamento desta fruta varia de 5°C a 12°C, enquanto que CHITARRA & CHITARRA (2005) citam que, dependendo da cultivar, esta temperatura varia de 4,5°C a 13°C.

Os distúrbios fisiológicos, incluindo os provocados pelo frio, são definidos como alterações de origem não patogênica decorrente de modificações no metabolismo normal da fruta, ou na integridade estrutural de seus tecidos e são fontes importantes de perdas pós-colheita (KLUGE et al., 2002). Os sintomas de injúrias fisiológicas provocadas pelo uso de temperaturas não adequadas para o armazenamento de frutas, principalmente as abaixo de temperaturas mínimas toleráveis, são múltiplos e variam de acordo com o produto considerado (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo SANXTER et al. (1994), WOOLF et al. (1995), WOOLF (1997) e ORNELAS-PAZ & YAHIA (2003), tratamento térmico em água ou ar, minimizam ou eliminam sintomas de injúrias pelo frio.

Este trabalho teve por objetivos determinar as combinações entre temperatura e tempo de armazenamento, capazes de ocasionar injúrias em abacates 'Hass', 'Geadá', 'Quintal', e 'Fortuna'; avaliar a influência deste distúrbio na qualidade dos frutos; e testar o uso de tratamento hidrotérmico na minimização ou eliminação deste distúrbio.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Espécie

A família *Lauraceae* compreende cerca de 50 gêneros, sendo *Persea* o gênero do abacate, com várias espécies se aproximando do abacateiro comercial. Este pertence a três espécies e variedades hortícolas que caracterizam as três raças: a) Mexicana – *Persea americana* var. *drymifolia*; b) Antilhana – *P. americana* var. *americana*, e c) Guatemalense ou guatemalteca – *P. nubigena* var. *guatemalensis*. As variedades comerciais são, em geral, híbridas destas espécies ou raças. O nome científico mais comum para o abacateiro é *Persea americana* Mill (DONADIO, 1995).

A raça Antilhana apresenta frutos grandes, polpa com baixo teor de óleo (menos de 8%) e casca lisa, verde e com espessura média. No Brasil, as cultivares mais encontradas pertencem a esta raça. A Guatemalense possui frutos com tamanho que varia de pequeno a médio, com teor mediano de óleo (8-20%), e casca rugosa e muito espessa, com coloração variando de verde a roxo. A Mexicana possui frutos de tamanho pequeno (150-250g), com alto teor de óleo (acima de 20%), casca lisa, fina e brilhante, com coloração variando de verde a marrom escuro (GAYET et al., 1995).

Estas raças são diferentes quanto a tolerância ao frio (SEYMOUR & TUCKER, 1993). Os da raça guatemalense são mais resistentes a temperaturas próximas de 5°C, e os da antilhana os mais sensíveis, e não resistentes a temperaturas abaixo de 9°C (DONADIO, 1995).

A produção mundial desta fruta, no ano de 2006, foi de 3.316.907 toneladas, sendo que só o México produziu 1.136.646 toneladas. Os Estados Unidos, a Indonésia, a Colômbia, e o Brasil, também se destacaram, com produções de 247.000 toneladas, 227.577 toneladas, 185.811 toneladas e 169.335 toneladas, respectivamente (AGRIANUAL, 2008).

Os Estados Unidos é o maior importador de abacates e o México, o maior exportador. O Brasil não se destaca como exportador e ou como importador

(AGRIANUAL, 2008), apesar de nos últimos anos ter crescido a exportação de abacates 'Hass' para a Europa.

Essa fruta também é bem aceita no mercado interno. Em 2006, o volume comercializado de abacates na CEAGESP, SP, foi de 34.545 toneladas, sendo que 10.655 toneladas foi o volume comercializado da variedade Fortuna, enquanto da 'Geada', foi de 7.915 toneladas. No primeiro semestre de 2007, esse volume atingiu 16.975 toneladas, sendo 5.453 toneladas, da variedade Fortuna, e 5.768 toneladas, da 'Geada' (AGRIANUAL, 2008).

As cultivares comercializadas na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, SP) são: 'Geada', 'Margarida', 'Fortuna', 'Quintal', 'Breda', 'Ouro Verde', 'Olinda', 'Wagner', 'Manteiga', 'Fuerte', 'Hass', 'Fucks' e 'Prince', durante suas safras. As variedades mais comercializadas são a 'Geada', a 'Margarida', a 'Fortuna' e a 'Quintal' (CAMARGO & MANCO, 2004).

A variedade Hass apresenta produção crescente nos últimos anos, que tem sido destinada para o mercado externo, embora haja trabalhos intensos para sua divulgação e para o aumento de seu consumo interno.

As cultivares existentes apresentam frutos com as mais variadas formas, tamanhos e pesos, assim como, diferentes proporções de casca, polpa e caroço (DONADIO, 1992).

Os frutos da variedade Hass possuem casca grossa e rugosa, de coloração verde, chegando ao violáceo escuro, quando amadurecidos, pesam 180-300g, e tem polpa sem fibras. Esta variedade foi selecionada na raça Guatemalense, mas há indícios de que se trata de um híbrido desta raça (DONADIO, 1992).

Os frutos da 'Geada' possuem forma elíptica (MARANCA, 1986), com peso variando de 500g a 700g, apresentam alta porcentagem de polpa, 68% ou mais, baixo teor de óleo e época de produção, no Brasil, que vai de janeiro a fevereiro (DONADIO, 1992).

Os frutos da 'Quintal' possuem formato oblongo com pescoço, apresentam alta porcentagem de polpa, com peso de 400g a 600g e ótima aceitação no mercado (GERMANO et al. 1996). No Brasil, seu período de colheita é de março a junho

(DONADIO, 1992). Os da 'Fortuna' apresentam peso de  $717,6 \pm 113,36$ g, comprimento de  $14,8 \pm 0,51$ cm, e diâmetro de  $10,7 \pm 0,57$ cm, com formato piriforme e alta porcentagem de polpa  $77,4 \pm 3,55$ g (BLEINROTH et al., 1976). Sua colheita é de abril a junho, no Brasil.

O abacate é uma fruta que apresenta alto valor nutritivo, quando comparado com as demais espécies frutíferas (LEWIS, 1978), o que explica a sua importância econômica. É rico em vitaminas A, B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> (20, 70 e 100 mg.100g<sup>-1</sup> de polpa, respectivamente) e pobre em vitamina C (10,2mg de ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup>) (MARANCA, 1986). Possui baixa acidez, na proporção de 0,73% em frutas "verdes" e 0,39% nas maduras (BLEINHOTH & CASTRO (1992). Apresenta um extrato rico em óleo (5-35%), teor de proteínas de 1,14%, e baixo conteúdo de glicídeos (TEIXEIRA et al., 1991).

O óleo do abacate apresenta de 60% a 84% de ácidos graxos insaturados e tem como principais componentes os ácidos oléico, palmítico, linoléico e palmitoléico, com destaque para o oléico que representa 90% destes ácidos (COLQUHOUN et al., 1992) . Este perfil é independente de qualquer fator, mas sofre uma variação quantitativa, de acordo com a cultivar, o estágio de desenvolvimento, o local de cultivo e a parte anatômica do fruto (SCIANCALEPORE & DORBESSAN, 1981).

O abacate é um fruto climatérico, cujo amadurecimento ocorre poucos dias após a colheita (HARDENBURG et al., 1986). Uma série de eventos ocorre durante o seu amadurecimento, com aumento na atividade respiratória e na produção de etileno, e modificações no conteúdo lipídico, que em abacates 'Fuerte', inclui aumento no conteúdo de monoglicerídeos e de ácidos graxos, como resultado da degradação dos triglicerídeos. Além desses eventos, ocorrem mudanças na textura, envolvendo degradação das células do mesocarpo, redução no conteúdo de amido e aumento de glicose e frutose (SEYMOUR & TUCKER, 1993).

Segundo esses autores, enzimas associadas com a degradação da parede celular têm sido isoladas em abacates. Durante o amadurecimento, há aumento na atividade da celulase, e da poligalacturonase, e redução na de pectinametilsterase.

Outras enzimas associadas com a degradação de sua parede celular são a  $\beta$ -1,4-D-endoxylanase e a  $\beta$ -1,4-dexoxylanase.

Segundo SEYMOUR & TUCKER (1993), o escurecimento no mesocarpo do abacate está associado com a atividade da enzima polifenoloxidase, e o aumento nessa atividade pode ser estimulado pelo ácido abscísico. A peroxidase também têm sido encontrada em abacates e aparece diminuir durante o amadurecimento. Outras enzimas também foram detectadas durante esse evento, como a fosfatase e superóxido dismutase.

## 2.2 Injúria pelo frio ou *chilling injury*

A redução na temperatura tem sido o método mais utilizado e eficiente para manter a qualidade das frutas e prolongar seu período de comercialização (KLUGE et al., 2002). Segundo HARDENBURG *et al.* (1986), o armazenamento refrigerado retarda o amadurecimento, o amaciamento, as mudanças na coloração e na textura, as mudanças metabólicas indesejáveis, a perda de massa, e o crescimento microbiano.

A medida que a temperatura de armazenamento diminui, aproximando-se do ponto de congelamento, as reações enzimáticas ocorrem de maneira mais lenta, principalmente aquelas ligadas à respiração e à senescência. Porém, muitas vezes, as temperaturas mais utilizadas no armazenamento, mesmo não sendo letais aos tecidos da fruta, podem modificar o seu metabolismo, causando uma série de disfunções e podem levar a distúrbios fisiológicos (KLUGE et al., 2002). Muitas vezes, elas são perceptíveis com o prolongamento do armazenamento, ou quando esses produtos são levados para condição de ambiente (WILLS et al., 1998; KADER, 2002; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Produtos de origem tropical são geralmente sujeitos a injúrias fisiológicas quando expostos em temperaturas abaixo de 10-13°C, mas acima do ponto de congelamento (HARDENBURG et al. 1986, CHITARRA & CHITARRA, 2005). KADER (2002) relata que essas injúrias ocorrem principalmente em produtos de origem tropical, em temperaturas abaixo de 5°C-15°C. Segundo HARDENBURG et al. (1986), quando os

produtos vegetais são armazenados abaixo da temperatura mínima de segurança, seu metabolismo é incapaz de se desenvolver normalmente e uma série de desordens fisiológicas e bioquímicas ocorre, em resposta a stress. Estas desordens ou distúrbios fisiológicos são alterações que ocorrem na integridade da estrutura dos tecidos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo HONÓRIO & MORETTI (2002), o distúrbio fisiológico causado pela exposição de produtos hortícolas, principalmente os de origem tropical e subtropical, a temperaturas geralmente inferiores a 15°C, é conhecido como injúria por frio ou por *chilling injury*. Há variação na faixa de temperatura crítica dos diferentes produtos para que apareçam os sintomas de injúria.

A susceptibilidade das frutas às injúrias por *chilling* varia com o genótipo, condições de crescimento, ponto de colheita e o binômio, temperatura e tempo de exposição do produto às baixas temperaturas (KLUGE et al., 2002; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Estes distúrbios fisiológicos levam à perda de qualidade e são caracterizados, principalmente, por modificações no sabor e na aparência, que são os componentes principais da qualidade (KLUGE et al., 2002).

A área de tecido do fruto afetada pela desordem é variável, e pode estar na casca, com manutenção da camada de polpa aderente intacta, em certas áreas da polpa, ou a parte central e interna desta fruta. Os danos superficiais na casca são os mais prejudiciais, pois defeitos muito pequenos podem tornar o produto inaceitável, dependendo dos padrões estabelecidos pelo mercado, enquanto que defeitos internos, por serem menos visíveis, são os mais tolerados (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os principais sintomas desta injúria são: modificação da cor, tanto interna como externa, que pode variar de marrom a preto; aparecimento de manchas aprofundadas na casca, "*pitting*"; amadurecimento irregular; e aumento da deterioração ocasionada pela diminuição da resistência normal, o que contribui para a invasão por microrganismos (HARDENBURG et al., 1986; KLUGE et al., 2002; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Além desses sintomas, KADER (2002) cita o aparecimento de áreas embebidas. O escurecimento deve estar relacionado com a ação da enzima

polifenoxidase sobre os compostos fenólicos liberados do vacúolo, por ocasião da ocorrência da injúria (WILLS et al., 1998) e o amolecimento está relacionado com as enzimas que degradam as substâncias pécticas da parede celular (SEYMOUR & TUCKER, 1993; HONÓRIO & MORETTI, 2002).

CHITARRA & CHITARRA (2005) relatam que inúmeras hipóteses tem sido formuladas para explicar o mecanismo da desordem pelo frio. Segundo esses autores, alguns pontos específicos devem ser salientados, para que com base neles, problemas tecnológicos possam ser solucionados. Têm sido desenvolvidos dois grupos de conceitos, o primeiro acredita que todas as espécies sensíveis apresentam um único tipo de resposta primária responsável pelo desenvolvimento de eventos secundários, incluindo alterações fisiológicas e bioquímicas. O segundo, acredita que a desordem pelo frio é originada a partir de respostas múltiplas à baixa temperatura, numa larga variedade de condições.

O efeito primário da temperatura às membranas das células vegetais é sobre a fluidez de seus lipídeos. Esses são mais ou menos fluidos ou móveis, sob temperaturas elevadas. Sob temperatura abaixo da crítica, passam para um estado tipo gel, e tornam-se imóveis. Esse evento afeta as propriedades das membranas, particularmente das enzimas a elas associadas e envolvidas na produção de energia e síntese protéica. Na atualidade acredita-se que uma discreta porção lipídica sofre mudanças físicas durante a exposição a baixas temperaturas, mas isso pode causar um desequilíbrio fisiológico (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo os mesmos autores, o que têm sido proposto é que após um período prolongado de exposição das espécies vegetais ao frio, essa causa primária promoveria a perda de integridade das membranas, vazamento de solutos, perda de compartimentalização, diminuição na taxa oxidativa da mitocôndria, aumento na energia de ativação das enzimas associadas às membranas, paralisação do fluxo protoplasmático, redução no suprimento e utilização de energia, diminuição na taxa fotossintética, desorganização da estrutura celular, disfunção do metabolismo, acúmulo de substâncias tóxicas, e manifestação de uma grande variedade dos sintomas peculiares do tecido danificado.

Os distúrbios físicos, por baixas temperaturas, às membranas, influenciam a atividade das enzimas ligadas a elas e a habilidade de manter o gradiente de cálcio, que têm papel de mensageiro secundário em vários processos fisiológicos e bioquímicos. Baixas temperaturas também estimulam a produção de etileno, promovem aumento ou decréscimo na respiração, e induzem modificação marcante no metabolismo de poliaminas e na produção de oxigênio reativo (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O uso de aquecimento intermitente e atmosfera controlada podem ser utilizados para diminuir ou aliviar estes danos pelo frio. Estas técnicas, algumas usadas comercialmente e outras experimentalmente, reduzem os distúrbios, por retardar o desenvolvimento dos sintomas, ou por aumentar a tolerância da fruta à friagem ou *chilling* (KLUGE et al., 2002). Altas temperaturas, geralmente na faixa de 35°C a 45°C, podem prejudicar o amadurecimento, reduzir a vida útil e a qualidade de frutas e hortaliças (HONÓRIO & MORETTI, 2002).

Além dessas técnicas, HARDENBURG et al. (1986) e CHITARRA & CHITARRA (2005) relacionam o pré-armazenamento, o tratamento com cálcio e etileno, o armazenamento hipobárico, a aplicação de cera, as diferentes embalagens, e a manipulação genética. Esses autores também relatam que a utilização de atmosfera controlada e de inibidores de senescência são alternativas para manter a qualidade de produtos vegetais sensíveis ao *chilling*.

Os sintomas mais característicos do efeito de altas temperaturas são: perda de coloração superficial do produto, queimadura na casca, amadurecimento desuniforme, amolecimento dos tecidos, ressecamento da superfície e aumento da taxa respiratória (HONÓRIO & MORETTI, 2002; KADER, 2002).

### 2.3 Abacates x *chilling injury*

O amadurecimento e o amaciamento de abacates podem ser retardados, quando são imediatamente refrigerados depois de colhidos, e mantidos em ambiente livres de etileno e sob temperatura ótima de armazenamento (HARDENBURG et al., 1986).

Sua preservação deve ser feita a temperatura superior àquela que reduz sensivelmente suas funções fisiológicas, pois como toda fruta tropical, os abacates são sensíveis ao frio (GAYET et al., 1995). Segundo PANTASTICO (1975) e PUMBLEY & JEGER (1989), a variedade e a temperatura de armazenamento devem ser levadas em conta quando se pretende armazenar abacates sob baixas temperaturas, principalmente para se evitar danos pelo frio ou *chilling injury*. A temperatura ótima de armazenamento difere com a cultivar, pois cada cultivar possui diferente sensibilidade (HARDENBURG et al., 1986).

As cultivares tolerantes ao *chilling* como a Lula, Booth 1, Booth 8 e Taylor podem ser armazenadas a 4,4°C, por 4 a 8 semanas. Todas as cultivares Indianas como a Fuchs, Pollock e Waldin são sensíveis ao frio e podem ser armazenadas a 13°C por no máximo 2 semanas. Cultivares como a Fuerte, Hass e Booth 7 são intermediárias quanto a sensibilidade ao frio e são melhor armazenadas a 7,2°C, por 2 semanas (HARDENBURG et al., 1986).

Em abacates, os sintomas dessa injúria são descoloração marrom acinzentada da polpa, escaldadura e *pitting* na casca, e falha no amadurecimento quando os frutos são levados ao ambiente (HARDENBURG et al., 1986). Esses sintomas geralmente se tornam visíveis com o prolongamento do armazenamento, ou quando os frutos são levados a condição de ambiente.

ZAUBERMAN & YANKO (1977) estudaram a resposta de abacates 'Fuerte', 'Nabal' e 'Haas', a diferentes temperaturas de armazenamento e relataram que frutos armazenados a 0-4°C apresentaram reduzida vida útil, limitada pela ocorrência de *chilling injury*. Entre 5°C e 8°C, os frutos não amadureciam, mas quando transferidos para ambiente a 25°C, amoleciam. Entre 10°C e 25°C, o tempo para os frutos

amolecerem foi tanto maior quanto menor a temperatura de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

SHARON & KAHN (1979) relataram que o escurecimento, durante o amadurecimento, de abacates 'Fuerte', que foram armazenados sob baixas temperaturas, está associado com modificações na atividade da polifenoloxidase e da catalase e que seus níveis durante o amadurecimento, em abacates injuriados pelo frio e não injuriados são quase os mesmos. Concluíram que a atividade da polifenoloxidase não é o único fator que contribui para o escurecimento.

VIEIRA (1985) armazenou abacates do Clone II, que é um híbrido natural proveniente do cruzamento entre variedades das raças Antilhana e Guatemalense, selecionado pelo Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se temperatura ambiente e a 12°C, 8°C, 4°C e 0°C por 0, 2, 4 e 6 semanas, com o objetivo de determinar a melhor interação entre a temperatura e o tempo de armazenamento e verificou-se que a melhor condição de armazenamento foi a 4°C por 2 semanas. Nesta condição, os frutos amadureceram normalmente após a retirada da câmara e não apresentaram injúria.

PUMBLEY & JEGER (1989) armazenaram frutos de diferentes variedades de abacate, colhidos maduros, a 8°C, 10°C ou 12°C, por 11 dias, antes de amadurecê-los a 22°C. Verificaram que das dez variedades examinadas, depois do amadurecimento a 22°C, apenas três ('Lula', 'Tonnage', 'Gripina 5') não apresentavam sinais de injúria por frio. A 'Senil 31' mostrou 90% dos frutos injuriados após 11 dias a 8°C, mas não foi afetada pelo armazenamento a 10°C ou 12°C. Para a 'Pollock', o armazenamento a 8°C e 10°C injuriou 100% dos frutos. As outras 5 variedades ('Simmonds', 'Gripina 12', 'Collinson', 'Everton 2', 'Senil 34') mostraram maior susceptibilidade a 8°C e 10°C. Os frutos de nenhuma variedade se mostraram susceptíveis ao *chilling*, quando armazenados a 12°C.

GAYET et al. (1995) relataram que as temperaturas abaixo de 5°C são baixas demais para os abacates, em geral. Em testes, nos quais os frutos foram colocados a temperatura próxima de 1°C e por período curto, não houve aparentemente nenhum dano provocado pelo frio. No entanto, quando eles voltaram a temperatura ambiente,

em torno de 25°C, constataram-se alterações na coloração da casca, que adquiriu coloração acinzentada que passou a marrom, enquanto a polpa escureceu e sua textura mudou, tornando-se borrachenta. Após alguns dias, esses frutos se deterioraram por completo. O mesmo ocorreu nas temperaturas a 2°C, 4°C, 5°C e 6°C.

Estes autores também relataram que abacates 'Fuerte', quando mantidos a 6°C começaram a apresentar sintomas típicos de danos pelo frio após três a quatro semanas de armazenagem, com a mudança na coloração, tanto da casca como da polpa. Quando esses frutos foram levados ao ambiente, os sintomas tornaram-se mais evidentes. A casca adquiriu uma coloração marrom, com depressões, o mesocarpo tornou-se acinzentado e não ocorreu o seu amolecimento. No caso de abacates 'Hass' a sensibilidade depende do seu estágio de amadurecimento.

Para evitar danos pelo frio em abacates, tem-se procurado utilizar meios para proteger os frutos, como o seu envolvimento em filme de polietileno ou seu tratamento com solução de cloreto de cálcio (TEIXEIRA et al., 1991).

BOWER et al. (2003) relacionaram a perda de água com sintomas de injúrias pelo frio, em frutos não tratados (controle) com os submetidos a diferentes tipos de ceras ou embalados em sacos de polipropileno microperfurados. Abacates das cvs. 'Fuerte' e 'Pinkerton' foram armazenados a 2,2°C, 5°C e 8°C por 30 dias, antes de deixados amadurecer a 20°C. Os danos mais severos aconteceram em frutos cuja perda de água não foi controlada (controle), sugerindo que o dano pelo frio é influenciado pela desidratação. A menor perda de massa ocorreu em frutos embalados em sacos de polietileno microperfurado que também apresentaram a melhor aparência externa.

BLEINROTH et al. (1976) estudaram a conservação sob refrigeração dos frutos de diferentes variedades de abacates cultivadas no Brasil ('Collinson', 'Fortuna', 'Linda', 'Pollock', 'Prince', 'Quintal', 'Simmonds', 'Tatuí', 'Wagner') e concluíram que a 'Prince' e a 'Wagner' apresentaram os melhores comportamentos, com manutenção de seus frutos em perfeito estado a 7°C por até 20 dias. Quando colocados em recipiente hermético com 10% de CO<sub>2</sub> e 6% de O<sub>2</sub>, puderam ser armazenados por até 37 dias. Os

frutos das variedades Pollock, Quintal e Simmonds não se conservaram bem durante estes períodos.

BLEINROTH et al. (1977) também estudaram a conservação pelo frio, com ou sem atmosfera controlada, de frutas das variedades Anaheim, Fuerte, Itzamna, Nimlioh, McDonald, Puebla e Waldin. A 'Anaheim' e a 'Fuerte' conservaram-se por até 38 dias quando mantidas a 7°C, sob atmosfera controlada (10% de CO<sub>2</sub> e 6% de O<sub>2</sub>), enquanto que sob condição de ambiente, a conservação foi de 12 dias. As demais variedades conservaram-se bem por até 33 dias, em média, quando armazenadas sob a atmosfera controlada testada.

CASTRO & BLEINROTH (1982) conservaram abacates em atmosfera controlada e à temperatura ambiente. Observaram que a combinação de 5% de O<sub>2</sub> com 10% de CO<sub>2</sub> foi o melhor tratamento para esta conservação, embora níveis mais elevados de CO<sub>2</sub> possam retardar o amolecimento das frutas. Observaram escurecimento na casca quando os frutos foram mantidos por três semanas nestas condições.

SANXTER et al. (1994) relataram que os sintomas de injúria por *chilling* se reduziam quando abacates 'Sharwil' eram mantidos a 37-38°C, por 17-18 horas, antes de serem refrigerados a 20°C, por 4 horas, e então armazenados a 1,1°C por 14 dias. Observaram que frutos não aquecidos e submetidos a armazenamento refrigerado apresentaram superfície severamente descolorida e *pitting*.

WOOLF et al (1995) também testaram, para abacates 'Hass', diferentes temperaturas de ar quente, 25°C a 46°C, e diferentes tempos, de 30 minutos a 24 horas, antes de armazená-los a 0°C, 2°C, ou 6°C, objetivando estabelecer tratamentos que evitariam a injúria por *chilling*. Depois de armazenados a baixas temperaturas, os frutos eram deixados amadurecer a 20°C. Em frutas não tratadas, os danos pelo frio ocorreram nos abacates armazenados a 0°C e 2°C. Este dano era evidente, depois do armazenamento a 2°C, em frutos aquecidos a 34°C e em menor extensão a 36°C. Os aquecidos a 38°C, por 3, 6, ou 10 horas, ou a 40°C, por 30 minutos, apresentaram os menores danos, quando armazenados a 2°C.

NISHIJIMA et al. (1995) também observaram que o tratamento com ar quente a 38°C, por 8-12 horas, foi efetivo para reduzir os sintomas do distúrbio fisiológico provocado pelo armazenamento refrigerado, em abacates 'Sharwil'.

O tratamento térmico, em água ou ar, além da possibilidade de controlar doenças e o escurecimento provocado pelo armazenamento em baixas temperaturas, pode controlar insetos (ORNELAS-PAZ & YAHIA, 2003). NISHIJIMA et al (1995) citam que o Animal and Plant Health Inspection Service dos USA, o armazenamento de frutas a 1,1°C, por 16 dias, é considerado como medida para desinfestação de mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*).

ORNELAS-PAZ & YAHIA (2003) testaram o uso de ar quente a 38°C, com umidade relativa de 50% ou 95%, por 6 horas, para controlar os sintomas de injúria por *chilling* em abacates 'Hass'. Depois de tratados termicamente, os frutos eram armazenados a 5°C, por até 56 dias. Os abacates tratados termicamente em ambiente com 50% UR exibiram a melhor qualidade interna, a menor incidência de injúrias pelo frio, a menor deterioração da coloração interna e externa, e a menor redução no teor de triglicerídeos. Apresentaram leve injúria pelo calor, assim como elevada perda de massa e baixo conteúdo de tocoferol, quando comparados com frutos não tratados ou tratados com ar quente com 95% de umidade relativa.

WOOLF (1997) testou o tratamento com água quente (38°C/0-120min), em abacates 'Hass' antes de armazená-los a 0,5°C por 28 dias, com o objetivo de reduzir a ocorrência de sintomas do distúrbio fisiológico causado pelo frio. Constatou que o tempo ideal, que eliminou os sintomas e que proporciona frutos com melhor qualidade, foi de 60 minutos.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais:**

Abacates 'Hass' foram colhidos em 24/09/2005 para a instalação do Experimento I, da Etapa 1, deste Trabalho, e em 12/08/2006, para a instalação do Experimento II da mesma Etapa, em propriedade agrícola no município de Bauru, SP. Em 01/08/2007, colheu-se frutos da mesma variedade e local, para o desenvolvimento das Etapas 2 e 3 deste trabalho. Os abacates 'Geada' utilizados na Etapa 1, foram colhidos em 19/01/2006, enquanto 'Quintal' e 'Fortuna', em 21/02/2006 e 04/05/2006, respectivamente, em propriedade agrícola no município de Jardinópolis, SP. Na mesma propriedade, colheu-se frutos da variedade Geada em 21/12/2006, da Quintal, em 14/03/2007 e da Fortuna em 23/03/2007, para instalação das Etapas 2 e 3. Todos os frutos foram colhidos no estágio fisiologicamente maturo (Anexo 1), ou seja, com coloração verde-opaco e facilidade para separação da planta-mãe (BLEINROTH, 1995), e imediatamente transportados ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV - UNESP, Jaboticabal. Após recepcionados, foram lavados com detergente neutro e enxaguados com água fria, para a eliminação das impurezas, e deixados escorrer por 3 minutos sob condições de ambiente. Durante a lavagem, os frutos foram novamente selecionados, eliminando-se os danificados ou desuniformes.

#### **3.2 Experimentos**

**Etapa 1 - Influência de combinações entre temperatura/tempo na ocorrência dos sintomas de distúrbio fisiológico.**

Abacates 'Hass' foram armazenados em ambiente a 5°C (77% UR), 10°C e 15°C (79% UR) durante 21 dias (Experimento I), enquanto que os 'Geada', 'Quintal' e

'Fortuna', a  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  (77% UR) e  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  (76%) durante 28 dias. Os abacates 'Geada' e 'Quintal', quando armazenados a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$ , permaneceram nesta temperatura por somente 21-22 dias, quando apresentavam avançado estágio de amadurecimento. Aos 7, 14, 21 e 28 dias, um lote de cada temperatura foi transferido para condição de ambiente ( $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 77% UR). Abacates 'Geada' também foram levados ao ambiente ( $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 77% UR) aos 18 e 20 dias. Como os abacates 'Hass' se mostraram resistentes ao frio, repetiu-se o armazenamento dos mesmos a  $1-2^{\circ}\text{C}$  (74% UR) e  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  (77% UR) por 45 dias (Experimento II), e a cada intervalo de 15 dias, um lote de cada temperatura era levado ao ambiente. Todos os frutos foram armazenados soltos.

Os frutos foram avaliados antes do armazenamento refrigerado (0 dia), e a cada intervalo de 2-3 e 4 dias, durante este período. Depois de transferidos para condição de ambiente, as avaliações foram feitas a cada 2-3 dias. Os frutos levados ao ambiente, foram comparados com frutos armazenados sob condição de ambiente (testemunha), cujas avaliações, a cada 2-3 dias. Os abacates 'Hass', no Experimento II, também foram avaliados, durante o armazenamento refrigerado, a cada 15 dias, e ao ambiente, a cada 3 dias.

Amostras em duplicata, com 3 frutos cada, nos Experimentos com abacates 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna', e com 5 frutos cada, nos Experimentos com abacates 'Hass', e ao acaso, foram avaliadas quanto à aparência e coloração da polpa, firmeza, e teores de acidez titulável, sólidos solúveis, e de extrato etéreo. Aumentou-se o número de frutos na amostragem de abacates 'Hass' devido ao reduzido tamanho dos mesmos. Quando amadurecidos, os frutos com injúrias do tipo manchas enegrecidas na casca foram avaliados quanto ao índice de escurecimento da polpa, e por analistas não treinados, quanto a aparência da casca e da polpa, e odor da polpa, quando os frutos apresentavam resistência da polpa  $\leq$  a 24,5N. A evolução da aparência, da coloração da casca, e da perda de massa fresca, de cada tratamento, foi avaliada em um lote com 5 frutos, durante o armazenamento refrigerado, bem como depois de levados ao ambiente. Isto permitiu avaliar a evolução desses parâmetros ao longo do período de armazenamento, utilizando-se sempre os mesmos frutos.

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se regressão polinomial (GOMES, 1977). As equações de 1° grau das variações da massa fresca foram comparadas quanto ao paralelismo, através do teste t, conforme o proposto por NETER et al (1978). Para cada combinação temperatura e tempo, iniciou-se nova análise de regressão quando os frutos foram transferidos para condição de ambiente ( $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 77% UR).

## **Etapa 2 - Avaliação física, química e bioquímica dos efeitos causados pela injúria pelo frio.**

O binômio  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}/45$  dias foi o utilizado e estabelecido para provocar os sintomas de injúria por frio ou *chilling* em abacates 'Hass', nos experimentos levados a efeito para se avaliar a evolução e as variações na qualidade e na fisiologia dos frutos com este distúrbio. O binômio escolhido para os frutos da 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna' foi  $4\pm 1^{\circ}\text{C}/28$  dias. Após o armazenamento sob a temperatura e o tempo estabelecidos, os frutos foram levados a condição ambiente até o amadurecimento. Os frutos da variedade Hass foram avaliados a cada 15 dias, durante o armazenamento refrigerado, enquanto os da 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna', a cada 7-14 dias. Quando transferidos ao ambiente, os frutos da 'Hass' foram avaliados a cada 3 dias, e os das outras variedades, a cada 2 dias, e em comparação com frutos testemunha, ou seja, frutos armazenados sob condição ambiente,  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 77% UR.

A aparência, a coloração da casca, e a perda de massa fresca foram avaliados em um lote com 5 frutos, reservado para estas avaliações.

Amostras com 3 frutos, nos Experimentos com abacates 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna' e com 5 frutos cada, nos Experimentos com abacates 'Hass', foram coletadas em duplicata e ao acaso, para as seguintes avaliações: aparência e coloração da polpa, firmeza da polpa, índice de escurecimento da polpa, atividade da peroxidase (POD, EC. 1.11.1.7), da polifenoloxidase (PPO, EC 1.10.3.1), da poligalacturonase (PG, 3.2.1.15) e da pectinametilesterase (PME, EC 3.1.1.11), assim como quanto aos conteúdos de pectina total e solúvel. Quando a porcentagem da área escurecida da polpa era

elevada, foi possível separar as áreas escurecidas (AE) das não escurecidas, de cada amostra, sendo possível analisá-las separadamente.

A atividade respiratória foi avaliada a cada 7 dias, durante o armazenamento refrigerado dos abacates 'Geada', 'Quintal', e 'Fortuna', e a cada 3 dias, quando estes frutos foram levados ao ambiente, em 3 repetições, com 2 frutos cada. Abacates 'Hass' foram avaliados a cada 15 dias, durante o armazenamento refrigerado, e a cada 3 dias, quando levados ao ambiente, em 3 repetições, com 10 frutos cada. Essa atividade foi determinada sempre nos mesmos frutos.

Os resultados foram submetidos a regressão polinomial (GOMES, 1977) para análise da variação das variáveis durante o armazenamento refrigerado e ao ambiente. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, iniciou-se nova análise para cada combinação temperatura e tempo. Na análise de regressão da massa fresca dos frutos transferidos ao ambiente ( $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 77% UR), considerou-se a massa 100% no momento da transferência.

### **Etapa 3 - Tratamentos térmicos na prevenção ou minimização da ocorrência de injúrias pelo frio.**

Abacates 'Geada' foram submetidos a tratamento hidrotérmico ( $38^{\circ}\text{C}$ ), através de imersão, por 30, 60 e 90 minutos, em água aquecida. Como os resultados não se mostraram satisfatórios na redução dos sintomas de injúrias pelo frio, decidiu-se modificar os tratamentos nos Experimentos com abacates 'Quintal', 'Fortuna' e 'Hass'.

Os abacates 'Hass', 'Quintal' e 'Fortuna', foram aquecidos a  $38^{\circ}\text{C}$  por 60 e 90 min. ou a  $38^{\circ}\text{C}$  por 90 min, seguido de 1 min. a  $50^{\circ}\text{C}$ . Os abacates 'Hass' foram armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e os 'Geada', 'Fortuna' e 'Quintal' a  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 28 dias, favorecendo a ocorrência de injúria por *chilling*. Depois deste armazenamento sob refrigeração, eles foram levados para ambiente a  $21-23^{\circ}\text{C}$  até amadurecerem. Os frutos tratados termicamente foram comparados com frutos não tratados, do tratamento testemunha. Os frutos do testemunha foram armazenados nas mesmas condições de temperatura e umidade que os frutos tratados termicamente.

Assim como nos experimentos anteriores, um lote com 5 frutos, de cada tratamento, foi utilizado para se determinar a evolução da aparência, da coloração da casca e da perda de massa fresca. Estas determinações permitiram avaliar a ocorrência e a intensidade dos sintomas de injúria por *chilling*, bem como demonstrar a evolução desses parâmetros ao longo do período de armazenamento, utilizando-se sempre os mesmos frutos.

Durante o armazenamento refrigerado, as amostras com 3 frutos cada, foram coletadas a cada 7 dias, em duplicata e ao acaso, nos Experimentos com abacates 'Geadá', 'Quintal' e 'Fortuna'. No experimento com abacates 'Hass', as amostras, com 5 frutos cada, também foram coletadas em duplicata e ao acaso, a cada 15 dias. As amostras foram a fim de serem analisadas quanto a coloração da polpa, textura, e teores de sólidos solúveis e acidez titulável. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, as amostras passaram a ser coletadas, a cada 2 dias, no Experimento com abacates 'Geadá', 'Quintal' e 'Fortuna', e a cada 3 dias, no com frutos da 'Hass'.

Os experimentos foram levados a efeito utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado e as análises dos resultados foram feitas utilizando-se um esquema fatorial, tratamentos x tempos. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, iniciou-se nova análise, mantendo-se os mesmos tratamentos.

Os dados da massa fresca foram analisados utilizando-se regressão polinomial (GOMES, 1977). As equações de 1° grau das variações da massa fresca dos frutos armazenados sob refrigeração e ao ambiente foram comparadas quanto ao paralelismo, através do teste t, conforme o proposto por NETER et al (1978).

### **3.3. Métodos:**

As alterações na aparência dos abacates foram registradas e avaliadas, segundo uma escala de pontos, baseada na escala proposta por NISHIJIMA et al., (1995), onde: 5=ótima (casca sem manchas e coloração típica); 4=boa (casca com até 5 % de manchas e coloração típica); 3=regular (casca com 6-20% de manchas); 2=ruim (casca com 21-40% de manchas) e 1=péssima (casca com mais de 40% de manchas e ou

sinais de senescência). Em abacates 'Hass' armazenados ao ambiente, as manchas não foram levadas em consideração durante a avaliação da aparência da casca dos frutos, pois esse sintoma ficou mascarado com o amadurecimento dos mesmos.

A aparência da polpa foi avaliada segundo uma escala de pontos, onde: 5 = ótimo, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima.

A coloração da casca e da polpa foi determinada utilizando-se um reflectômetro Minolta CR-200b, que se expressa segundo o sistema proposto pela Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) em  $L^*a^*b^*$  (*color space*). A cor foi relatada pelos parâmetros, luminosidade, ângulo hue ou de cor e cromaticidade (MINOLTA CORP, 1994).

A perda de massa fresca foi avaliada, utilizando-se a pesagem dos frutos em balança com capacidade para 1200g e precisão de 0,1g, com resultados expressos em gramas (g).

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

O escurecimento interno (EI) foi determinado, em cada fruto, multiplicando-se a área escurecida (AE) por 100, e dividindo-se o resultado pela área total (AT). As áreas, escurecida e total, do fruto, foram medidas com auxílio de planímetro polar OTT.

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por refratometria e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 1997).

A acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico.  $100g^{-1}$  de polpa, foi determinada por método titulométrico, utilizando-se solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1M, tendo como indicador a fenolftaleína a 1% (AOAC, 1997).

O teor de óleo foi avaliado através de extração direta com éter de petróleo, em extrator Tecnal TE - 044, que segue o princípio do extrator de Soxhlet (AOAC, 1997). Esse teor foi expresso em porcentagem de massa fresca.

A atividade das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) foram determinadas no sobrenadante de amostras homogeneizadas em tampão fosfato de potássio a 0,2M, pH 6,7 e centrifugadas a 11655.G, por 10 min, a 4°C. A atividade da peroxidase foi determinada pelo método de ALLAIN et al. (1974), com leitura a 505nm e

expressa em  $\mu\text{mol}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . A atividade da polifenoloxidase foi determinada pelo mesmo método, com a utilização de fenol como substrato, leitura a 420nm e expressão em  $\mu\text{mol}$  de fenol degradado.  $\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ .

Para a determinação da atividade da pectinametilesterase (PME), o método utilizado foi o proposto por HULTIN *et al.* (1966) e RATNER *et al.* (1969), e a da poligalacturonase (PG), seguindo a técnica de GHAZALI & LEONG (1987), com algumas modificações. Tomou-se quantidade conhecida de polpa de abacate, que foi homogeneizada, por 30 segundos, com tampão acetato de sódio a 0,1M (pH 6,0), contendo 1,0% de polivinilpirrolidona (PVP) e 0,5M de NaCl. Este extrato foi filtrado em gase hidrofílica, e centrifugado a 26224.G por 30 minutos, a 4°C, obtendo-se o extrato enzimático. A atividade foi determinada através da reação de 3,0 mL do extrato enzimático com 3,0 mL de ácido poligalacturônico (Sigma Co. P-3889) a 1%, em tampão acetato de sódio a 0,1M (pH 5,0), incubada em banho-maria a 37°C por 3 horas. A reação foi paralizada com a imersão dos tubos em água fervendo, por 5 minutos. A avaliação da atividade foi feita com a determinação do conteúdo de açúcares redutores liberados, utilizando-se alíquotas de 0,5 mL, coletadas antes e depois da reação. Os teores de açúcares foram determinados pelo método de MILLER (1959). A atividade da poligalacturonase foi expressa em UAE.  $\text{g}^{-1}$ , unidade de atividade enzimática por grama. Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima que produziu 1  $\mu\text{mol}$  de grupos redutores por grama de enzima, em 3 horas.

Os conteúdos de pectina total e solúvel foram determinados pelo método de McCREADY & McCOMB (1952).

A intensidade respiratória foi avaliada em ambiente refrigerado, durante o armazenamento refrigerado, e em ambiente a  $22\pm 1^\circ\text{C}$ , quando os frutos foram transferidos para condição de ambiente ( $22\pm 1^\circ\text{C}$ ), colocando-se frutos com massa conhecida em recipiente hermeticamente fechado, com capacidade de 3,2L, por uma hora, quando se quantificou a atividade respiratória no tempo 0h e após 1 hora. A atividade respiratória foi determinada mediante a diferença dessas quantificações, e expressa em mL de  $\text{CO}_2$ .  $\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  (SANCHES, 2006).

A avaliação da aparência da casca e da polpa e do odor da polpa por analistas foi feito, utilizando-se um mínimo de 10 analistas não treinados. Cada pessoa avaliou as amostras codificadas, de forma individual e marcando sua impressão em uma escala não estruturada, através de um traço vertical. Esta escala, com 10 cm, não tem pontos marcados e apenas nas extremidades aparecem os termos que expressam o máximo e o mínimo de intensidade para o parâmetro avaliado. Cada avaliação foi transformada em número, através da determinação do comprimento do traço de avaliação, segundo a escala estabelecida (STEVENS & ALBRIGHT, 1980). Na escala, 0= muito ruim e 10= muito bom. Os frutos que receberam apreciações com valores acima de 5,0 são considerados aceitáveis para consumo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Influência de combinações entre temperatura/tempo na ocorrência dos sintomas de distúrbio fisiológico Determinação de binômios

#### 4.1.1 Abacate 'Hass' (Experimento I)

Durante o armazenamento a 5°C, os frutos apresentaram aparência ótima (nota=5) por até 8 dias, que decaiu para boa (nota=4), e manteve-se com este aspecto ao longo de todo o período de armazenamento. A 10°C, os frutos mantiveram-se ótimos por até 6 dias, bons até o 10º dia e regulares (nota=3) a partir do 12º dia, enquanto os armazenados a 15°C permaneceram ótimos por até 4 dias, bons até o 6º dia, regulares até o 18º e ruins a partir do 16º dia (Tabela 1). A evolução do aspecto geral dos frutos a 10°C e a 15°C se deveu ao amadurecimento e à senescência. BOWER et al. (2003) verificaram que abacates das cvs. Pinkerton e Fuerte apresentaram a pior aparência quando armazenados a 20°C, depois de mantidos a 5°C por 30 dias, sem controle de perda de água, quando testaram diferentes temperaturas de armazenamento, 2°C, 5°C e 8°C, associadas ou não com controle de perda de água.

Não foram detectados sintomas de injúrias por frio ou *chilling*, na casca dos frutos, independentemente da temperatura de armazenamento. ZAUBERMAN et al. (1985) também não detectaram sintomas de injúrias na casca de abacates 'Fuerte' armazenados a 5°C por 4 semanas, assim como ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), em abacates 'Hass' armazenados a 5°C por 18 dias. No entanto, BLEINROTH et al. (1977) relataram injúrias em abacates 'Fuerte', após 7 dias de armazenamento a 5°C, assim como BOWER et al. (2003), em abacates 'Pinkerton' armazenados a 2°C, 5,5°C e 8°C e em 'Fuerte', armazenados a 2°C.

Com a transferência dos frutos para condição ambiente (22°C), a aparência dos frutos a 5°C, manteve-se aceitável (nota  $\geq 3$ ) até o 6º dia, após os diferentes tempos de armazenamento, enquanto os armazenados por 7 dias, a 10°C e a 15°C mantiveram esta aparência por até 6 dias. Quando armazenados a 10°C por 14 ou 21 dias a

aparência ao ambiente, manteve-se aceitável por 2-4 dias, enquanto nos armazenados a 15°C, este período foi de 0-2 dias. Nos frutos armazenados sob condição ambiente (22°C; 77% UR) ou testemunha a aparência manteve-se aceitável por até 13 dias (Tabela 2).

Tabela 1- Variação na aparência\* da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias.

| Tempo<br>(dia) | 5°C |    |    | 10°C |    |    | 15°C |    |    |
|----------------|-----|----|----|------|----|----|------|----|----|
|                | 7   | 14 | 21 | 7    | 14 | 21 | 7    | 14 | 21 |
| 0              | 5   | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  |
| 2              | 5   | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  |
| 4              | 5   | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  |
| 6              | 5   | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 4    | 5  | 4  |
| 8              | -   | 5  | 5  | -    | 4  | 4  | -    | 3  | 3  |
| 10             | -   | 4  | 4  | -    | 4  | 4  | -    | 3  | 3  |
| 12             | -   | 4  | 4  | -    | 3  | 4  | -    | 3  | 3  |
| 14             | -   | 4  | 4  | -    | 3  | 3  | -    | 3  | 3  |
| 16             | -   | -  | 4  | -    | -  | 3  | -    | -  | 3  |
| 18             | -   | -  | 4  | -    | -  | 3  | -    | -  | 2  |
| 21             | -   | -  | 4  | -    | -  | 3  | -    | -  | 2  |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Tabela 2 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR) depois do armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C, por até 21 dias, ou a 22°C, 77%UR.

| Tempo<br>(dia) | 5°C |    |    | 10°C |    |    | 15°C |    |    | testemunha<br>(22°C, 77%UR) |
|----------------|-----|----|----|------|----|----|------|----|----|-----------------------------|
|                | 7   | 14 | 21 | 7    | 14 | 21 | 7    | 14 | 21 |                             |
| 0              | 5   | 4  | 4  | 5    | 3  | 3  | 4    | 3  | 2  | 5                           |
| 2              | 4   | 4  | 4  | 3    | 3  | 3  | 3    | 3  | 1  | 5                           |
| 4              | 4   | 4  | 4  | 3    | 2  | 3  | 3    | 2  | -  | 5                           |
| 6              | 4   | 4  | 3  | 3    | 2  | 2  | 3    | 1  | -  | 5                           |
| 8              | 2   | -  | -  | 2    | -  | -  | 2    | -  | -  | 4                           |
| 10             | -   | -  | -  | 2    | -  | -  | 1    | -  | -  | -                           |
| 13             | -   | -  | -  | -    | -  | -  | -    | -  | -  | 3                           |
| 16             | -   | -  | -  | -    | -  | -  | -    | -  | -  | 2                           |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Durante armazenamento ao ambiente, também não se detectaram sintomas de injúrias nos frutos, e a coloração da casca evoluiu normalmente de verde para o preto característico da variedade (COSE et al., 2004). ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também não detectaram sintomas de injúria pelo frio em abacates 'Fuerte', transferidos a condição de ambiente, depois de armazenados a 5°C por 18 dias.

A luminosidade dos frutos armazenados a 5°C se alterou de 36,25 para 28,95, indicando escurecimento, com armazenamento por 14 dias, o que não se confirmou nos

armazenados por 21 dias, que se manteve em 33,46. Os frutos mantidos a 10°C, por 7 dias, não apresentaram alterações na luminosidade (L=34,88), porém os mantidos por mais tempo, 14 ou 21 dias, tornaram-se escurecidos, assim como os mantidos a 15°C, por todos os períodos (Figura 1A). Esse escurecimento indica que os frutos amadureceram durante armazenamento.

Os frutos mantidos a 5°C por 7 dias ou 21 dias, só escureceram depois de transferidos para condição ambiente (22°C), o que também foi observado nos mantidos a 10°C e 15°C, por 7 dias. Esse escurecimento também foi observado nos frutos do tratamento testemunha. Os frutos armazenados a 5°C, 10°C e 15°C, por 14 dias, e a 10°C por 21 dias, apresentavam luminosidade de 27,41, 26,61, 26,46, e 24,14, respectivamente (Figura 1B). O escurecimento nestes frutos iniciou-se ainda durante o armazenamento refrigerado e devido ao amadurecimento.

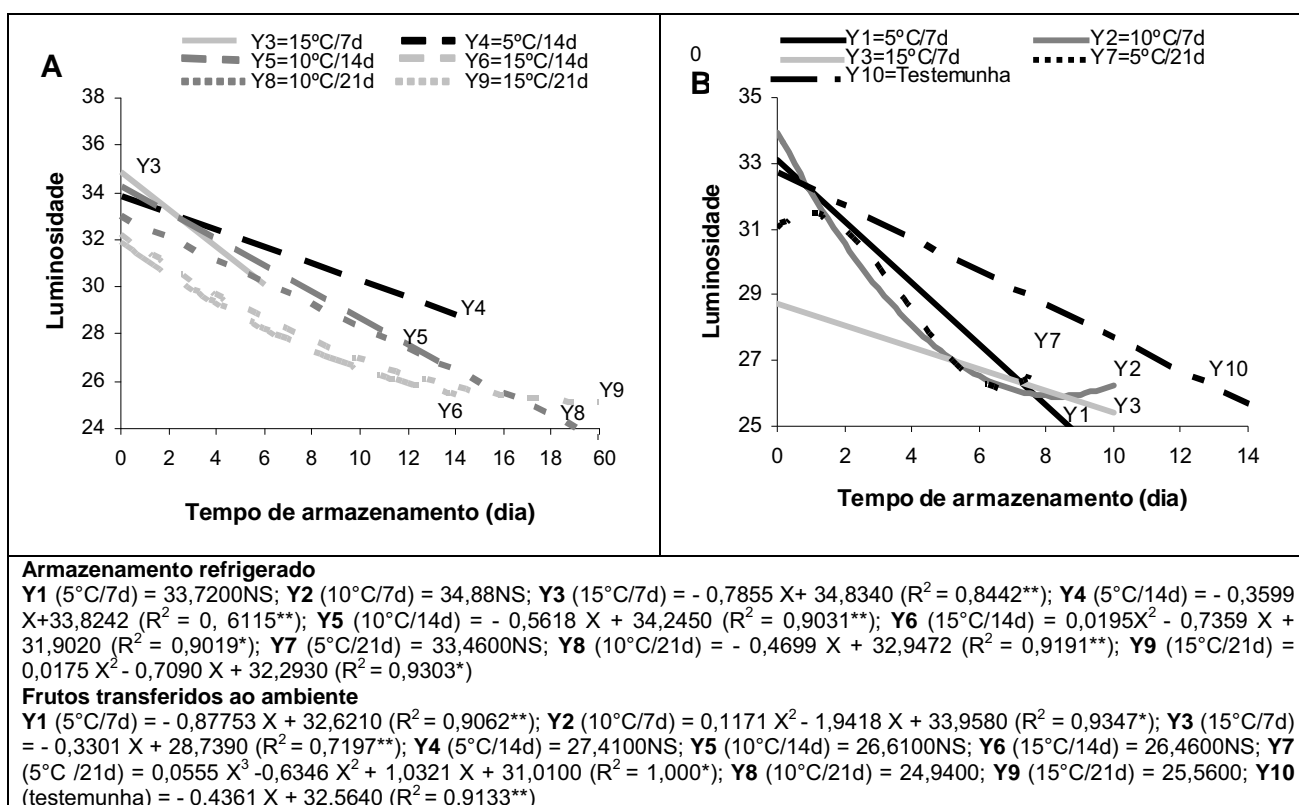


Figura 1. Variação na luminosidade da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O ângulo de cor, dos frutos armazenados a 5°C, 10°C e 15°C, por 7 dias, manteve-se em 132,17, 127,07, e 122,48, respectivamente. Quando armazenados por 14 dias, o ângulo manteve-se inalterado nos frutos armazenados a 5°C e a 10°C (5°C=127,78, 10°C=123,28), enquanto nos a 15°C houve aumento significativo. A manutenção dessa cor também foi observada nos frutos armazenados a 5°C por 21 dias, ou seja, 128,12. Nos armazenados a 10°C e 15°C, por 21 dias, a tendência foi de aumento (218) (Figura 2A). Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, esse ângulo aumentou nos frutos armazenados a 5°C por até 21 dias e nos a 15°C por 7 dias, a até 252, antes de sua redução (224-228) (Figura 2B).

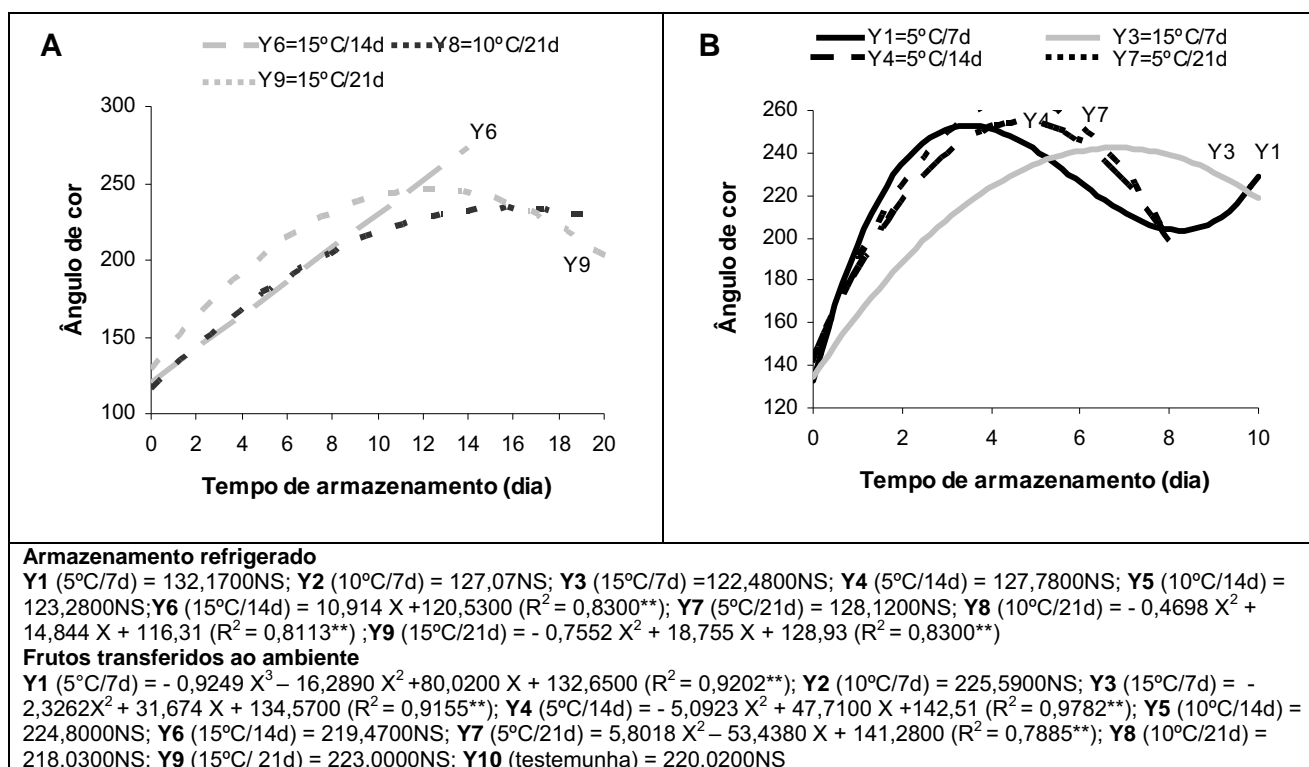


Figura 2. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O armazenamento a 5°C ou a 10°C por 7 dias, não levou a alterações na cromaticidade. Os frutos armazenados sob as outras condições, apresentaram redução

neste parâmetro com o tempo, evidenciando o escurecimento devido ao amadurecimento (Figura 3A).

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a cromaticidade reduziu-se nos frutos armazenados a 5°C (Cr=2,99-3,88) e nos armazenados a 10°C e 15°C, por 7 dias (Cr=3,65-5,06), assim como nos frutos da testemunha, indicando escurecimento. Após o armazenamento refrigerado por 14 e 21 dias, estes frutos não apresentaram modificações na cromaticidade durante o armazenamento ao ambiente, pois já estavam maduros (Figura 3B).

COSE et al. (2004) também verificaram que a coloração da casca de abacates 'Hass' muda de verde para púrpura e de púrpura para preto durante o amadurecimento, indicado por redução na luminosidade, no ângulo de cor e na cromaticidade, devido a redução nos teores de clorofila a e b e aumento no de antocianina.

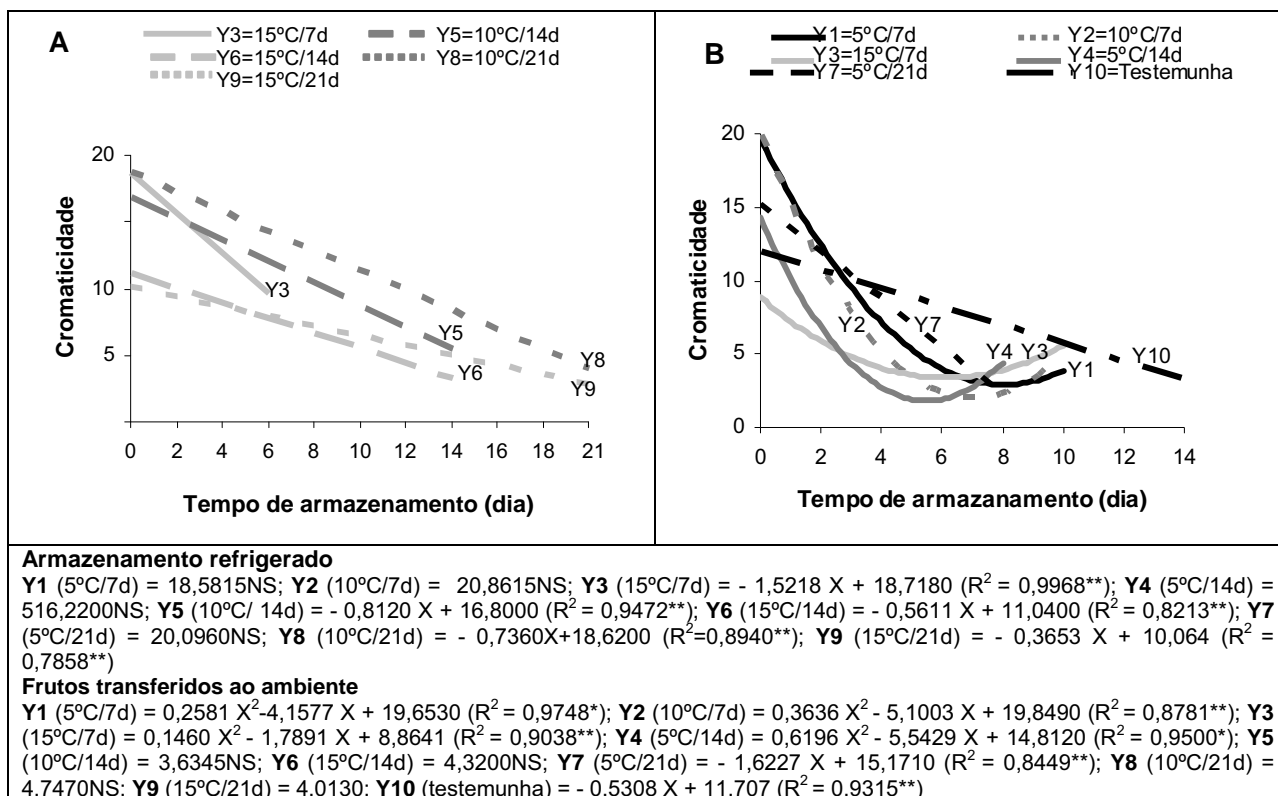


Figura 3. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Neste trabalho, os frutos perderam massa durante o armazenamento e esta perda foi tanto mais acentuada quanto maior a temperatura (Tabela 3), o que também foi observado por BOWER et al. (2003), que relataram perdas em abacates 'Pinkerton' armazenados por 30 dias, de 16,4% a 8°C, 13,3% a 5°C e 3,4% a 2°C, e por MORGADO (2007) que armazenou abacates 'Geada' e 'Quintal', em diferentes estádios de maturação, sob diferentes temperaturas.

Nos frutos armazenados a 5°C e a 10°C apresentaram perdas, que foram de até 3,32% e 9,83%, respectivamente, enquanto a 15°C, as perdas foram de até 16,32%, em 21 dias (Tabela 3). Perda de massa de 8,1% foi relatada por BLEINROTH et al. (1976), em frutos de diferentes variedades, armazenados a 7°C por 37 dias, e de 4% após 20 dias de armazenamento.

Tabela 3 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias.

| Tratamentos    | Y = A – BX         | r         | Teste t |
|----------------|--------------------|-----------|---------|
| 5°C / 7 dias   | 119,2160 – 0,2545X | -0,9984** | d       |
| 5°C / 14 dias  | 112,4675 – 0,1802X | -0,9980** | f       |
| 5°C / 21 dias  | 132,5559 – 0,2096X | -0,9990** | e       |
| 10°C / 7 dias  | 100,3752 – 0,6084X | -0,9985** | c       |
| 10°C / 14 dias | 117,3317 – 0,7687X | -0,9983** | b       |
| 10°C / 21 dias | 106,0775 – 0,5296X | -0,9943** | c       |
| 15°C / 7 dias  | 111,8996 – 0,9577X | -0,9984** | a       |
| 15°C / 14 dias | 131,5023 – 0,9158X | -0,9988** | a       |
| 15°C / 21 dias | 130,0925 – 1,0110X | -0,9939** | a       |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*\*significativo a 1% de probabilidade. No teste t equações seguidas de letras iguais não diferem entre si (P≤0,05)

A perda de massa pelos frutos submetidos aos diferentes tratamentos apresentou redução significativa na intensidade depois que eles foram transferidos ao ambiente, com os armazenados a 15°C por 14 dias apresentando as maiores intensidades de perdas (Tabela 4).

A firmeza dos frutos a 5°C manteve-se maior que 127,4N durante todo o período de armazenamento refrigerado, enquanto a dos mantidos a 10°C reduziu-se de >127,4N para 1,96N e a dos mantidos a 15°C, de >127,4N para 0,0N, como resultado do amadurecimento, e com rápida evolução nos frutos a 15°C (Tabela 5). ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também detectaram pequena evolução na perda de firmeza de frutos 'Hass' armazenados a 2°C e 5°C por 4 semanas, assim como MORGADO

(2007), em frutos de 'Geada' e 'Quintal', a 6-8°C. Variação significativa foi relatada por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) quando armazenaram abacates a 8°C, e MORGADO (2007), a 12-14°C.

Tabela 4 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Hass' transferidos ao ambiente, depois do armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tratamentos    | Y = A - BX         | r          | Teste t |
|----------------|--------------------|------------|---------|
| 5°C / 7 dias   | 118,1300 - 1,9920X | - 0,9910** | b       |
| 5°C / 14 dias  | 109,7070 - 1,8715X | - 0,9821*  | ab      |
| 5°C / 21 dias  | 128,2082 - 2,2564X | - 0,9896*  | ab      |
| 10°C / 7 dias  | 98,2272 - 2,3111X  | - 0,9473** | ab      |
| 10°C / 14 dias | 107,4366 - 2,4742X | - 0,9908** | ab      |
| 10°C / 21 dias | 96,0880 - 2,7320X  | - 0,9751*  | ab      |
| 15°C / 7 dias  | 109,4522 - 3,0630X | - 0,9024*  | ab      |
| 15°C / 14 dias | 120,5078 - 3,6606X | - 0,9743*  | a       |
| testemunha     | 119,8374 - 2,1179X | - 0,9728** | ab      |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*\*significativo a 1% de probabilidade. No teste t, equações seguidas de letras iguais não diferem entre si (P≤0,05)

Tabela 5 - Variação na firmeza (Newtons) em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias.

| Tempo (dia) | 5°C    | 10°C   | 15°C   |
|-------------|--------|--------|--------|
| 0           | >127,4 | >127,4 | >127,4 |
| 3           | >127,4 | >127,4 | 67,6   |
| 5           | >127,4 | 90,2   | 0,0    |
| 7           | >127,4 | 67,6   | 0,0    |
| 10          | >127,4 | 67,6   | 0,0    |
| 14          | >127,4 | 56,8   | 0,0    |
| 17          | >127,4 | 0,0    | 0,0    |
| 21          | >127,4 | 2,0    | 0,0    |

Após a transferência para condição ambiente, a firmeza dos abacates armazenados a 5°C, por 7, 14 e 21 dias, e a 10°C, por 7 e 14 dias, evoluiu de >127,4N-88,2N para até 0,0N, da mesma forma que os da testemunha. Os armazenados a 10°C, por 21 dias e a 15°C, apresentaram evolução muito pequena, pois o amadurecimento havia sido completado durante o armazenamento inicial. É importante ressaltar que os frutos armazenados a 10°C por 7 ou 14 dias, no dia da transferência ao ambiente, apresentavam com início de amadurecimento (Tabela 6). ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também relataram que o amadurecimento de abacates 'Hass',

armazenados a 5°C e 8°C, se iniciou durante este período, e se completou quando eles foram transferidos a 22°C.

A evolução da firmeza mostrada na Tabela 6 é uma indicação de que o amadurecimento dos frutos foi normal, o que foi também relatado por SHARON & KAHN (1979) em abacates 'Fuerte' armazenados a 17°C, depois de mantidos a 5°C, por 13 dias, ou a 2°C, por 14 dias. ZAUBERMAN et al. (1985) também relataram esta evolução em frutos a 20°C, depois de mantidos a 0, 2 e 5°C por 18 dias, assim como VIEIRA (1985), em frutos 'Clone II' transferidos ao ambiente, depois de armazenados a 0°C e 2°C por 2 e 4 semanas, respectivamente.

Tabela 6 - Variação na firmeza (Newtons) em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente (22°C,77%UR) depois do armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha)

| Tempo<br>(dia) | 5°C    |      |        | 10°C |      |     | 15°C |     |     | testemunha<br>(22°C,77%UR) |
|----------------|--------|------|--------|------|------|-----|------|-----|-----|----------------------------|
|                | 7      | 14   | 21     | 7    | 14   | 21  | 7    | 14  | 21  |                            |
| 0              | >127,4 | 89,2 | >127,4 | 90,2 | 89,2 | 2,0 | 0,0  | 0,0 | 0,0 | >127,4                     |
| 2              | 17,6   | 18,6 | 14,7   | 4,9  | 17,6 | 2,0 | 0,0  | 0,0 | 0,0 | -                          |
| 3              | -      | -    | -      | -    | -    | -   | -    | -   | -   | 85,3                       |
| 4              | 3,9    | 2,0  | 2,9    | 0,0  | 0,0  | 1,0 | 0,0  | 0,0 | -   | -                          |
| 6              | 3,9    | 0,0  | 1,0    | 1,0  | 0,0  | 0   | 0,0  | 0,0 | -   | -                          |
| 7              | -      | -    | -      | -    | -    | -   | -    | -   | -   | 38,2                       |
| 8              | 0,0    | 6,9  | 2,0    | 0,0  | 0,0  | -   | 0,0  | 0,0 | -   | -                          |
| 9              | -      | -    | -      | -    | -    | -   | -    | -   | -   | 2,0                        |
| 10             | 0,0    | -    | -      | 0,0  | -    | -   | 0,0  | -   | -   | 0,0                        |
| 13             | -      | -    | -      | -    | -    | -   | -    | -   | -   | 0,0                        |
| 16             | -      | -    | -      | -    | -    | -   | -    | -   | -   | 0,0                        |
| 18             | -      | -    | -      | -    | -    | -   | -    | -   | -   | 0,0                        |

A luminosidade da polpa dos frutos mantidos a 5°C e a 10°C manteve-se em 82,76 e 80,88, respectivamente, enquanto a 15°C declinou linearmente com o tempo, atingindo L=76,50, no 21º dia (Figura 4A), devido ao processo de senescência. Estes resultados estão de acordo com MORGADO (2007), que relatou a evolução deste parâmetro em frutos a 6-8°C e a 12-14°C.

Após transferência dos frutos para condição ambiente, a luminosidade da polpa dos armazenados a 5°C por 7, 14 e 21 dias manteve-se em 80,58, 80,83 e 81,55, respectivamente. A manutenção da luminosidade também foi observada nos frutos armazenados a 10°C por 21 dias (76,45) e nos frutos da testemunha (79,15) (Figura

4B). SHARON & KAHN (1979) detectaram maior escurecimento potencial, na polpa dos frutos armazenados a 17°C, depois de submetidos a 5°C por 13 dias e a 2°C por 14 dias, em relação aos do controle, ou amadurecidos a 17°C. Nas demais temperaturas por diferentes períodos, observou-se escurecimento da polpa, com destaque para os frutos armazenados a 15°C, por 14 dias, e devido a evolução do amadurecimento e início da senescência (Figura 4B).

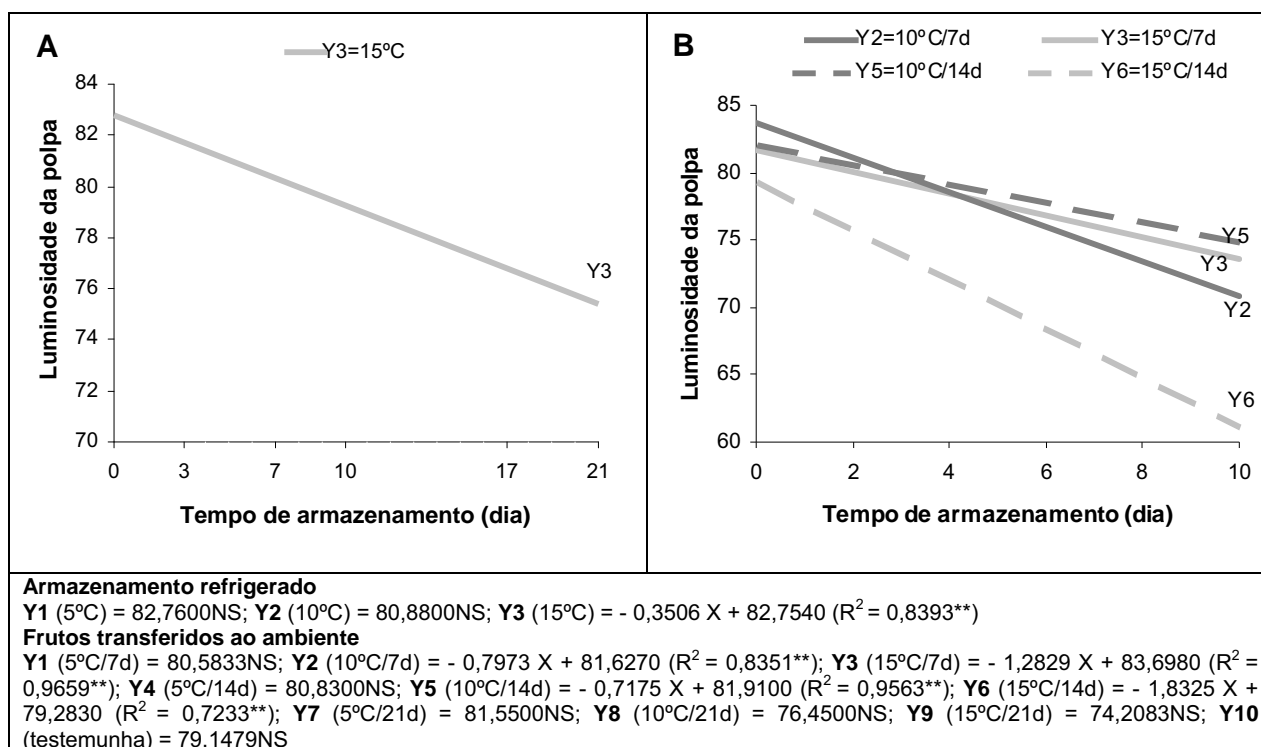


Figura 4. Variação na luminosidade da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O ângulo de cor da polpa dos frutos armazenados a 5°C e 10°C, reduziu-se de 106,44-107,77 para 103,89, em 21 dias (Figura 5A), indicando que ela ficou mais amarelada. Nos frutos armazenados a 15°C, o ângulo de cor se manteve em 110,71, ou amarelo esverdeado. MORGADO (2007) não observou esta evolução na polpa de abacates 'Geada' a 6-8°C, mas a observou nos a 12-14°C.

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, o ângulo de cor da polpa dos frutos armazenados a 10°C e 15°C por 7 dias, declinou a partir do 2º- 4º dia, ou seja, a polpa tornou-se mais amarelada, o que também ocorreu nos frutos da testemunha, cuja redução foi linear. Não foi observado alteração no ângulo de cor da polpa dos frutos armazenados a 5°C por 7, 14, e 21 dias (105,05 a 105,79), e nos armazenados a 10°C e 15°C, por 14 dias (104,56). Nos frutos armazenados a 10°C e 15°C por 21 dias, apesar do reduzido número de observações, a tendência foi de redução (Figura 5B).

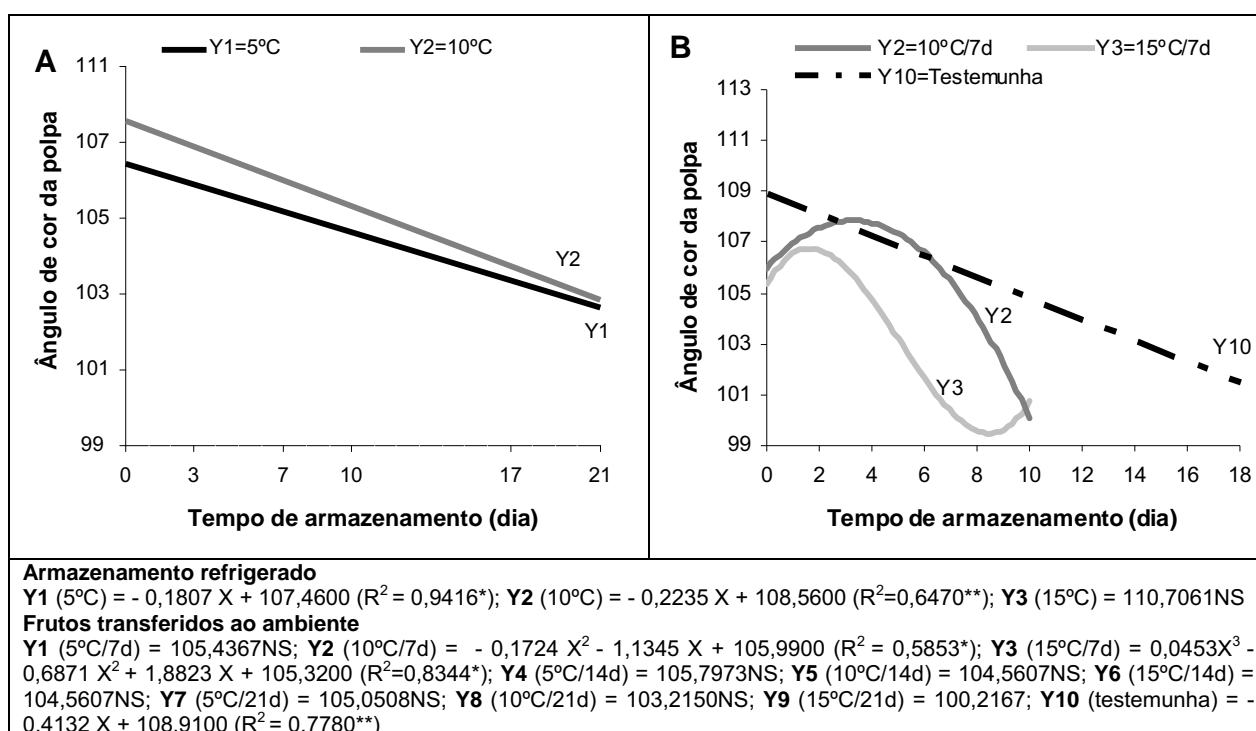


Figura 5. Variação no ângulo de cor da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A cromaticidade da polpa apresentou variação, independente da temperatura de armazenamento. A 5°C, aumentou até o 8º dia (Cr=45,48), para depois se reduzir (Cr=35,98). Nas outras temperaturas, ela se reduziu com o tempo (Figura 6A). Depois da transferência para o ambiente, não foram detectadas alterações na cromaticidade da polpa dos frutos, nos diferentes tratamentos (Cr=35,34), indicando manutenção da

tonalidade da mesma, o que também ocorreu nos frutos da testemunha. Nos armazenados a 5°C por 14 dias, esta cromaticidade diminuiu (Figura 6B).

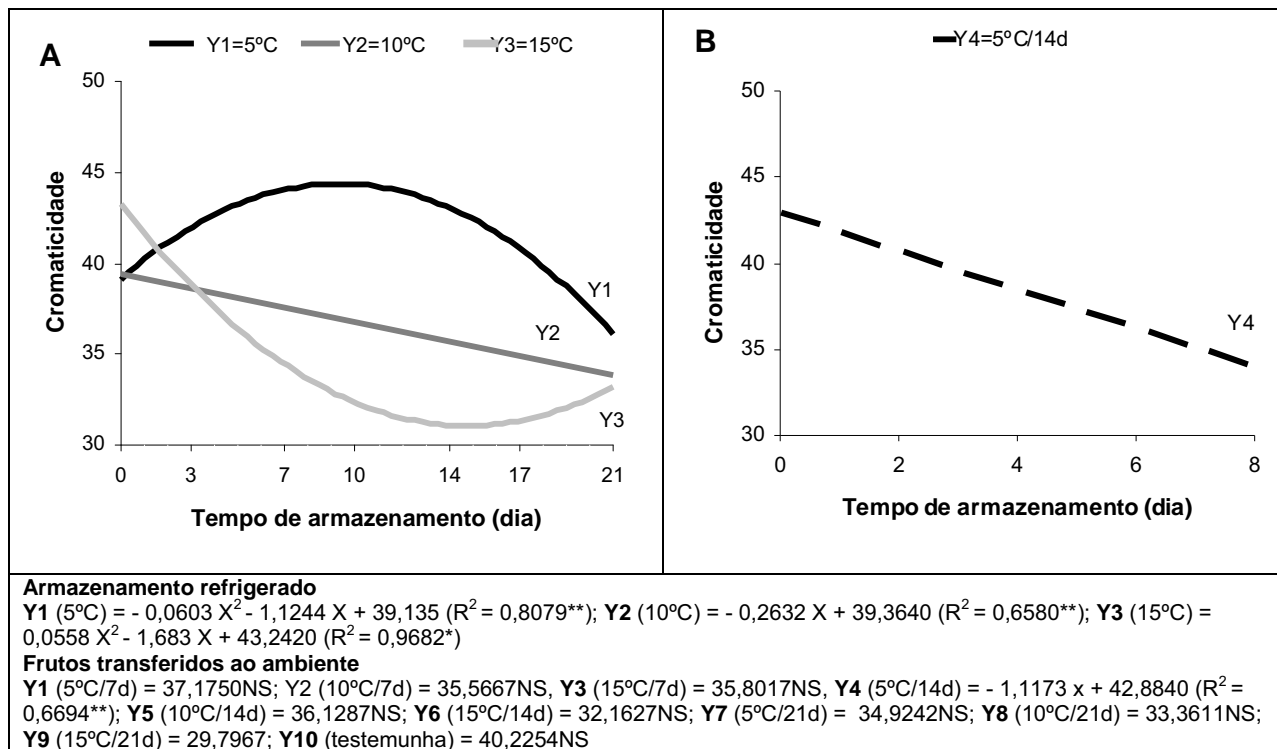


Figura 6. Variação na cromaticidade da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente, assim como em frutos armazenados ao ambiente, testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Os abacates amadurecidos foram avaliados por analistas, que observaram que todos os frutos apresentaram polpa com aparência aceitável ( $\text{nota} \geq 5$ ), com exceção dos mantidos a 15°C por 21 dias, devido ao avançado estágio de amadurecimento (Figura 7), o que também foi observado por SHARON & KAHN (1979), em abacates 'Fuerte'.

Os frutos mantidos a 5°C não apresentaram manchas escurecidas na polpa ou escurecimento vascular, ou seja, sintomas de injúrias pelo frio, quando transferidos ao ambiente. Estes sintomas foram relatados por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), em abacates 'Hass', a 22°C, depois de mantidos a 5°C por 4 semanas, e por VIEIRA (1985), em Clone II, ao ambiente, após armazenamento por 4 semanas a 4°C.

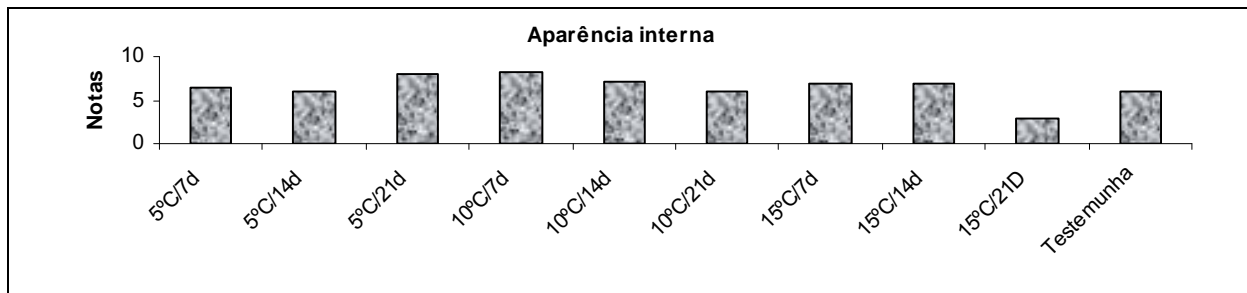


Figura 7. Avaliação sensorial da aparência da polpa de frutos 'Hass' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 8 dias, depois do armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

A acidez titulável dos frutos a 5°C aumentou até o 21º dia, de 0,091g.100g<sup>-1</sup> para 0,151 g.100g<sup>-1</sup>, enquanto nos mantidos a 15°C aumentou até o 14º dia, 0,173 g.100g<sup>-1</sup>, reduzindo-se após este período (0,161 g.100g<sup>-1</sup>). No armazenamento a 10°C, os teores se mantiveram ao longo do tempo, 0,144g.100g<sup>-1</sup> (Figura 8A), o que também foi relatado por MORGADO (2007) em abacates 'Quintal' armazenados a 12-14°C.

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, nos armazenados a 5°C, 10°C e 15°C por 7 dias, e a 5°C por 14 dias, a acidez titulável da polpa apresentou aumento inicial (0,222g.100g<sup>-1</sup>), seguido de redução (0,107 g.100g<sup>-1</sup>), entre o 4º e 6º dia, nos armazenados por 7 dias e a partir do 2º dia, nos armazenados por 14 dias. Nos da testemunha, o comportamento foi parecido, com redução a partir do 12º dia (0,172g.100g<sup>-1</sup>) (Figura 8B). Esse comportamento também foi observado por SANCHES (2006), que armazenou abacates 'Hass' a 25°C, e foi explicado pelo aumento na taxa respiratória, típico do climatérico, seguido de redução, como consequência do amadurecimento e senescência.

A acidez dos frutos inicialmente armazenados a 10°C e 15°C, por 14 dias, apresentou tendência de redução, até o 8º dia para os mantidos a 10°C e até o 4º dia para os a 15°C (Figura 8B). Nestas datas, os valores eram 0,123 g.100g<sup>-1</sup> e 0,098 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes frutos iniciaram o amadurecimento durante o armazenamento a 10°C e a 15°C, e quando foram transferidos ao ambiente já se encontravam em estágio avançado de maturação e início da senescência, o que pode ter resultado em declínio na acidez.

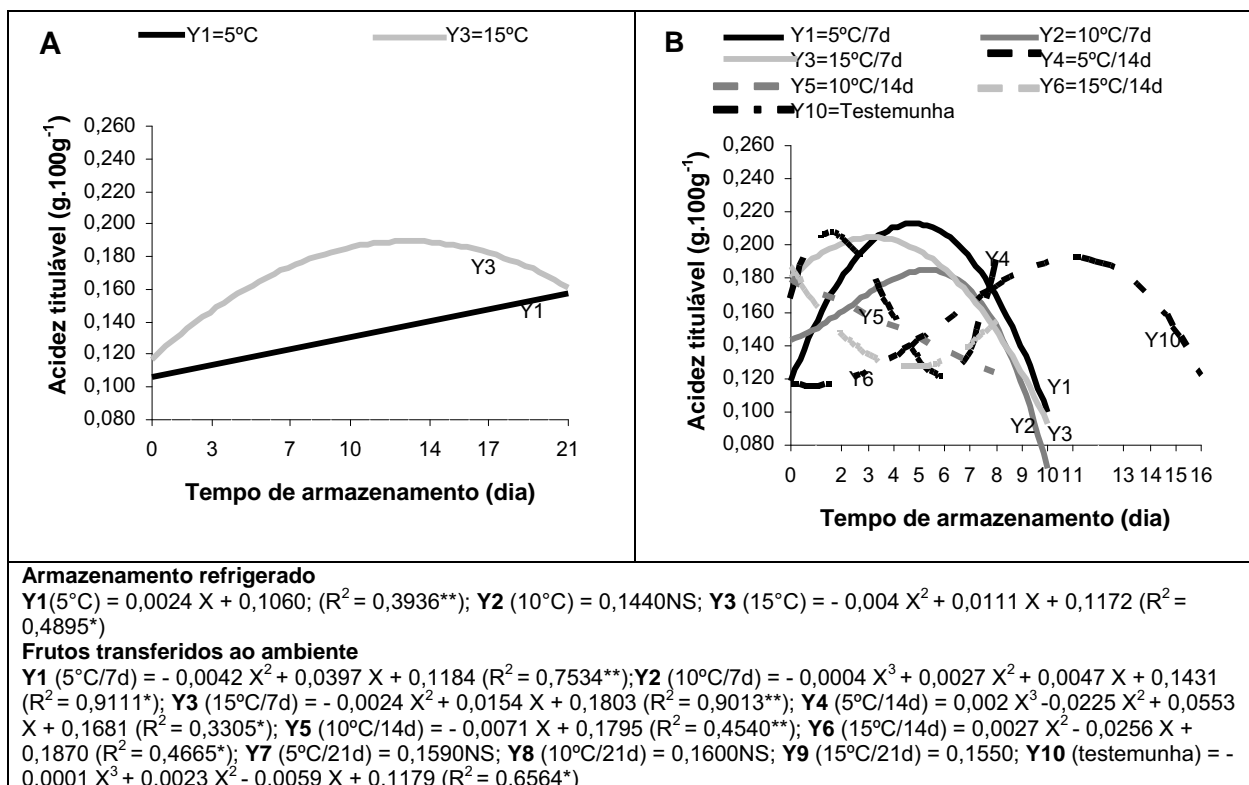


Figura 8. Acidez titulável na polpa de abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O armazenamento a 5°C não afetou os teores de sólidos solúveis (6,59°Brix), mas a 10°C e a 15°C levou a aumento nestes teores, até o 13º (9,13°Brix no 14º dia) e o 15º dia (10,6°Brix), respectivamente, antes de redução até o 21º dia (8,3°Brix), como resultado da evolução do amadurecimento (Figura 9A). Resultados semelhantes foram encontrados por MORGADO (2007), em frutos de 'Geada' armazenados a 6-8°C e a 12-14°C.

Depois de transferidos ao ambiente, os teores, nos frutos armazenados a 5°C por 7 dias, permaneceram constantes (8,45°Brix), porém, os armazenados por 14 e 21 dias apresentaram aumento para 9,77°Brix. A 10°C e 15°C os frutos mantiveram-se com teores inalterados quando mantidos por 7 dias (8,30°Brix), assim como os armazenados a 10°C por 21 dias. O armazenamento a 10°C por 14 dias levou a redução nestes teores, o que também foi observado nos frutos a 15°C, por 14 dias (8,33°Brix). Os frutos

da testemunha mantiveram seus teores estáveis durante este período, 8,27°Brix (Figura 9B).

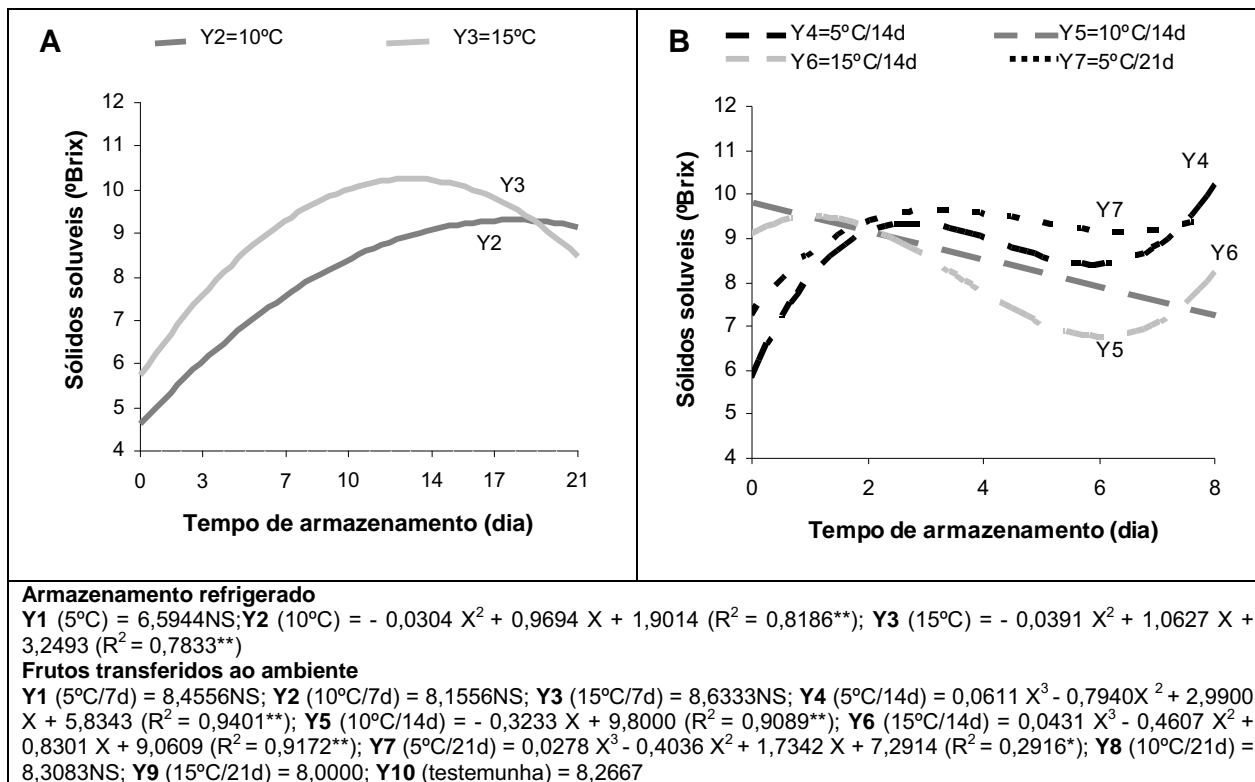


Figura 9 . Sólidos solúveis na polpa de abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A porcentagem de óleo ou extrato etéreo nos abacates armazenados a 5°C e a 15°C variaram entre 22,0% e 26,0%, enquanto que nos a 10°C, entre 24,0% e 25,0% (Figura 10). Transferidos a condição ambiente, a porcentagem de extrato etéreo nos frutos armazenados a 5°C foi de 21,0% a 28,0%, nos mantidos a 10°C, foi de 22,0%, a 27,0%, e nos a 15°C foi 22,0% a 30,0%. Nos da testemunha este teor foi de 25,0%.

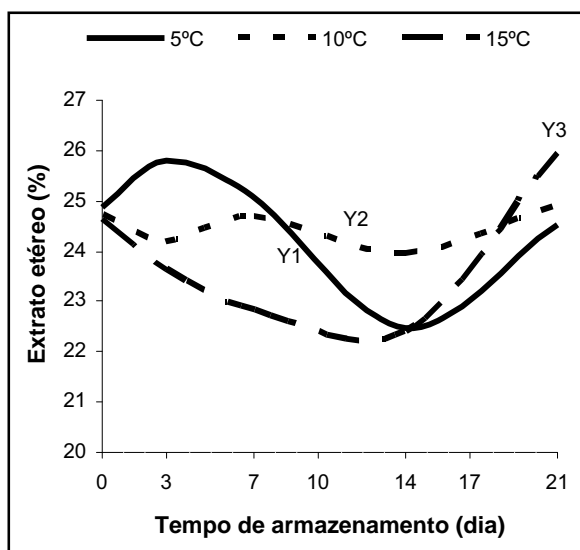


Figura 10 . Teor de óleo na polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 5°C, 10°C e 15°C por 21 dias.

Este experimento permite deixar observado que abacates 'Hass' quando armazenados a 5°C, por até 21 dias, mantiveram a boa qualidade por até 6 dias quando transferidos ao ambiente. O armazenamento a 10°C e a 15°C permitiu o amadurecimento em até 20 e 16 dias, respectivamente, que depois de transferidos ao ambiente conservaram-se por até 6 dias, sem qualquer indicação de injúria pelo frio.

#### 4.1.2 Abacate 'Hass' (Experimento II)

Como não foi detectado sintomas de injúrias pelo frio em abacates 'Hass', armazenados a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias, outro experimento foi elaborado com o intuito de se testar o efeito de temperaturas a 4°C e 1±0,5°C, na qualidade deste abacate. A aparência dos frutos a 1±0,5°C evoluiu de ótima (nota=5) para regular (nota=3) em 15 dias, tornando-se ruim (nota=2) em 30 dias, e péssima (nota=1) em 45 dias, devido ao escurecimento. A aparência dos armazenados a 4°C permaneceu ótima (nota=5), ou boa (nota=4) ao longo de todo o período de armazenamento (Tabela 7), confirmando o observado no Experimento I. Bower et al (2003) detectaram que abacates 'Pinkerton', armazenados a 5°C, apresentaram efeito semelhante na aparência.

Tabela 7 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 4°C por até 45 dias.

| Tempo<br>(dia) | 1±0,5°C |    |    | 4°C |    |    |
|----------------|---------|----|----|-----|----|----|
|                | 15      | 30 | 45 | 15  | 30 | 45 |
| 0              | 5       | 5  | 5  | 5   | 5  | 5  |
| 15             | 3       | 3  | 3  | 4   | 5  | 5  |
| 30             | -       | 3  | 2  | -   | 5  | 5  |
| 45             | -       | -  | 1  | -   | -  | 4  |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

O escurecimento observado pode ser atribuído a sintomas de injúrias pelo frio, segundo caracterização de CHITARRA & CHITARRA (2005). Esses sintomas se manifestaram, inicialmente como manchas amarronzadas que se tornaram escurecidas e coalesceram. Nos abacates armazenados a 4°C, essas manchas apareceram com tamanho menor, não sendo tão visíveis.

O armazenamento a 5°C, segundo ZAUBERMAN et al. (1985), não causou esse dano em abacates 'Fuerte' estocados por 18 dias, o que também foi relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), em frutos 'Hass', armazenados por 4 semanas. No entanto, BLEINROTH et al. (1977) detectaram injúrias em 'Fuerte', após 7 dias a 5°C, e BOWER et al. (2003), em frutos da 'Pinkerton', armazenados a 2°C, 5,5°C e 8°C, e em 'Fuerte', a 2°C.

Depois de transferidos a condições de ambiente, a aparência dos frutos mantidos a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por até 30 dias manteve-se aceitável (nota=3), por 8-10 dias. Com o prolongamento do armazenamento refrigerado (45 dias), levou o aparecimento de frutos com injúrias na casca (Tabela 8).

A aparência dos frutos transferidos ao ambiente, depois de mantidos a  $4^{\circ}\text{C}$ , manteve-se aceitável (nota $\geq 3$ ) por até 12 dias, período que é maior do que o relatado no primeiro experimento. A aparência dos frutos foi tanto mais prejudicada quanto maior o período de armazenamento refrigerado, pois os danos pelo frio levam à senescência precoce (HONÓRIO & MORETTI, 2002). A aparência dos frutos da testemunha, manteve-se aceitável por até 22 dias (Tabela 8).

Tabela 8 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), depois de armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias, ou a  $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR.

| Tempo<br>(dia) | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ |    |    | $3-5^{\circ}\text{C}$ |    |    | testemunha<br>( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR) |
|----------------|----------------------------|----|----|-----------------------|----|----|---|
|                | 15                         | 30 | 45 | 15                    | 30 | 45 |   |
| 0              | 3                          | 3  | 2  | 5                     | 5  | 4  | 5   |
| 2              | 3                          | 3  | 2  | 4                     | 4  | 3  | 5   |
| 4              | 4                          | 3  | 2  | 4                     | 4  | 3  | 5   |
| 6              | 3                          | 3  | 2  | 4                     | 4  | 3  | 4   |
| 8              | 3                          | 3  | 2  | 4                     | 4  | 3  | 4   |
| 10             | 2                          | 3  | -  | 4                     | 4  | -  | 4   |
| 12             | 2                          | 2  | -  | 4                     | 3  | -  | 4   |
| 14             | 2                          | 2  | -  | 3                     | 2  | -  | 4   |
| 16             | -                          | -  | -  | -                     | -  | -  | 4   |
| 18             | -                          | -  | -  | -                     | -  | -  | 3   |
| 20             | -                          | -  | -  | -                     | -  | -  | 3   |
| 22             | -                          | -  | -  | -                     | -  | -  | 3   |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Os frutos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e a  $4^{\circ}\text{C}$  não apresentaram alterações na luminosidade quando armazenados por 15 dias, porém, por períodos mais extensos, ela diminuiu linearmente com o tempo, indicando escurecimento, que foi mais acentuado nos frutos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias (Figura 11A). Esse escurecimento não foi observado no Experimento I, em que os abacates 'Hass' foram armazenados a  $5^{\circ}\text{C}$  por até 21 dias.

Assim como ocorreu nos frutos da testemunha, a luminosidade diminuiu durante o armazenamento ao ambiente, indicando escurecimento, exceto nos frutos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, cuja luminosidade permaneceu estável em

L=30,24. Os frutos armazenados sob refrigeração já se apresentavam mais escuros que os da testemunha, no início do armazenamento (Figura 11B). Essa tendência também foi observada no Experimento I, com abacates 'Hass'.

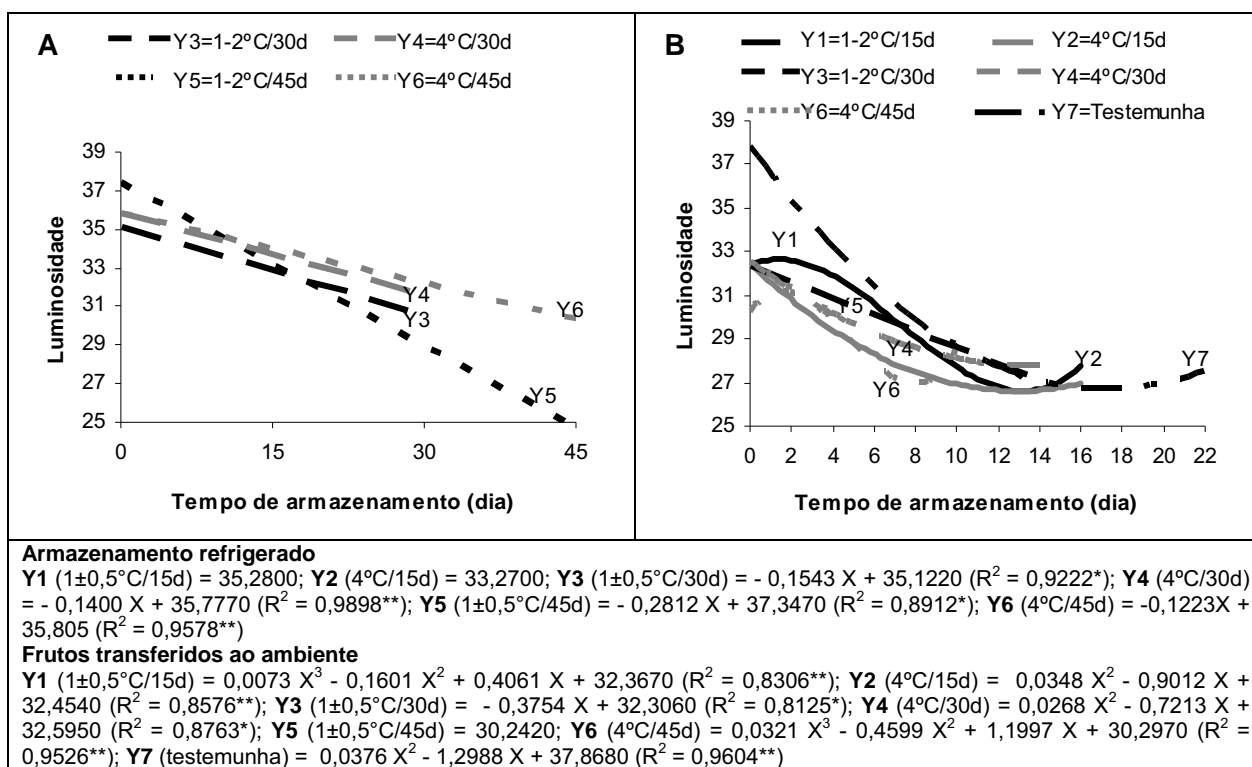


Figura 11. Variação na luminosidade da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 1±0,5°C e 4°C por até 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Assim como ocorreu no Experimento I, o ângulo de cor dos frutos mostrou-se inalterado quando eles permaneceram armazenados por até 30 dias ( $h^{\circ}=131,62$ ), cujo prolongamento do armazenamento levou a aumento nos valores (Figura 12A).

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, o ângulo de cor não se modificou nos mantidos a 1±0,5°C ( $h^{\circ}=229,93-242,70$ ), independentemente do período de armazenamento sob refrigeração, porém, nos armazenados a 4°C, por até 30 dias, ele aumentou de 131,11 para 257,05 até o 8-12º dia ao ambiente, para depois diminuir a até 234,38. Esta evolução não foi observada nos frutos armazenados a 4°C por 45

dias, cujos valores permaneceram em  $h^{\circ}=242,52$ , e nos da testemunha, que apresentaram aumento linear, a até  $h^{\circ}=239,10$  (Figura 12B). Tendência de aumento também foi detectada no Experimento I quando os frutos foram mantidos a  $5^{\circ}\text{C}$  por até 21 dias.

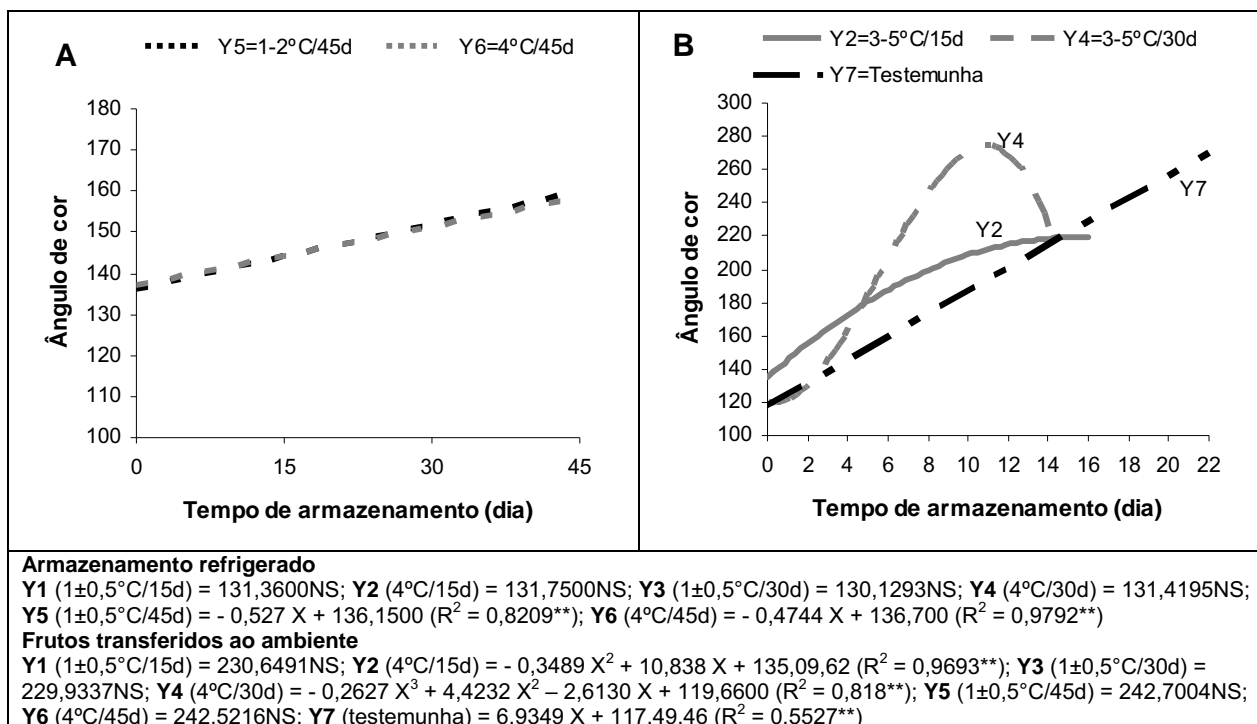


Figura 12. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A cromaticidade aumentou durante os primeiros 15 dias de armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e a  $4^{\circ}\text{C}$ , seguido de redução (Figura 13A). No Experimento I, os valores mantiveram-se inalterados durante todo o período de armazenamento a  $5^{\circ}\text{C}$ .

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a cromaticidade diminuiu, assim como ocorreu nos frutos da testemunha (Figura 13B). Este comportamento também foi observado no Experimento I com abacates 'Hass'.

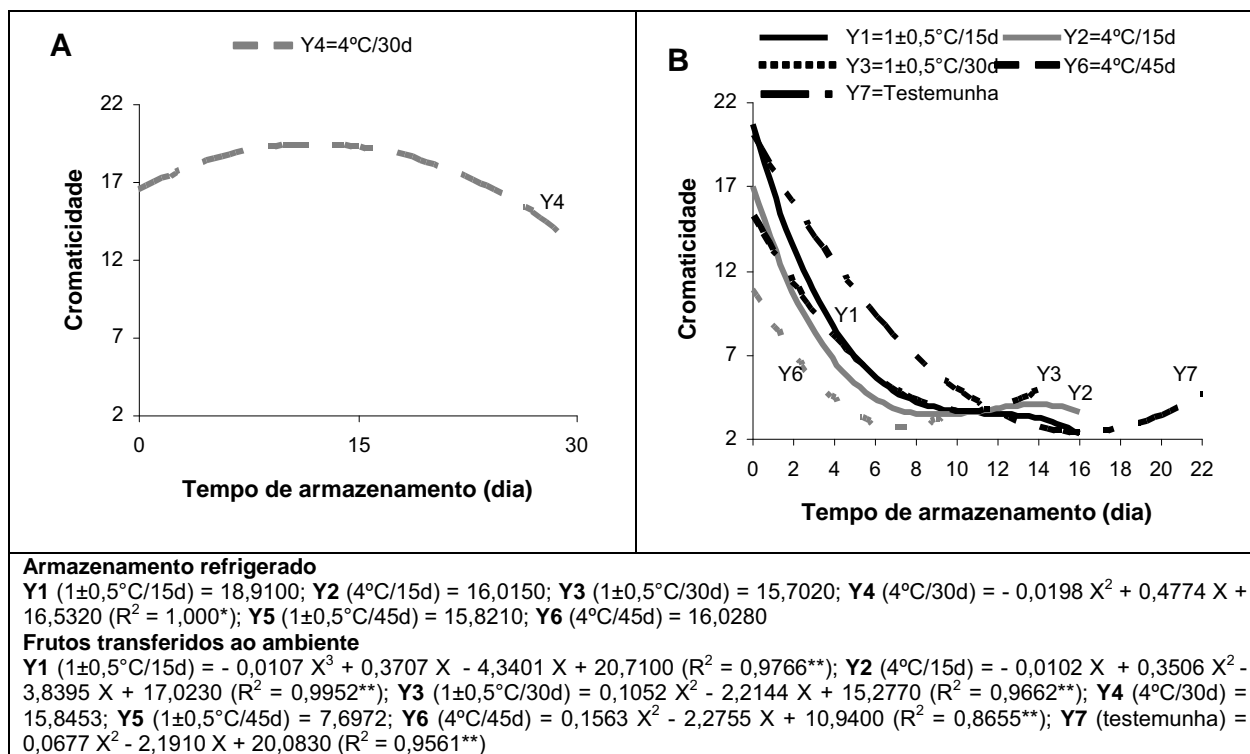


Figura 13. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 1±0,5°C e 4°C por até 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A redução na luminosidade da casca dos frutos armazenados sob refrigeração reflete seu escurecimento, ocasionado por alteração metabólica dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005), enquanto que a apresentada durante o armazenamento ao ambiente é atribuído ao amadurecimento.

Diminuição na luminosidade e na cromaticidade, durante o amadurecimento de abacates 'Hass', também foi relatada por COSE et al. (2004). Verificaram que a coloração da casca passa de verde para púrpura e de púrpura para preto e que os pigmentos clorofila a e b diminuem enquanto que o de antocianina aumenta.

A perda de massa foi linear durante o tempo de armazenamento refrigerado, chegando a 2,98% nos frutos armazenados a 1±0,5°C e a 1,76%, nos a 4°C (Tabela 9). Após transferidos ao ambiente, a perda de massa fresca continuou linear nos frutos de todos os tratamentos, inclusive nos da testemunha. Neste período, os armazenados a 1±0,5°C, por 15 dias, apresentaram a maior intensidade de perda e os a 4°C, por 15

dias, a menor (Tabela 10). Esse comportamento também foi o observado em abacates 'Hass', no Experimento 1, o que vem ao encontro do relatado por BOWER et al. (2003), MORGADO (2007), BLEINROTH et al. (1976; 1977). BOWER et al. (2003) relataram que os sintomas de injúrias pelo frio podem ser intensificados quando não se controla a desidratação dos tecidos.

Tabela 9 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Hass' durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e a  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias.

| Tratamentos                          | Equações                | R <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------|
| $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 30 dias | $Y = 99,975 - 0,1014 X$ | 0,9992**       |
| $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 45 dias | $Y = 99,965 - 0,0655 X$ | 0,9963**       |
| $4^{\circ}\text{C}$ / 30 dias        | $Y = 100,04 - 0,0956 X$ | 0,9986**       |
| $4^{\circ}\text{C}$ / 45 dias        | $Y = 99,917 - 0,0372 X$ | 0,9952**       |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

Tabela 10 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente, depois de armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias, ou a  $22^{\circ}\text{C}$  (testemunha).

| Tratamentos                          | Equações                  | R <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------|
| $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 15 dias | $Y = 100,3200 - 0,7349 X$ | 0,9945**       |
| $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 30 dias | $Y = 99,4400 - 0,5688 X$  | 0,9966**       |
| $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 45 dias | $Y = 100,3700 - 0,5942 X$ | 0,9952**       |
| $4^{\circ}\text{C}$ / 15 dias        | $Y = 99,9370 - 0,5104 X$  | 0,9986**       |
| $4^{\circ}\text{C}$ / 30 dias        | $Y = 100,4100 - 0,6435 X$ | 0,9779**       |
| $4^{\circ}\text{C}$ / 45 dias        | $Y = 99,9640 - 0,6141 X$  | 0,9992*        |
| testemunha                           | $Y = 99,5350 - 0,5191 X$  | 0,9973**       |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

O armazenamento dos frutos a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  levou-os a ter polpa com aparência ótima (nota=5) por até 30 dias, que evoluiu para regular (nota=3) em 45 dias, devido ao aparecimento de manchas escuras, enquanto os armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$  mantiveram-na ótima (nota=5) ao longo de todo o período (Tabela 11).

Tabela 11 – Variação na aparência\* da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por 45 dias.

| Tempo (dia) | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ | $4^{\circ}\text{C}$ |
|-------------|----------------------------|---------------------|
| 0           | 5                          | 5                   |
| 15          | 5                          | 5                   |
| 30          | 5                          | 5                   |
| 45          | 3                          | 5                   |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Quando transferidos ao ambiente, a aparência da polpa dos frutos, tanto a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  como a  $4^{\circ}\text{C}$  manteve-se aceitável (nota=3) por períodos de 3 a 12 dias. A

evolução da aparência de ótima ou boa (nota=5 ou 4) para ruim ou péssima (nota=2 ou 1) ocorreu mais rapidamente nos frutos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e com o prolongamento do armazenamento refrigerado (Tabela 12).

Tabela 12 – Variação na aparência da polpa em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias, ou a  $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ |    |    | $4^{\circ}\text{C}$ |    |    | testemunha<br>( $22^{\circ}\text{C}$ ) |
|----------------|----------------------------|----|----|---------------------|----|----|--|
|                | 15                         | 30 | 45 | 15                  | 30 | 45 |  |
| 0              | 5                          | 5  | 3  | 5                   | 5  | 5  | 5                                      |
| 2              | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 5                                      |
| 3              | 5                          | 5  | 3  | 5                   | 5  | 3  | -                                      |
| 4              | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 5                                      |
| 6              | 5                          | 2  | 2  | 5                   | 5  | 2  | 5                                      |
| 8              | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 5                                      |
| 9              | 3                          | 4  | 2  | 4                   | 5  | 2  | -                                      |
| 10             | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 5                                      |
| 12             | 3                          | 1  | -  | 4                   | 3  | -  | 5                                      |
| 14             | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 4                                      |
| 15             | 2                          | -  | -  | 2                   | -  | -  | -                                      |
| 16             | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 4                                      |
| 18             | 2                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 4                                      |
| 20             | -                          | -  | -  | -                   | -  | -  | 2                                      |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

A luminosidade da polpa dos frutos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  manteve-se praticamente inalterada até o 30º dia ( $L=82,20$ ). Após esse período, estes valores reduziram-se, de 82,14 para 74,88, indicando escurecimento, o que não ocorreu nos frutos armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$ , cuja luminosidade manteve-se em 82,14 (Figura 14A). A manutenção da luminosidade dos frutos armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$  também foi observada em abacates 'Hass' armazenados a  $5^{\circ}\text{C}$  por 21 dias.

A luminosidade da polpa dos frutos submetidos a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , reduziu-se quando foram transferidos ao ambiente, de  $L=79,58$  para  $L=61,92$ , indicando escurecimento, o que também ocorreu com os frutos da testemunha a partir do 8º dia e nos frutos armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$  por 30 ou 45 dias (Figura 14B). Estes resultados confirmam o relatado por SHARON & KAHN (1979), que detectaram maior escurecimento em frutos armazenados a  $17^{\circ}\text{C}$ , depois de submetidos a baixas temperaturas ( $5^{\circ}\text{C}$  por 13 dias +  $2^{\circ}\text{C}$  por 14 dias). Esse comportamento não foi observado no Experimento I, quando a luminosidade se manteve inalterada durante o armazenamento por até 21 dias,

indicando que a temperatura de 5°C se mostrou injuriante quando utilizada por períodos extensos.

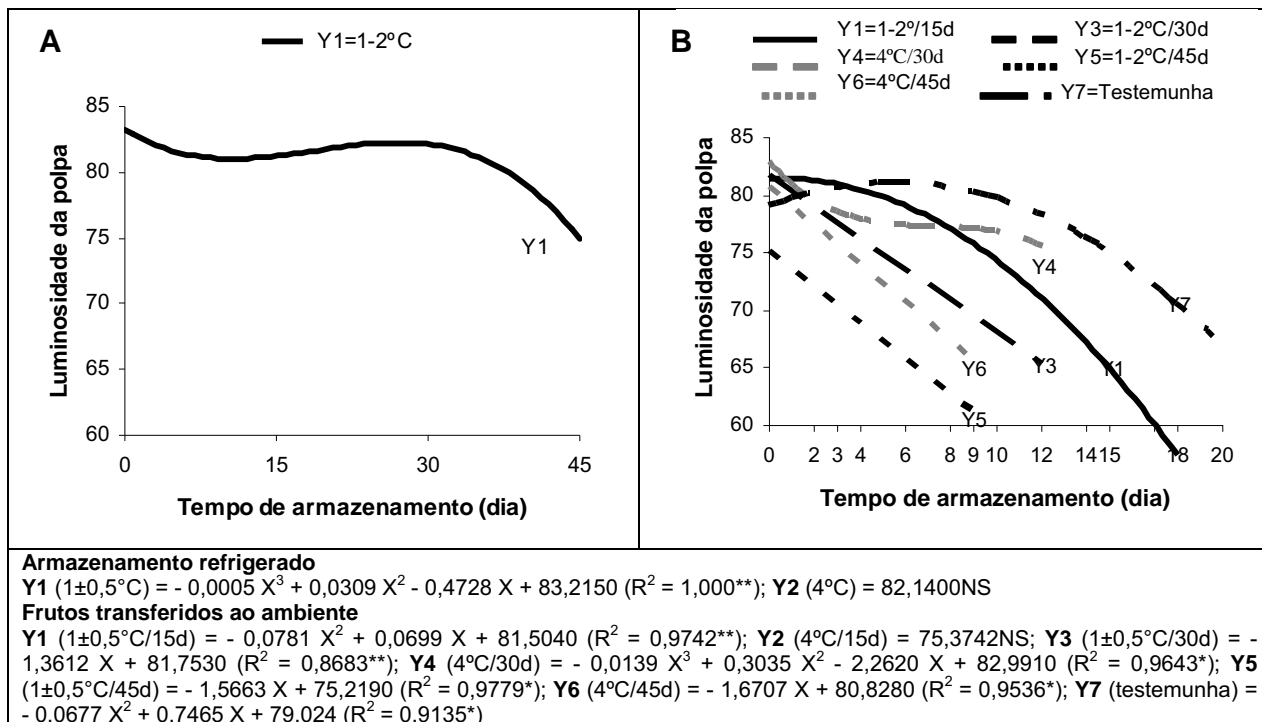


Figura 14. Variação na luminosidade da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 1±0,5°C e 4°C por até 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também detectaram escurecimento na polpa de abacates 'Hass' armazenados a 22°C, depois de armazenados a 5°C por 4 semanas, assim como VIEIRA (1985), em frutos do Clone II, armazenados a 16-24°C, depois de mantidos a 4°C por 4 semanas.

CHITARRA & CHITARRA (2005) explicam que o escurecimento da polpa de frutos submetidos a refrigeração injuriante ocorre devido a oxidação enzimática de fenóis, em que os monofenóis são convertidos a difenóis e estes em ortoquinonas que são polimerizadas formando melaninas, responsáveis pela coloração escura dos tecidos.

O ângulo de cor da polpa não se modificou com o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ou a  $4^{\circ}\text{C}$ , mantendo-se em  $h^{\circ}=108,71$  e  $h^{\circ}=146,26$ , respectivamente. Estes valores caracterizam polpa mais esverdeada nos frutos armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$ .

Assim como ocorreu no Experimento I, os abacates 'Hass', quando transferidos ao ambiente, não apresentaram mudança no ângulo de cor da polpa ( $h^{\circ}=107,84$ ), com exceção dos frutos da testemunha e dos mantidos a  $4^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, cuja polpa se tornou mais amarelada,  $h^{\circ}=102,66$  (Figura 15).

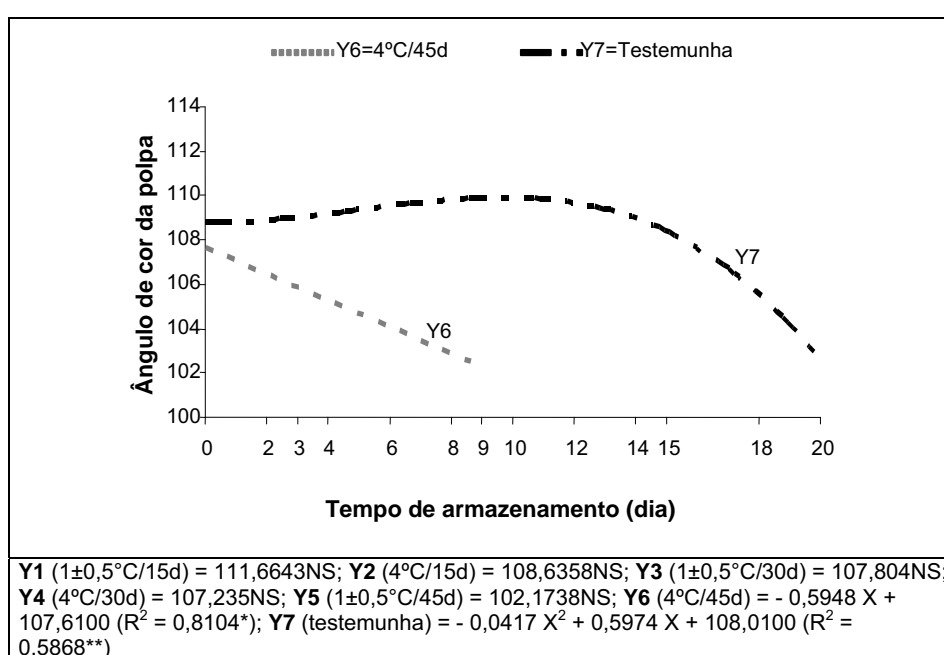


Figura 15. Variação no ângulo de cor da polpa em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR) depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias ou a  $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR (testemunha). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A cromaticidade da polpa dos frutos mantidos a  $4^{\circ}\text{C}$  também não se alterou ( $\text{Cr}=41,53$ ), mas se reduziu linearmente nos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , de 43,50 para 39,21 (Figura 16A). Esses resultados não confirmam o observado no Experimento I, em que ela aumentou nos frutos armazenados a  $5^{\circ}\text{C}$ , para depois diminuir. Quando transferidos para condição ambiente, a cromaticidade da polpa reduziu-se linearmente de 44,57 para 33,43, nos frutos da testemunha, os quais reafirmam os obtidos no primeiro Experimento I. Observou-se que os frutos mantidos sob refrigeração, por 45 dias, independentemente da temperatura, apresentaram menores valores de

cromaticidade ao ambiente ( $Cr=33,26$ ), indicando que sua coloração se tornou mais pálida (Figura 16B).

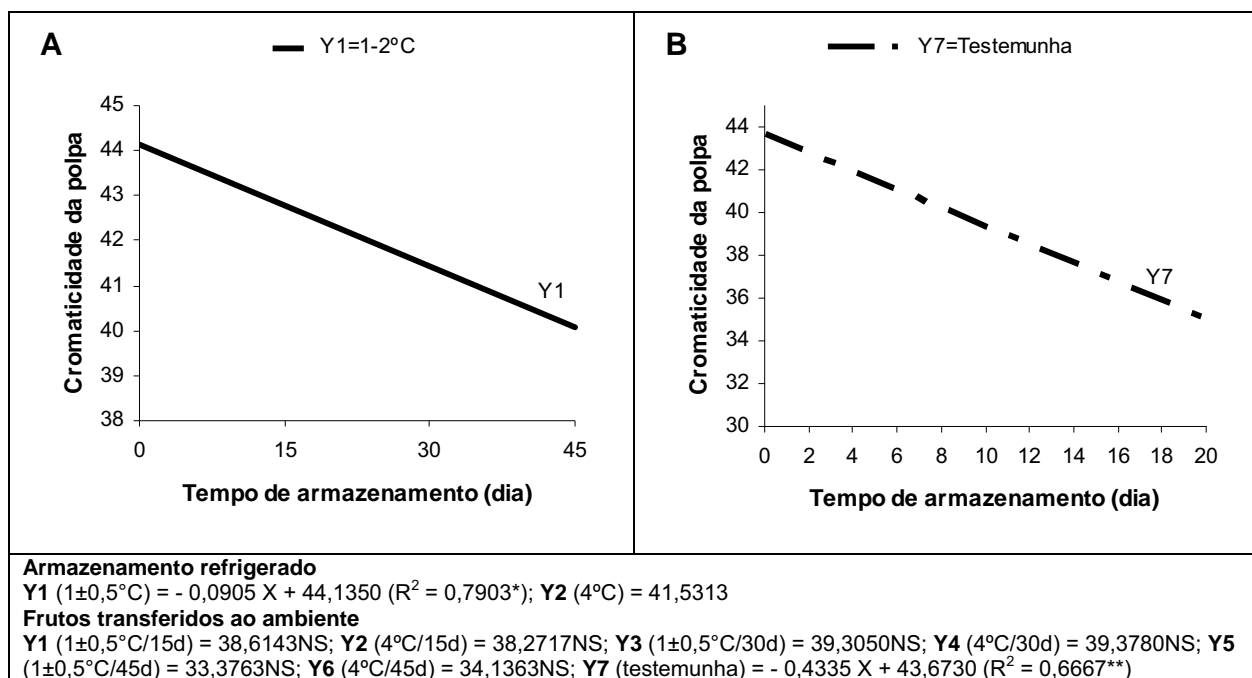


Figura 16. Variação na cromaticidade da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  e  $4^\circ\text{C}$  por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Quando os abacates 'Hass' foram transferidos ao ambiente, manchas escurecidas apareceram em sua polpa, após 15 dias de armazenamento, principalmente nos armazenados a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 15 dias (6,9%). Nos armazenados nessa temperatura, por 30 e 45 dias, este escurecimento apareceu no dia em que eles foram transferidos para a condição ambiente e aumentou durante o armazenamento. Nos frutos mantidos a  $4^\circ\text{C}$ , esse escurecimento também ocorreu no 15º dia de armazenamento ao ambiente e nos refrigerados por 15 dias (1,9%), enquanto nos refrigerados por 30 e 45 dias, ocorreu no 6º e 3º dia, respectivamente. Nos armazenados por 30 dias, essa porcentagem se manteve inalterada (Tabela 13). Essas manchas prejudicaram a aparência da polpa, conforme pode ser observado nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 13 - Escurecimento interno (%) em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente, depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias.

| Tempo (dia) | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ |      |      | $4^{\circ}\text{C}$ |     |     |
|-------------|----------------------------|------|------|---------------------|-----|-----|
|             | 15                         | 30   | 45   | 15                  | 30  | 45  |
| 0           | 0,0                        | 0,2  | 4,4  | 0,0                 | 0,0 | 0,0 |
| 3           | 0,0                        | 1,5  | 23,5 | 0,0                 | 0,0 | 3,7 |
| 6           | 0,0                        | 4,0  | 9,2  | 0,0                 | 3,1 | 4,5 |
| 9           | 0,0                        | 1,1  | 39,5 | 0,0                 | 3,2 | 9,3 |
| 12          | 0,0                        | 20,6 | -    | 0,0                 | 3,2 | -   |
| 15          | 6,9                        | -    | -    | 1,9                 | -   | -   |
| 18          | 3,5                        | -    | -    | -                   | -   | -   |

A firmeza dos frutos permaneceu  $>13,0\text{N}$  ao longo do armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e evoluiu de  $>13,0\text{N}$  para  $10,3\text{N}$  durante o armazenamento a  $4^{\circ}\text{C}$  (Tabela 14), indicando que o amadurecimento se iniciou durante armazenamento a  $4^{\circ}\text{C}$ . ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também detectaram pequena evolução na firmeza de frutos 'Hass' armazenados a  $2^{\circ}\text{C}$  e a  $5^{\circ}\text{C}$ , por 4 semanas.

Tabela 14 – Variação na firmeza em abacates 'Hass' durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e a  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias.

| Tempo (dia) | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ | $4^{\circ}\text{C}$ |
|-------------|----------------------------|---------------------|
| 0           | $>127,4$                   | $>127,4$            |
| 15          | $>127,4$                   | $>127,4$            |
| 30          | $>127,4$                   | 120,5               |
| 45          | $>127,4$                   | 100,9               |

Quando transferidos ao ambiente os frutos de todos os tratamentos amoleceram e este amolecimento aconteceu ocorreu mais rapidamente nos mantidos por períodos mais extensos sob refrigeração (Tabela 15). ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também registraram que o amadurecimento em abacates 'Hass' se iniciou durante armazenamento a  $5^{\circ}\text{C}$  e  $8^{\circ}\text{C}$ , e se completou quando estes frutos foram transferidos a  $22^{\circ}\text{C}$ .

Tabela 15 - Variação da firmeza (Newtons) em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 1±0,5°C e 4°C por até 45 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 1±0,5°C |       |     | 3-5°C |      |     | testemunha<br>(22°C) |
|----------------|---------|-------|-----|-------|------|-----|----------------------|
|                | 15      | 30    | 45  | 15    | 30   | 45  |                      |
| 0              | >13,0   | >13,0 | 4,0 | >13,0 | 12,0 | 8,1 | >13,0                |
| 2              | -       | -     | -   | -     | -    | -   | >13,0                |
| 3              | 8,8     | 2,4   | 1,0 | 3,8   | 0,8  | 1,4 | -                    |
| 4              | -       | -     | -   | -     | -    | -   | 9,4                  |
| 6              | 4,8     | 3,9   | 0,2 | 1,4   | 0,4  | 1,3 | 1,6                  |
| 8              | -       | -     | -   | -     | -    | -   | 2,5                  |
| 9              | 1,9     | 1,6   | -   | 0,0   | 0,4  | 0,4 | -                    |
| 10             | -       | -     | -   | -     | -    | -   | 0,2                  |
| 12             | 4,9     | 0,9   | -   | 0,5   | 0,2  | -   | 0,6                  |
| 14             | -       | -     | -   | -     | -    | -   | 0,0                  |
| 15             | 0,8     | -     | -   | 0,0   | -    | -   | -                    |
| 16             | -       | -     | -   | -     | -    | -   | 0,0                  |
| 18             | 0,1     | -     | -   | -     | -    | -   | 0,0                  |
| 20             | -       | -     | -   | -     | -    | -   | 0,2                  |

Os teores de acidez titulável, nos frutos mantidos a 1±0,5°C, permaneceram em 0,184g.100g<sup>-1</sup>, enquanto nos armazenados a 4°C aumentou de 0,097 para 0,199g.100g<sup>-1</sup>, seguido de redução a até 0,088 g.100g<sup>-1</sup> (Figura 17A), o que também foi relatado por SANCHES (2006). Esse comportamento não foi o observado no Experimento I, em que os teores de acidez titulável só aumentaram.

A acidez titulável dos frutos transferidos ao ambiente, foi diferente entre as condições de armazenamento. Enquanto aumentou nos frutos da testemunha até o 6º dia (0,274g.100g<sup>-1</sup>) para depois se manter inalterada, nos a 1±0,5°C ou 4°C por 15 dias, reduziu-se, de 0,211 para 0,124g.100g<sup>-1</sup>. Quando armazenados por 30 e 45 dias, ela oscilou (Figura 17B).

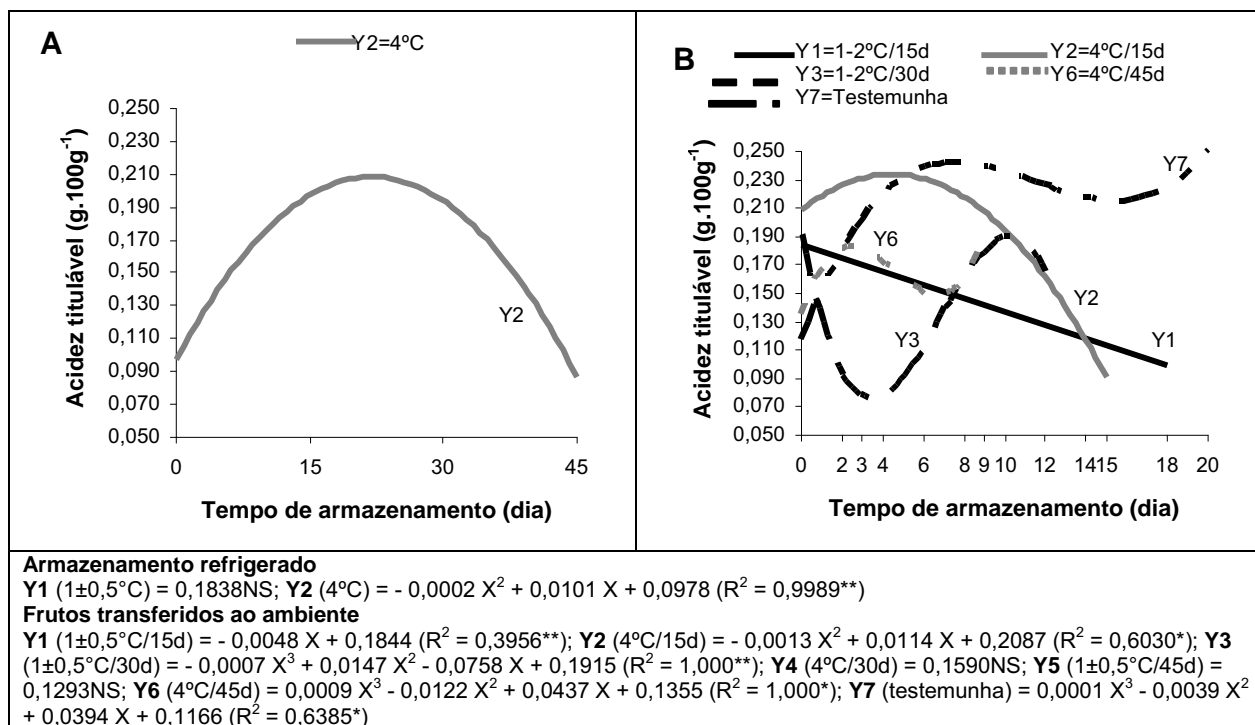


Figura 17. Acidez titulável na polpa da polpa em abacates 'Hass' durante o armazenamento a 1±0,5°C e 4°C por até 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), Testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Os teores de sólidos solúveis, nos frutos a 1±0,5°C, aumentaram a até 6,9°Brix, em 15 dias, para depois diminuir a até 3,1°Brix, enquanto a 4°C, não se alteraram (Figura 18A). Durante armazenamento ao ambiente, os teores de sólidos solúveis dos frutos da testemunha, aumentaram a até 11,5°Brix para depois diminuir a 4,4°Brix. Nos mantidos a 4°C, por 15 e 30 dias, ou a 1±0,5°C por 15 e 45 dias, esses teores aumentaram o que não foi observado nos frutos mantidos a 1±0,5°C por 30 dias e nos a 4°C por 45 dias (Figura 18B). Divergências semelhantes também foram observadas no Experimento I, com abacates 'Hass', enquanto o aumento nos teores de sólidos solúveis confirmam o indicado por CHITARRA & CHITARRA (2005).

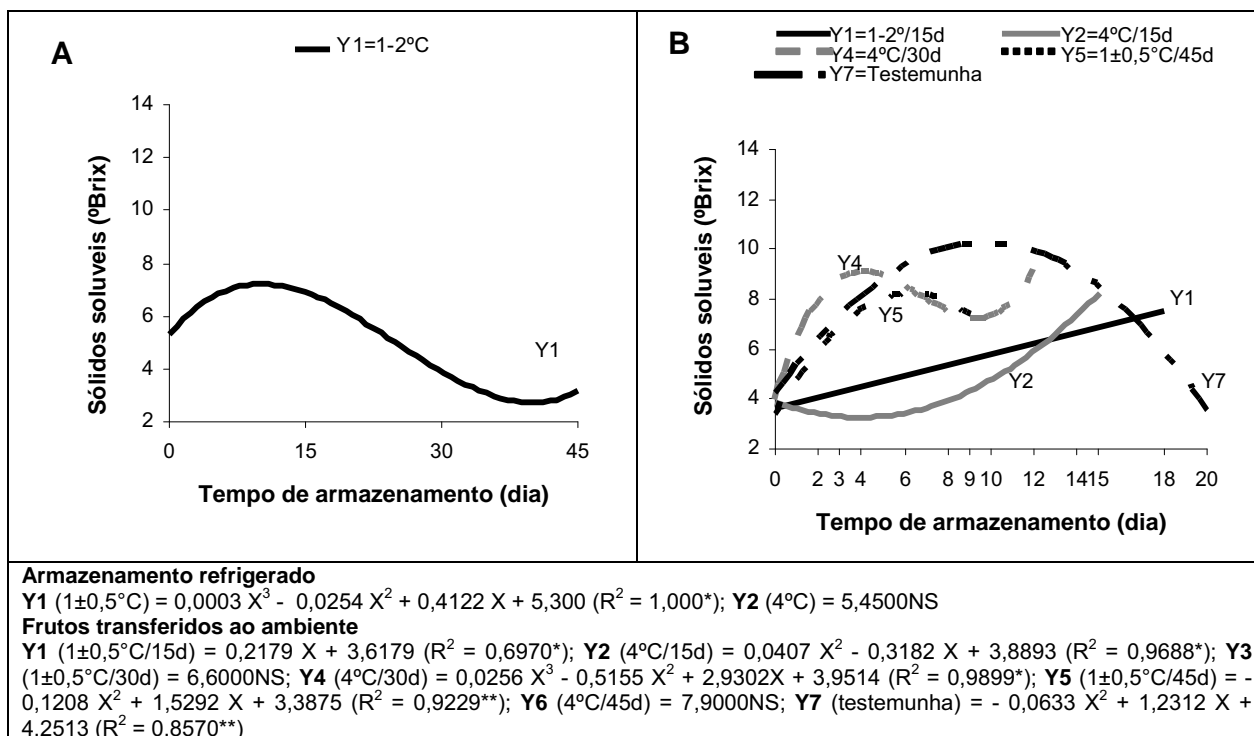


Figura 18. Sólidos solúveis na polpa de abacates 'Hass' durante o armazenamento a 1±0,5°C e 4°C por até 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Depois de armazenados, os frutos foram avaliados por analistas, que indicaram aparência da casca aceitável (nota≥5), exceto nos armazenados a 1±0,5°C por 15 dias. Não aprovaram a aparência interna e o odor dos frutos armazenados a 1±0,5°C, independentemente dos períodos mantidos sob refrigeração, e dos a 4°C, por 45 dias (Figura 19). Esta avaliação é similar à observada no Experimento I e diferente do relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995).

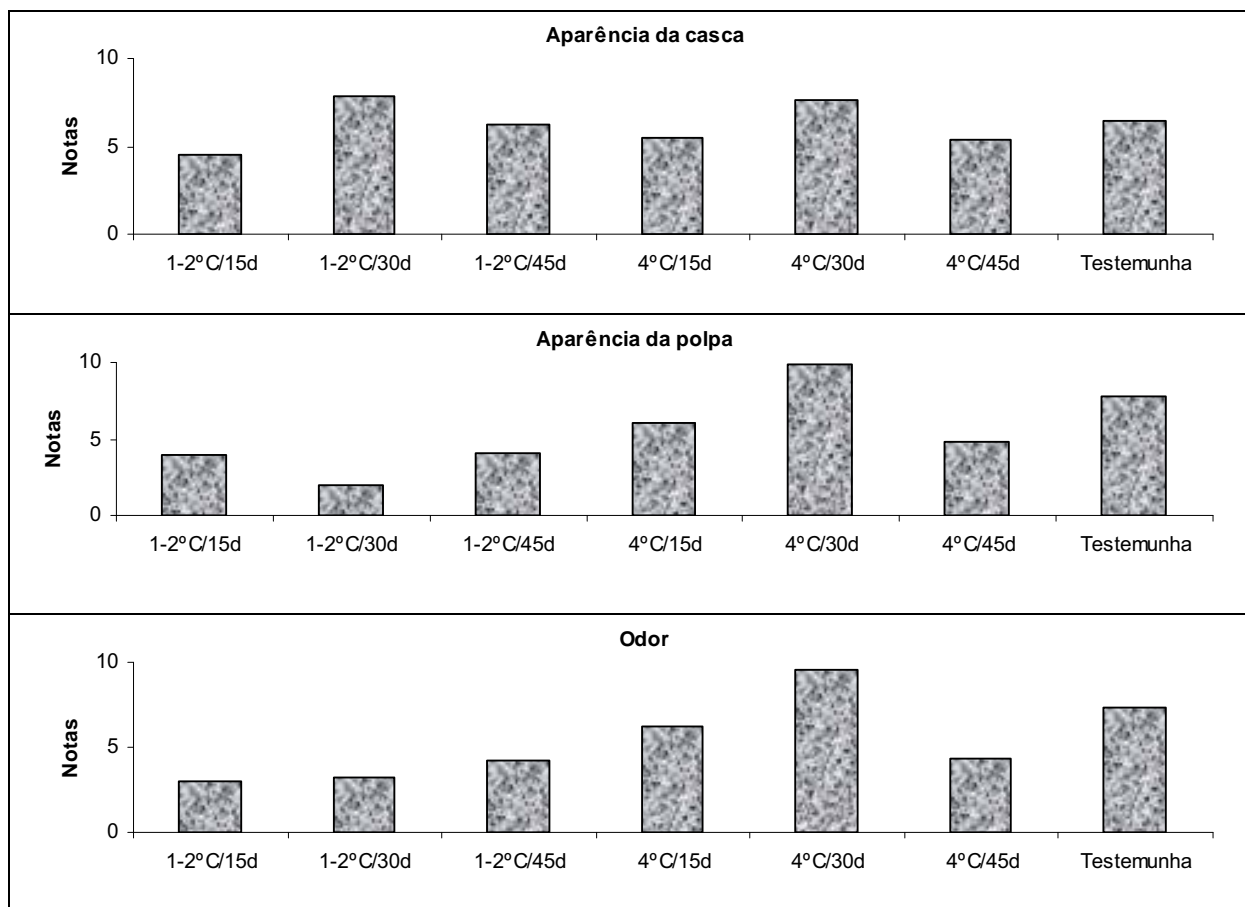


Figura 19. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor de frutos 'Hass' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 8 dias, depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias, e de frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), Testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Este experimento mostrou que o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  promoveu injúrias em abacates 'Hass', quando armazenados por 15 dias ou mais, assim como o armazenamento a  $4^{\circ}\text{C}$  por 30 ou 45 dias. Essas injúrias se intensificaram com o armazenamento. Os sintomas dessa injúria foram manchas escurecidas na casca e na polpa dos frutos.

A vida útil dos frutos da 'Hass' depois de transferidos ao ambiente, foi de 8 dias, quando armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 15 dias, e de 9 dias, quando armazenados por 30 dias. A vida útil dos frutos armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$  por 15 e 30 dias, foi de 12 dias ao ambiente. Quando armazenados, a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$ , por 45 dias, esses frutos tiveram vida útil muito curta quando transferidos ao ambiente.

### 4.1.3 Abacate 'Geada'

Verificou-se que abacates 'Geada', quando armazenados a 4°C apresentaram aspecto ótimo (nota=5) por 6 dias, que se tornou regular (nota=3) no 8º dia, e passou para ruim a partir do 14º dia. Os frutos armazenados a 11°C apresentaram aparência boa (nota=4) por até 18 dias (Tabela 16). Os frutos mantidos a 4°C mantiveram o aspecto aceitável (nota≥3) por 12 dias, período inferior ao detectado nos experimentos com abacates 'Hass', e ao relatado por MORGADO (2007). O armazenamento a 4°C também levou ao aparecimento de manchas na casca, o que prejudicou o aspecto geral e promoveu a redução da vida útil dos frutos (Tabela 16), o que foi observado em abacates 'Hass' armazenados a 1-2°C e por BLEINROTH et al.(1977) e BOWER et al. (2003), mas não foi o relatado por ZAUBERMAN et al. (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995).

As manchas na casca inicialmente foram de tamanho pequeno e coloração marrom, que com o tempo se tornaram enegrecidas e coalesceram formando áreas maiores e ressecadas. Esses sintomas são chamados "*pitting*" (CHITARRA & CHITARRA, 2005), e segundo SHARON & KAHN (1979) são uma das manifestações da injúria por *chilling*.

Depois de transferidos a condição de ambiente (22°C), os frutos armazenados a 4°C por 7 dias apresentaram ótima aparência no dia da transferência, que se tornou regular (nota=3) a partir deste dia e aceitável (nota≥3) até o 4º dia. Isto não ocorreu com os armazenados nesta temperatura por 14, 21 e 28 dias, que apresentaram aparência ruim (nota=2) ou péssima (nota=1), logo após a transferência, o que foi atribuído aos sintomas de injúria pelo frio na casca. Estes sintomas foram observados em abacates 'Hass' armazenados a 1-2°C e não foi relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), em abacates 'Fuerte', armazenados ao ambiente, depois de armazenados sob refrigeração.

Tabela 16- Variação na aparência\* da casca em abacates 'Geada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo (dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    |
|-------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|
|             | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 18 | 21 |
| 0           | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 2           | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 4           | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 6           | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 8           | -   | 3  | 3  | 4  | -    | 5  | 5  | 5  |
| 10          | -   | 3  | 3  | 3  | -    | 5  | 5  | 4  |
| 12          | -   | 3  | 3  | 3  | -    | 4  | 5  | 4  |
| 14          | -   | 2  | 2  | 2  | -    | -  | 5  | 4  |
| 16          | -   | -  | 2  | 2  | -    | -  | 5  | 4  |
| 18          | -   | -  | 2  | 2  | -    | -  | 4  | 4  |
| 21          | -   | -  | 2  | 2  | -    | -  | -  | 2  |
| 23          | -   | -  | -  | 1  | -    | -  | -  | -  |
| 25          | -   | -  | -  | 1  | -    | -  | -  | -  |
| 28          | -   | -  | -  | 1  | -    | -  | -  | -  |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

O frutos armazenados a 11°C por 7 dias conservaram ótima aparência (nota=5) por até 4 dias, quando transferidos ao ambiente e aceitável (nota  $\geq$  3) por 6 dias. Esta evolução também foi a encontrada nos frutos da testemunha. Os frutos armazenados a 11°C por 14 dias, mantiveram a boa aparência por até 2 dias na condição ambiente, que se tornou péssima com o tempo de refrigeração. Os abacates refrigerados a 11°C, por 21 dias, apresentaram aspecto ruim (nota = 2) logo no dia da transferência para a condição ambiente, devido a evolução do amadurecimento durante armazenamento refrigerado, que iniciou no 3° dia e terminou no 14° dia (Tabela 17). Esses frutos não apresentaram sintomas de injúrias pelo frio.

Tabela 17 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Geada' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C e a 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo (dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    | testemunha (22°C, 77%UR) |
|-------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|--------------------------|
|             | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 18 | 21 |                          |
| 0           | 5   | 2  | 2  | 1  | 5    | 4  | 4  | 2  | 5                        |
| 2           | 3   | 2  | 1  | 1  | 5    | 4  | 2  | 1  | 5                        |
| 4           | 3   | 2  | 1  | 1  | 5    | 1  | -  | -  | 5                        |
| 6           | 2   | 1  | 1  | 1  | 3    | -  | -  | -  | 3                        |
| 8           | 1   | -  | 1  | 5  | 1    | -  | -  | -  | 1                        |
| 10          | -   | -  | -  | 5  | -    | -  | -  | -  | 1                        |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Os frutos escureceram com o armazenamento a 4°C, evidenciado por redução nos valores de luminosidade, o que também foi observado em abacates 'Hass' e

relatado por MORGADO (2007), quando armazenou abacates 'Geada' a 6-8°C e a 12-14°C. O escurecimento da casca dos abacates está associado aos sintomas do *chilling*. A luminosidade dos frutos armazenados a 11°C não foi afetada pelo armazenamento por 7 dias, mas períodos maiores tornaram-nos mais claros, indicado por aumento nos valores de luminosidade (Figura 19A). Esses resultados são diferentes dos encontrados em abacates 'Hass' armazenados a 5°C, 10°C ou 15°C e dos relatados por MORGADO (2007). Resultados semelhantes foram obtidos em abacates 'Hass', armazenados a 1-2°C e 4°C.

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a luminosidade dos armazenados a 4°C por 7 dias aumentou com o tempo, de 36,64 a 41,37, para diminuir a partir do 6º dia, o que coincidiu com a senescência dos frutos. Os frutos mantidos a 4°C, por 14, 21 e 28 dias, apresentaram luminosidade inalterada, 34,20 a 31,41, porém menores que a dos mantidos nesta temperatura, por 7 dias. Estes resultados indicam que os frutos ficaram tanto mais escuros quanto maior o período a 4°C, como reflexo da sensibilidade ao frio. Os frutos do tratamento testemunha apresentaram luminosidade constante, 38,12 (Figura 20B).

Os valores de luminosidade dos frutos mantidos a 11°C por 7 ou 14 dias, aumentaram inicialmente, para depois se reduzirem, devido à senescência. A luminosidade dos armazenados por 18-21 dias manteve-se estável, 45,81 (Figura 20B).

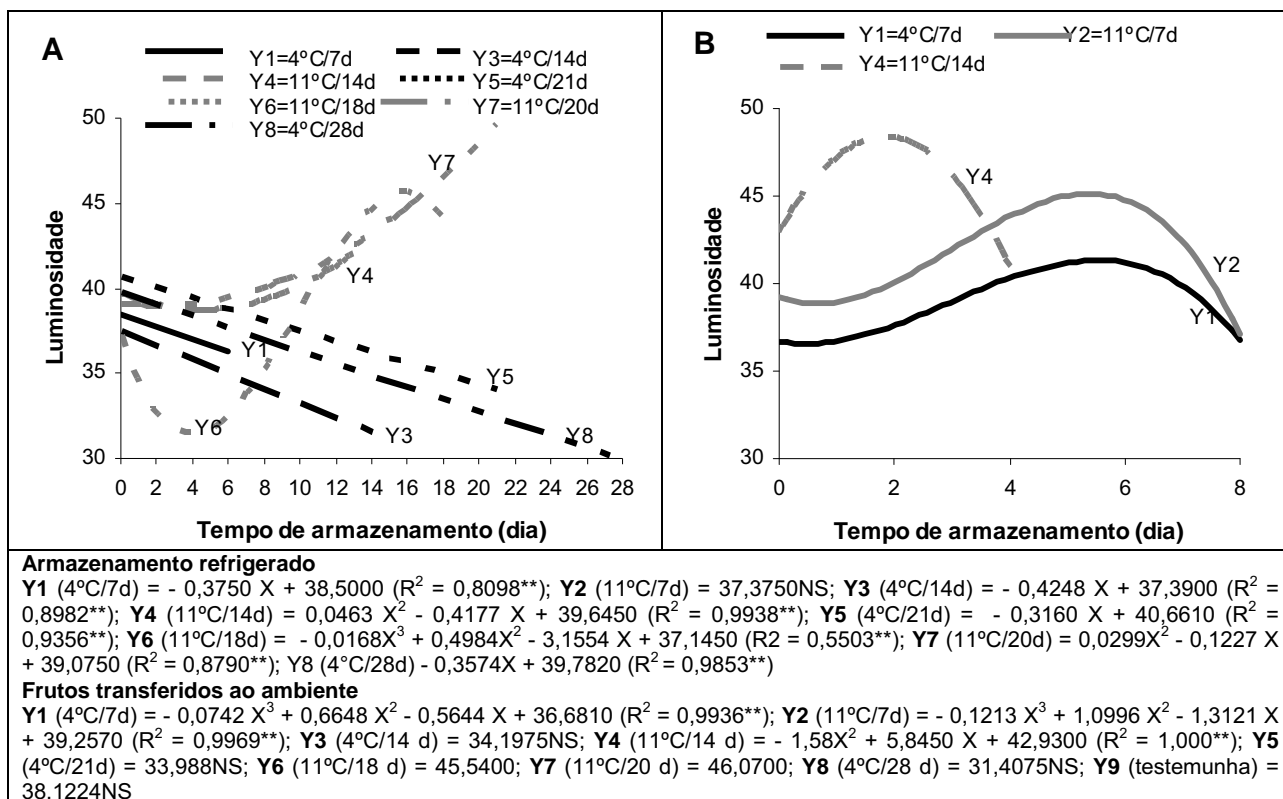


Figura 20. Variação na luminosidade da casca em abacates 'Geada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O ângulo de cor dos frutos armazenados a 4°C ou 11°C, por 7 ou 14 dias, não se alterou (132,09-132,00). Foi observado redução no ângulo de cor dos frutos armazenados a 4°C por 14, 21 ou 28 dias e a 11°C por 18 e 21 dias (Figura 21A). Essa redução não foi observada em abacates 'Hass' armazenados a 5°C, 10°C e 15°C e por MORGADO (2007) em abacates 'Geada', mas foi verificada em abacates 'Hass' armazenados a 1-2°C e 4°C.

Quando transferidos ao ambiente o ângulo de cor reduziu-se nos frutos de todos os tratamentos, exceto nos mantidos a 4°C por 14 dias, que mantiveram o ângulo inicial ( $h^{\circ}=109,08$ ). Esta redução evidenciou-se a partir do 4º dia, nos frutos que estiveram armazenados a 4°C e a 11°C por 7 dias, e a partir do 6º nos da testemunha. Nos submetidos aos demais tratamentos este ângulo decresceu linearmente, a até 83,91 (Figura 21B).

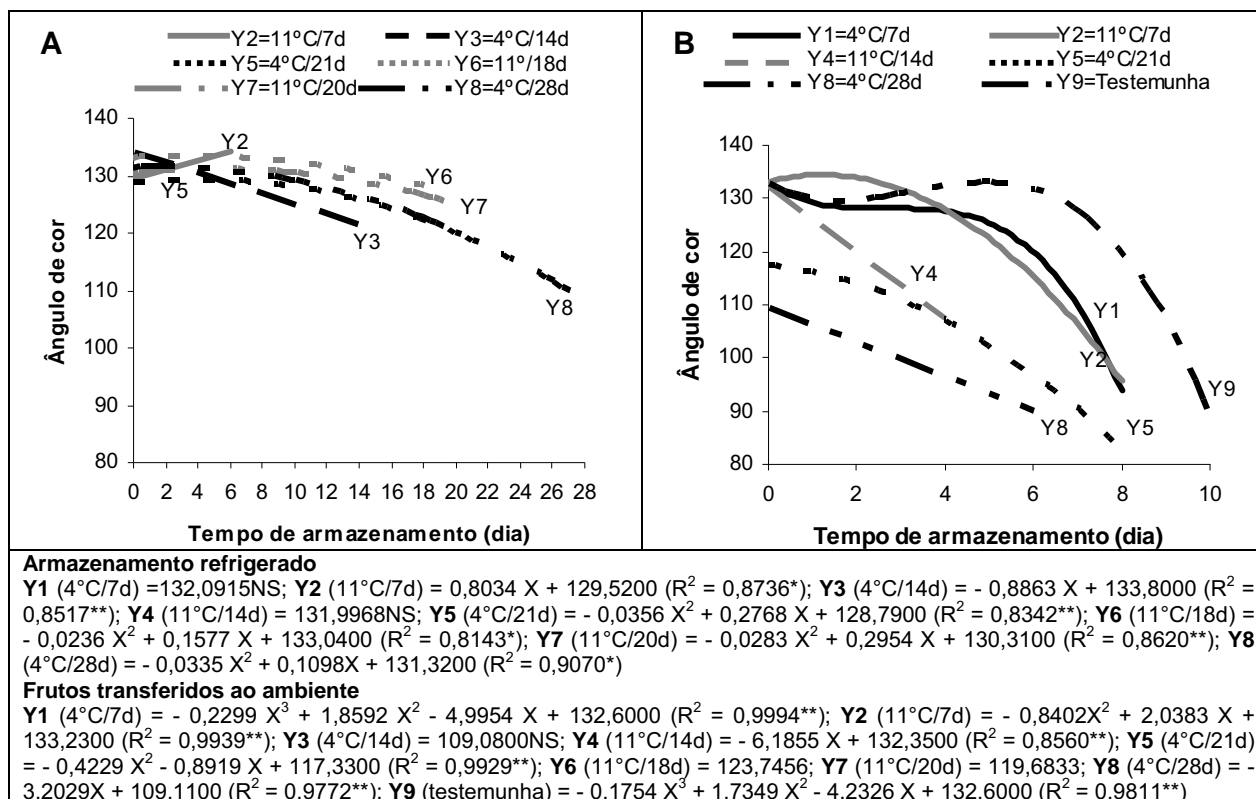


Figura 21. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Géada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Nos frutos armazenados a 4°C ou a 11°C, por até 7 dias, não se detectou variação na cromaticidade, indicando a manutenção da tonalidade nestes frutos. Com o prolongamento do armazenamento foi verificado redução nos valores dos armazenados a 4°C, para até 11,32, enquanto o inverso ocorreu nos armazenados a 11°C por 7 ou 14 dias, cujos valores de cromaticidade aumentaram a até 38,7 (Figura 22A). Isto não foi verificado em abacates 'Hass', cuja cromaticidade se manteve praticamente estável. MORGADO (2007), que armazenou abacates 'Géada' "de vez", a 6-8°C e a 12-14°C, relatou decréscimo nestes valores.

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a cromaticidade aumentou até o 2º dia, seguido de redução até 13,08, mas mantidos a 4°C por 7 dias. Nos armazenados por 14 dias não se observou redução, mas a cromaticidade mostrou-se mais baixa (Cr=10,20), enquanto nos estocados a 4°C por 21 e 28 dias observou-se

redução linear a até 6,44 (Figura 22B), caracterizando escurecimento. A cromaticidade dos frutos da testemunha evoluiu de 25,54 para 28,01 em 4 dias, seguido de redução (12,25), enquanto que nos a 11°C houve tendência de redução (Figura 22B).

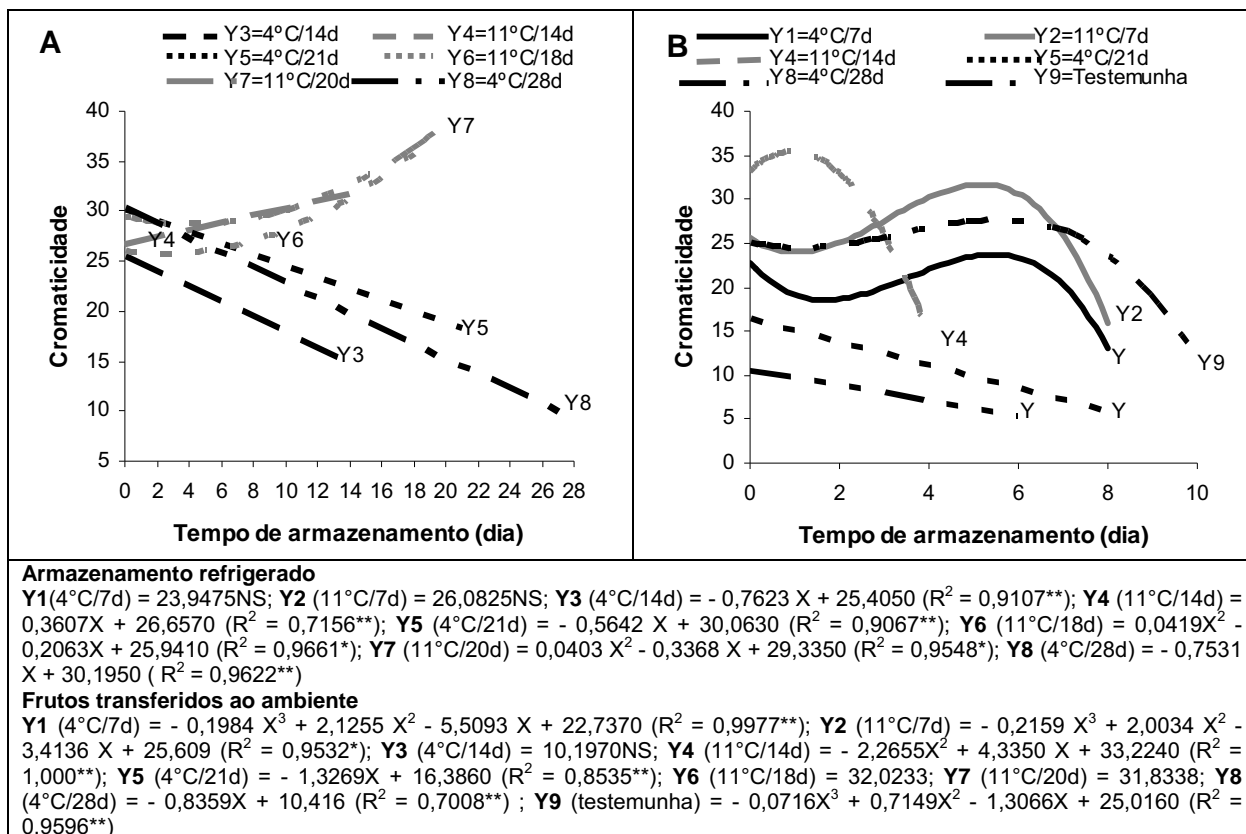


Figura 22. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Geda' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Abacates 'Hass' comportaram-se de forma diferente quanto a evolução da coloração, o que pode ser explicado pelas diferenças entre as variedades, porém, comportamento semelhante foi relatado por MORGADO (2007) em abacates 'Geda' armazenados ao ambiente.

Nos frutos deste experimento, o ângulo de cor reduziu-se durante o armazenamento a 4°C e a 11°C, indicando que eles se tornaram amarelados, enquanto a luminosidade e a cromaticidade diminuíram, caracterizando o escurecimento da casca.

Todos os frutos perderam massa durante o armazenamento refrigerado e esta perda foi mais intensa a 11°C e aumentou durante o armazenamento (Tabela 18). Esses resultados são similares aos obtidos com abacates 'Hass' e aos encontrados por BOWER et al. (2003), MORGADO (2007), BLEINROTH et al. (1976; 1977). BOWER et al. (2003) também relataram que os sintomas de injúrias pelo frio são mais severos quando não se controla a perda de massa dos tecidos, sugerindo que os sintomas estão fortemente associados à desidratação.

A perda de massa fresca pelos frutos, depois de transferidos para o ambiente, foi crescente em todos os tratamentos (Tabela 19), o que também foi relatado por MORGADO, (2007).

Tabela 18 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Geadá' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 21 dias.

| Tratamentos    | Y = A – BX              | R <sup>2</sup> |
|----------------|-------------------------|----------------|
| 4°C / 7 dias   | Y = 100,0257 – 0,3362 X | 0,9989**       |
| 4°C / 14 dias  | Y = 100,0339 – 0,2706 X | 0,9988**       |
| 4°C / 21 dias  | Y = 99,9989 – 0,2830 X  | 0,9966*        |
| 4°C / 28 dias  | Y = 99,7790 – 0,2544 X  | 0,9974**       |
| 11°C / 7 dias  | Y = 100,0543 – 0,3813 X | 0,9958*        |
| 11°C / 14 dias | Y = 100,0120 – 0,2254 X | 0,9956**       |
| 11°C / 18 dias | Y = 100,1300 – 0,3096 X | 0,9975*        |
| 11°C / 21 dias | Y = 100,0300 – 0,3230 X | 0,9983**       |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

Tabela 19 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Geadá' transferidos ao ambiente, depois de armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C (testemunha).

| Tratamentos    | Y = A – BX              | r        | Teste t |
|----------------|-------------------------|----------|---------|
| 4°C / 7 dias   | Y = 100,6100 – 2,9840 X | 0,9974** | a       |
| 4°C / 14 dias  | Y = 100,3720 – 2,7155 X | 0,9966** | ab      |
| 4°C / 21 dias  | Y = 100,4730 – 2,8735 X | 0,9974** | ab      |
| 4°C / 28 dias  | Y = 99,5300 – 2,2590 X  | 0,9982** | c       |
| 11°C / 7 dias  | Y = 100,8430 – 2,2590 X | 0,9970 * | bc      |
| 11°C / 14 dias | Y = 100,3400 – 2,2310 X | 0,9956** | c       |
| testemunha     | Y = 100,0917 – 2,4925 X | 0,9995*  | ac      |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*\*significativo a 1% de probabilidade. No teste t equações seguidas de letras iguais não diferem entre si (P≤0,05)

A aparência da polpa dos abacates se manteve ótima (nota=5), ao longo de todo o período de armazenamento a 4°C, assim como ocorreu em abacates 'Hass' armazenados nessa temperatura. Nos frutos armazenados a 11°C, ela se manteve ótima até o 17º dia e a partir desta data se tornou boa (nota = 4) devido ao amadurecimento (Tabela 20). A evolução desta aparência, depois que os frutos foram

transferidos ao ambiente, foi menos intensa nos armazenados a 4°C, que mantiveram aparência aceitável, por tempo maior quanto menor o tempo nesta temperatura. Nos armazenados a 11°C, a durabilidade foi menor, devido ao avanço no estágio de amadurecimento. Os da testemunha mantiveram-na adequada por 7 dias (Tabela 21).

Tabela 20 – Variação na aparência\* da polpa em abacates ‘Geada’ durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo (dia) | 4°C | 11°C |
|-------------|-----|------|
| 0           | 5   | 5    |
| 3           | 5   | 5    |
| 7           | 5   | 5    |
| 10          | 5   | 5    |
| 14          | 5   | 5    |
| 17          | 5   | 5    |
| 21          | 5   | 4    |
| 24          | 5   | -    |
| 28          | 5   | -    |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Tabela 21 – Variação na aparência\* da polpa em abacates ‘Geada’ transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo (dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    | testemunha (22°C, 77%UR) |
|-------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|--------------------------|
|             | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 18 | 21 |                          |
| 0           | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 4  | 5                        |
| 2           | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 4  | 2  | 2  | -                        |
| 3           | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                        |
| 4           | 5   | 5  | 4  | 4  | 4    | 1  | -  | -  | -                        |
| 5           | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                        |
| 6           | 3   | 2  | 2  | 2  | 1    | -  | -  | -  | -                        |
| 7           | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                        |
| 8           | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -                        |
| 9           | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 2                        |
| 10          | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 2                        |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

A luminosidade da polpa dos frutos a 4°C se manteve inalterada durante o tempo de armazenamento (L=84,12), enquanto a 11°C apresentou leve aumento até o 10º dia (L=85,95), a partir do qual declinou, até o 17º dia (L=78,83), coincidindo com o avanço no estágio de amadurecimento (Figura 23A). Isto também foi relatado por MORGADO (2007). Nos abacates ‘Hass’, armazenados a 5°C ou a 4°C, a luminosidade se manteve inalterada.

Depois de transferidos ao ambiente, a luminosidade da polpa não foi afetada pelo armazenamento a 4°C, por 7 e 21 dias, ou a 11°C, por 7 dias. No tratamento a 4°C

por 14 dias, observou-se a redução nos valores, a partir do 4º dia, e nos a 4°C por 28 dias, redução linear (L=71,0), o que também ocorreu nos submetidos a 11°C por 14 dias (L=72,92) (Figura 23B). Esse escurecimento não foi detectado em abacates 'Hass' armazenados a 5°C e a 4°C, por até 30 dias, porém foi relatado por SHARON & KAHN (1979) e por HONÓRIO & MORETTI (2002). Nos frutos da testemunha observou-se redução a partir do 7º dia, com luminosidade de 71,85 após 10 dias (Figura 23B).

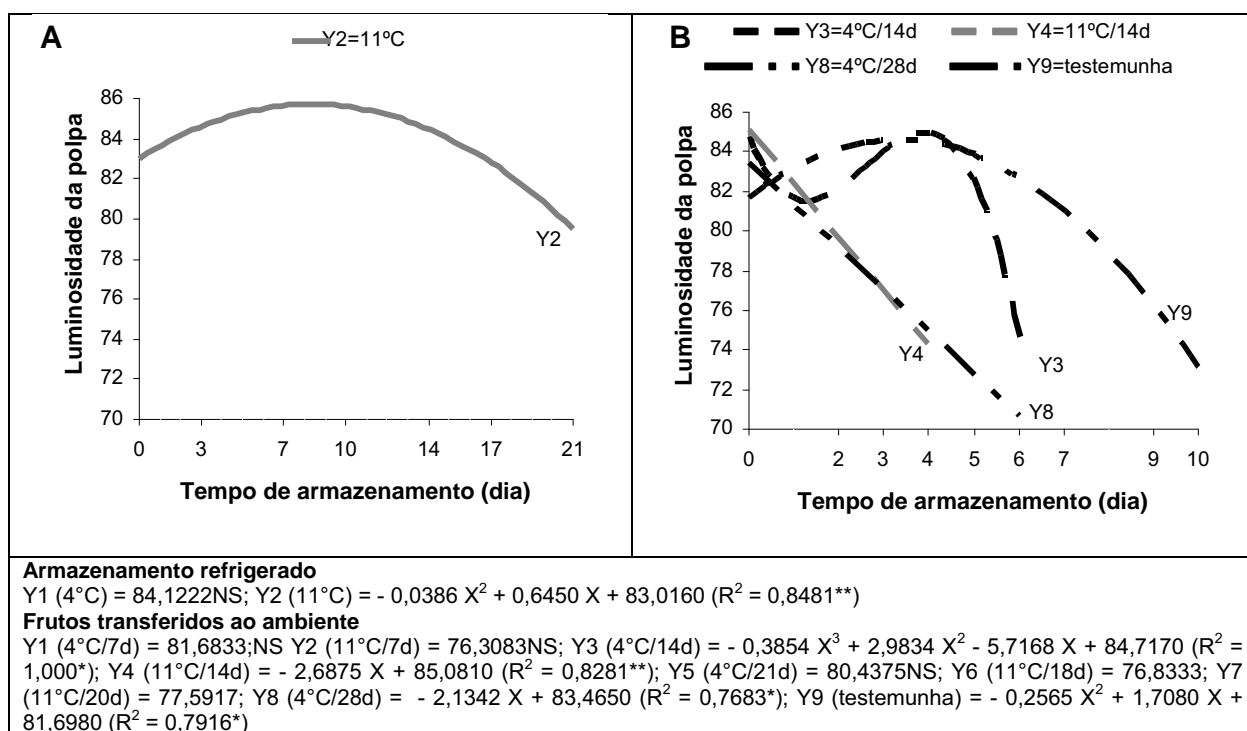


Figura 23. Variação na luminosidade da polpa em abacates 'Geada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), o escurecimento da polpa em abacate, manga e abacaxi, como o verificado neste experimento, resultante do armazenamento sob refrigeração, ocorre devido a oxidação de fenólicos, em duas fases. Na primeira, os monofenóis são convertidos a difenóis pela ação de enzimas hidroxilantes, e são transformados em ortoquinonas por oxidases. Na segunda, ocorre a polimerização espontânea das ortoquinonas, formando as melaninas responsáveis pela coloração escura dos tecidos.

O ângulo de cor da polpa, nos frutos armazenados a 4°C, oscilou ao longo do tempo e nos armazenados a 11°C houve pequeno aumento, que atingiu 110,89 no 7º dia, antes de se reduzir acentuadamente a partir do 14º dia, quando a polpa foi se tornando mais amarelada. Os valores da cromaticidade dos frutos mantidos a 4°C reduziram-se de 53,29 para 43,15, enquanto nos a 11°C, de 51,09 para 40,09 (Figura 24A). Resultados similares também foram relatados por MORGADO (2007).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass' mantidos a 5°C, quando transferidos ao ambiente, o armazenamento a 4°C por 7, 21 e 28 dias não afetou o ângulo de cor da polpa durante o amadurecimento, enquanto que nos armazenados por 14 dias observou-se redução nos valores, até  $h^0 = 103,55$ . Observou-se também redução do ângulo de cor na polpa dos frutos mantidos a 11°C por 7 e 14 dias, e nos da testemunha (Figura 24B).

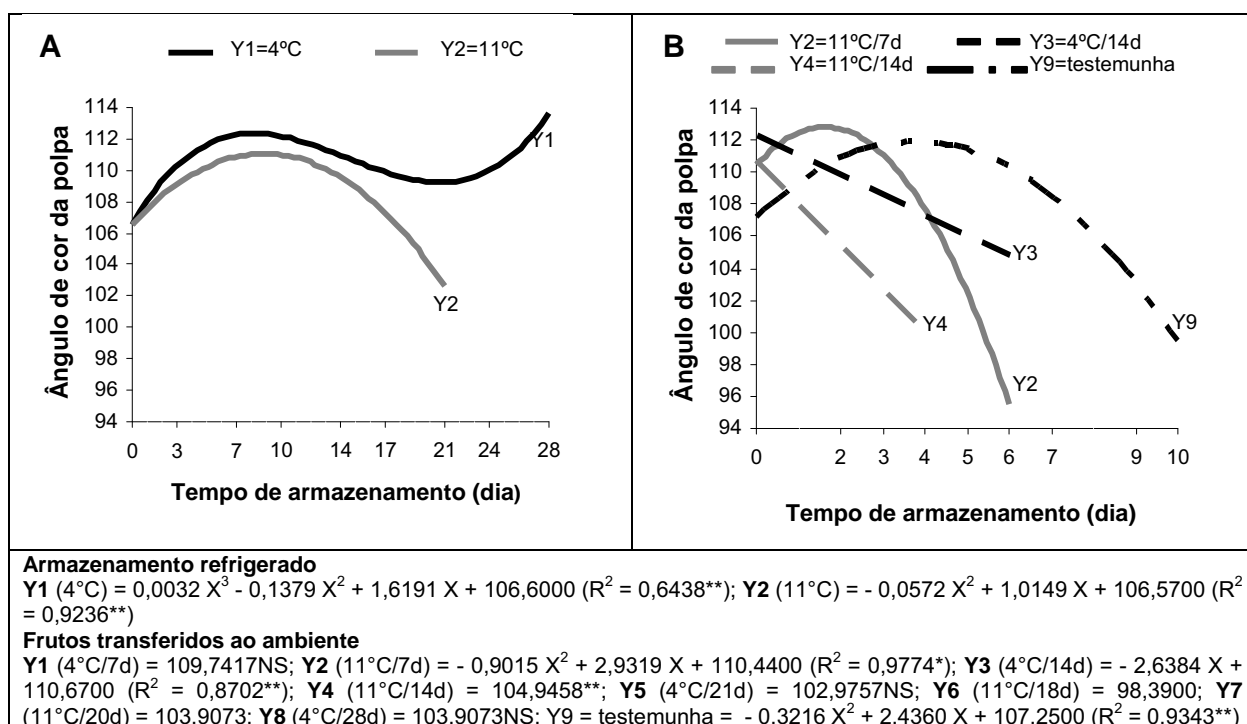


Figura 24. Variação no ângulo de cor da polpa em abacates 'Geada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

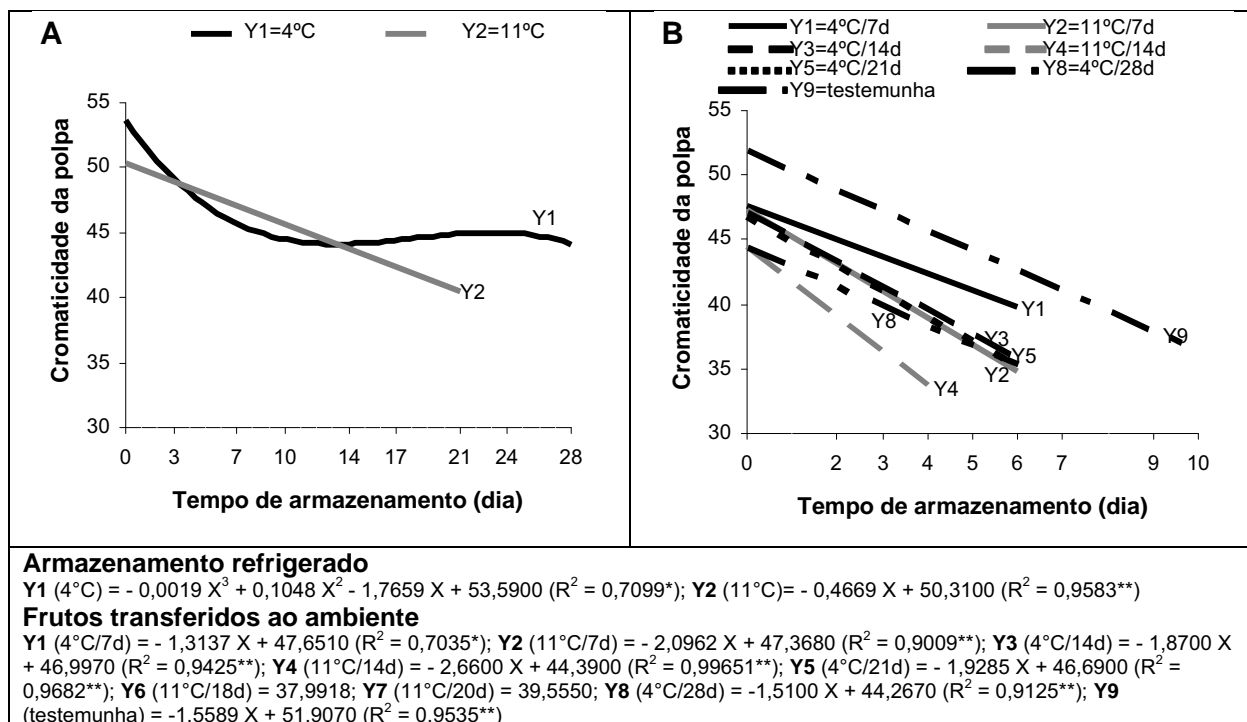


Figura 25. Variação na cromaticidade da polpa em abacates 'Geada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Durante o armazenamento no ambiente, avaliou-se a porcentagem de manchas escuras na polpa dos frutos de todos os tratamentos, que ocorreu no 6º dia nos estocados a 4°C por 7 (8,8%) e 14 dias (33,6%). Nos mantidos a 4°C por 21 dias, o escurecimento foi observado no 4º dia, com intensidade pequena, que aumentou com o tempo, enquanto nos mantidos a 4°C por 28 dias, era de 10,9% no 2º dia e aumentou para 35,4%, no 6º dia (Tabela 22). Essas manchas escurecidas são sintomas de injúria pelo frio.

Escurecimento interno em abacates também foi relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) e VIEIRA (1985), quando armazenaram abacates 'Hass' e 'Clone II', a 20-25°C, depois de mantidos um período sob refrigeração. SHARON & KAHN (1979) não verificaram esse sintoma em abacates 'Fuerte' amadurecidos a 17°C, depois de mantidos a 5°C por 13 dias e a 2°C por 14 dias.

Os períodos de armazenamento a 11°C também levaram os frutos a escurecimento interno, atribuído a senescência, entre o 2º e o 4º dia, com área

escurecida variando de 1,2% a 36,9%. Nos do tratamento testemunha o escurecimento foi observado entre o 9º e o 10º dia, coincidindo com a senescência (Tabela 22).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', o armazenamento a 4°C proporcionou a manutenção da firmeza dos frutos (>127,4N), enquanto que 11°C levou a amolecimento, que passou de >127,4N para 0,0N, em 21 dias (Tabela 23). Esses resultados reafirmam o relatado de ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) e MORGADO (2007).

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a firmeza evoluiu de >127,4N para 0,0N, sendo que essa evolução foi tanto mais rápida quanto maior o período de armazenamento a 4°C ou a 11°C. Os frutos armazenados a 11°C, por períodos iguais ou superiores a 14 dias, já estavam completamente amadurecidos quando foram transferidos ao ambiente, e sua conservação foi muito pequena (Tabela 24). O amadurecimento irregular, que segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) é um sintoma de *chilling injury*, não foi observado.

Tabela 22 - Escurecimento interno (%) em abacates 'Geada' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR) depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo (dia) | 4°C |      |      |      | 11°C |      |      |      | testemunha (22°C, 77%UR) |
|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|
|             | 7   | 14   | 21   | 28   | 7    | 14   | 18   | 21   |                          |
| 0           | 0,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0                      |
| 2           | 0,0 | 0,0  | 0,0  | 10,9 | 0,0  | 3,2  | 38,9 | 18,9 | -                        |
| 3           | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,0                      |
| 4           | 0,0 | 0,0  | 3,3  | 14,1 | 1,2  | 29,3 | -    | -    | -                        |
| 5           | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 6           | 8,8 | 33,6 | 14,2 | 35,4 | 36,9 | -    | -    | -    | 0,0                      |
| 7           | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 8           | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -                        |
| 9           | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 43,9                     |
| 10          | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 43,6                     |

Tabela 23 – Variação na firmeza (Newtons) em abacates 'Geada' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo (dia) | 4°C | 11°C |
|-------------|-----|------|
|-------------|-----|------|

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 0  | >127,4 | >127,4 |
| 3  | >127,4 | 114,9  |
| 7  | >127,4 | 119,6  |
| 10 | >127,4 | 106,9  |
| 14 | >127,4 | 10,8   |
| 17 | >127,4 | 1,0    |
| 21 | >127,4 | 0,0    |
| 24 | >127,4 | -      |
| 28 | >127,4 | -      |

Tabela 24 - Variação na firmeza (Newtons) em abacates 'Geada' transferidos a condição de ambiente depois de armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22 °C, 77%UR (testemunha)

| Tempo (dia) | 4°C    |        |        |        | 11°C |     |     |     | testemunha (22°C,77%UR) |
|-------------|--------|--------|--------|--------|------|-----|-----|-----|-------------------------|
|             | 7      | 14     | 21     | 28     | 7    | 14  | 18  | 21  |                         |
| 0           | >127,4 | >127,4 | >127,4 | >127,4 | 12,2 | 1,1 | 0,1 | 0,0 | >13,0                   |
| 2           | 3,65   | 2,1    | 1,0    | 0,8    | 0,4  | 0,2 | 0,0 | 0,0 | -                       |
| 3           | -      | -      | -      | -      | -    | -   | -   | -   | 11,7                    |
| 4           | 0,3    | 0,1    | 0,1    | 1,0    | 0,2  | 0,0 | -   | -   | -                       |
| 5           | -      | -      | -      | -      | -    | -   | -   | -   | 0,1                     |
| 6           | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0  | -   | -   | -   | 0,0                     |
| 7           | -      | -      | -      | -      | -    | -   | -   | -   | -                       |
| 8           | -      | -      | -      | -      | -    | -   | -   | -   | -                       |
| 9           | -      | -      | -      | -      | -    | -   | -   | -   | 0,0                     |
| 10          | -      | -      | -      | -      | -    | -   | -   | -   | 0,0                     |

Os teores de acidez titulável diminuíram com o tempo, nos frutos armazenados a 4°C, ou seja, de  $0,119\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para  $0,056\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Nos armazenados a 11°C apresentaram aumento até o 3º dia ( $0,171\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), com redução a partir desta data, a até  $0,066\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (Figura 26A). Esses resultados são diferentes dos obtidos com abacates 'Hass', independente da temperatura de armazenamento, porém confirmam o relatado por MORGADO (2007).

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, os teores de acidez mostraram-se estáveis nos frutos mantidos a 4°C, por 14 e 28 dias, ou a 11°C, por 14 dias ( $0,065\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Nos frutos mantidos a 4°C, por 7 e 21 dias, e a 11°C por 7 dias, verificou-se redução nos teores, de  $0,115\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  a  $0,070\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , seguido de aumento ( $0,094\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Os teores nos da testemunha se mantiveram em  $0,096\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (Figura 26B). Esse comportamento também foi o observado em abacates 'Hass', nos frutos armazenados a 10°C e a 15°C por 14 dias, mas não foi o relatado por SANCHES (2006).

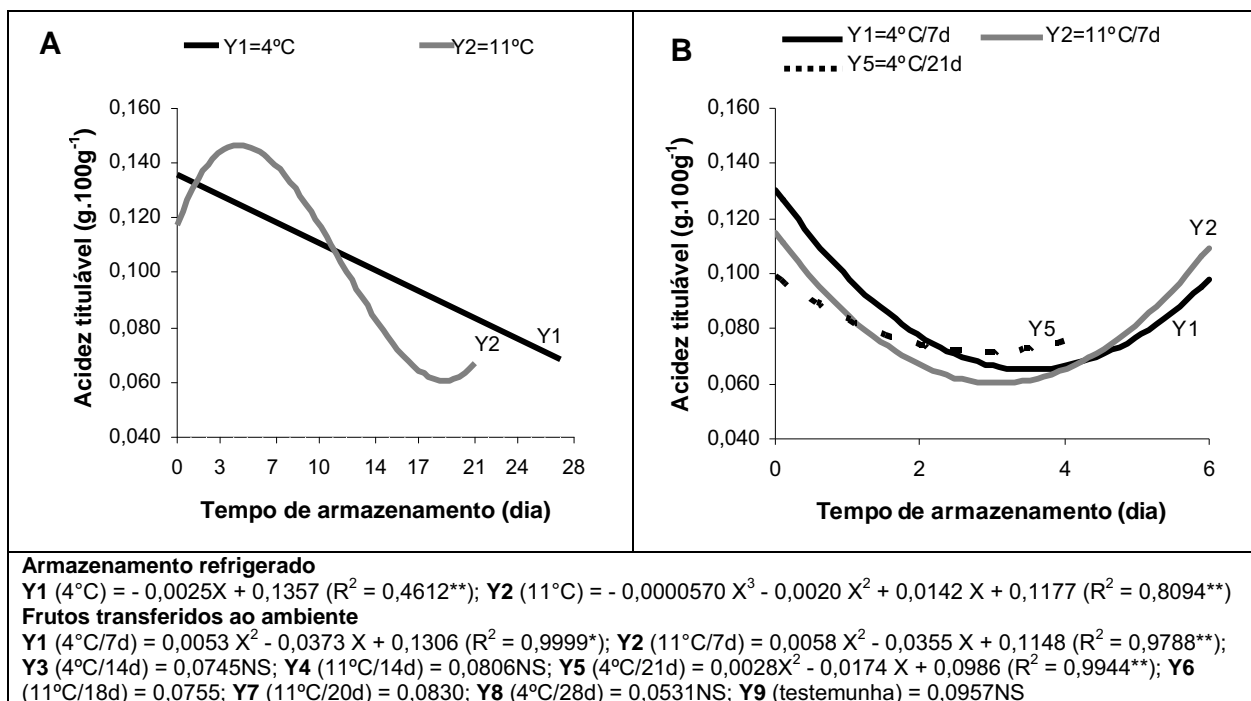


Figura 26. Acidez titulável da polpa em abacates 'Geda' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Os teores de sólidos solúveis não se alteraram com o armazenamento a 4°C e a 11°C, com média de 6,80°Brix e 6,41°Brix, respectivamente. Estes resultados não foram o observados em abacates 'Hass', armazenados a 4-5°C, mas são relatados por MORGADO (2007), ao armazenar frutos 'Geda', a 6-8°C.

Quando os frutos foram transferidos para o ambiente, os teores de sólidos solúveis não foram afetados pelo tempo, em todos os binômios temperatura x tempo. Os frutos armazenados a 4°C por 4 semanas, apresentaram as maiores médias, 7,5°Brix, enquanto os armazenados a 11°C por 4 semanas, as menores (5,8°Brix). Estas médias, nos demais tratamentos foram de 6,0-6,6°Brix (Figura 27). Nos frutos da testemunha, esses teores aumentaram até o 4º dia, para depois diminuir. MORGADO (2007), no entanto, verificou redução nos teores de sólidos solúveis em abacates 'Geda' armazenados a 20-25°C.

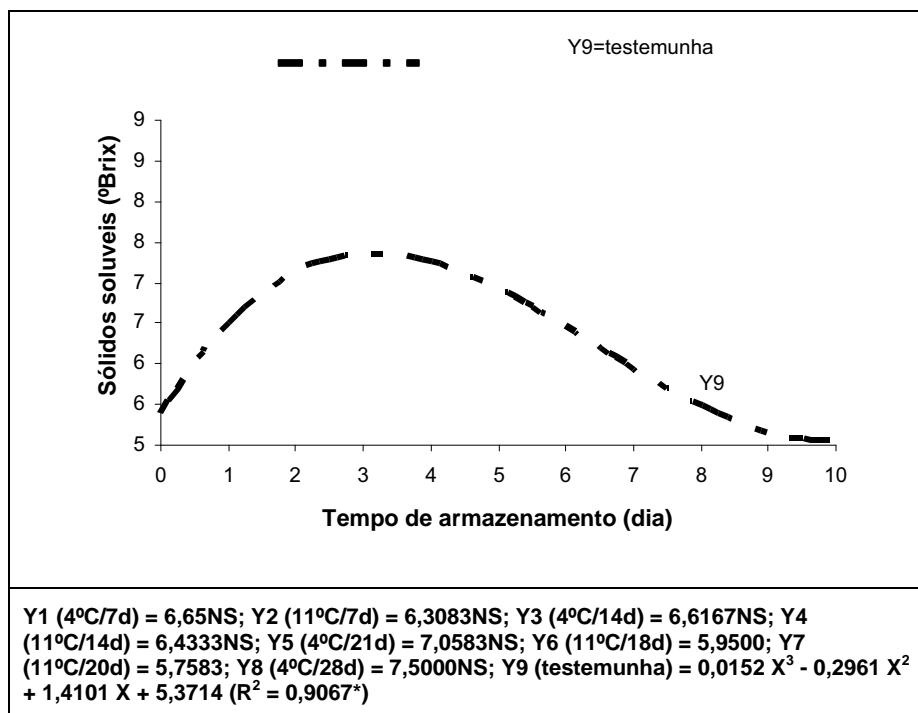


Figura 27. Sólidos solúveis na polpa de abacates 'Geada' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois de armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias. (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A porcentagem de óleo foi  $2,19 \pm 0,75\%$  nos frutos armazenados a 4°C e de  $2,17 \pm 0,51\%$  nos frutos a 11°C (Figura 28). Depois de transferidos para a condição ambiente, a porcentagem de extrato etéreo na polpa dos frutos armazenados a 4°C foi de 1,87-2,53%, enquanto, nos armazenados a 11°C foi de 2,03-2,83% e nos da testemunha, 2,81%.

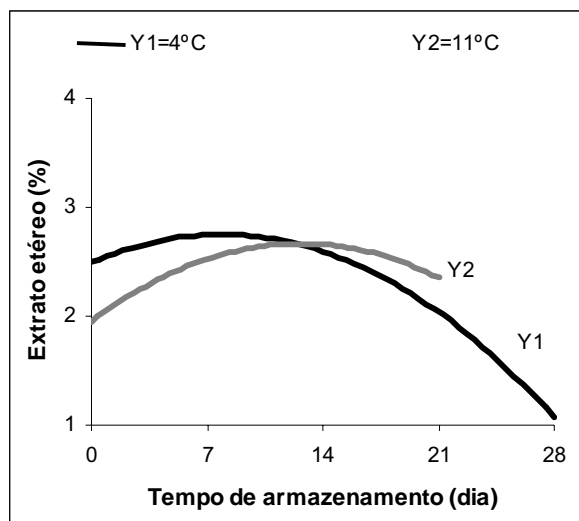


Figura 28. Teor de óleo na polpa de abacates 'Geada' armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias.

Quando amadurecidos, os frutos foram avaliados por analistas não treinados. A aparência da casca e da polpa dos mantidos a 4°C, por 21 e 28 dias, e a 11°C, por 18 e 20 dias, não foi considerada adequada. Os armazenados a 4°C e a 11°C, por 7 dias, foram os preferidos, seguidos dos testemunha. Quanto ao odor, os abacates armazenados a 4°C, por 7 e 14 dias, apresentaram os melhores e com índices equivalentes aos da testemunha (Figura 29). Estes resultados não reafirmam o apresentado anteriormente na Tabela 8, indicando que a aparência da casca não é o principal fator na apreciação deste abacate.

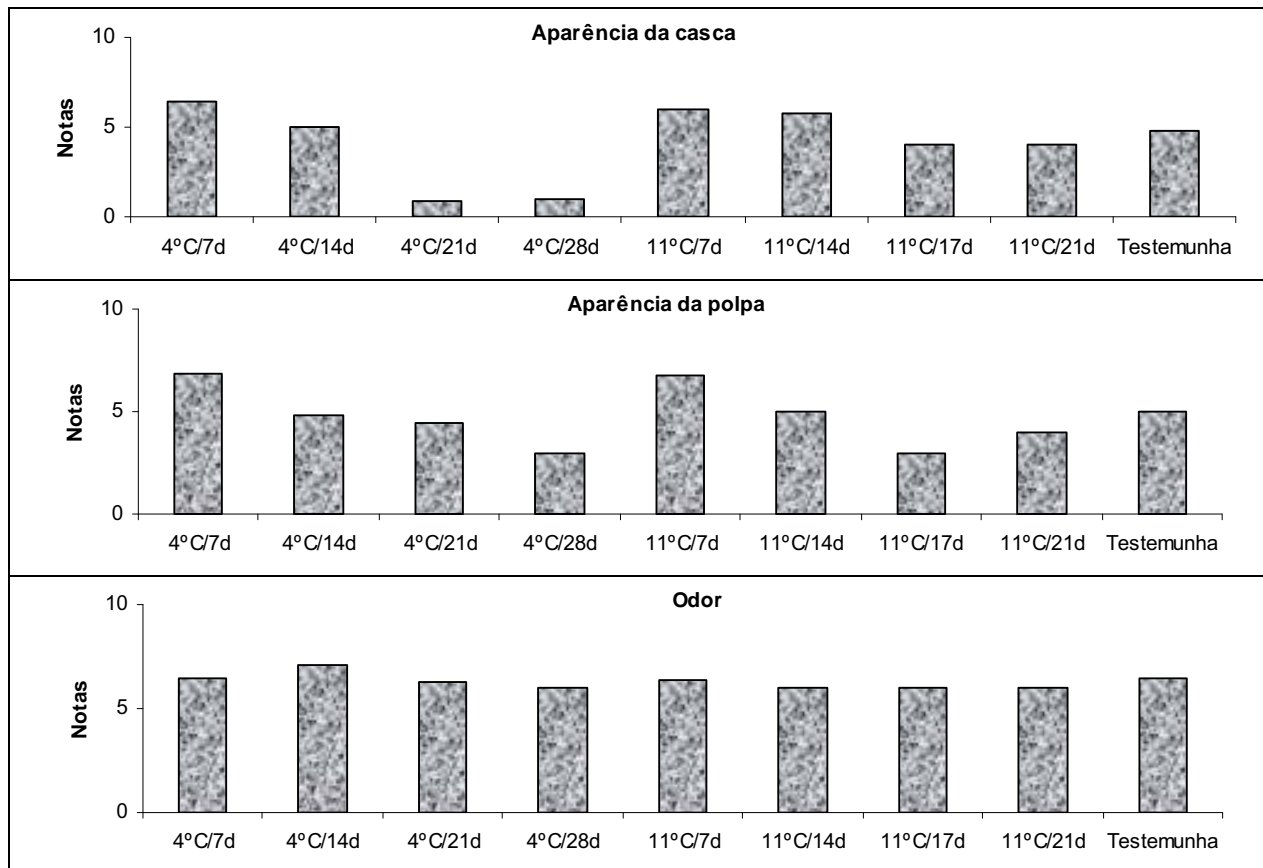


Figura 29. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor de frutos 'Geda' armazenados ao ambiente, por até 4 dias, depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22 °C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Este experimento indica que o armazenamento a 4°C, por período igual ou superior a 14 dias, levou ao aparecimento de sintomas de injúrias pelo frio, como manchas enegrecidas na casca e polpa dos frutos 'Geda'. Os sintomas na polpa se mostraram visíveis depois que os frutos foram transferidos para o ambiente. Nesta condição, a vida útil desses frutos foi de até 4 dias, limitada pela aparência da casca e da polpa.

Os abacates 'Geda' não foram injuriados pelo armazenamento a 11°C, cuja vida útil foi de 18 dias sob refrigeração, acrescida de até 4 dias depois de transferidos ao ambiente.

#### 4.1.4 Abacate 'Quintal'

Os frutos 'Quintal', quando armazenados a 4°C apresentaram ótima aparência (nota = 5) até o 4º dia, boa (nota = 4) até o 8º dia, regular (nota = 3) até o 22º dia e ruim (nota = 2) a partir do 24º dia (Tabela 25). Durante esta evolução apareciam manchas escuras na casca, o que também ocorreu em abacates 'Hass' armazenados a 1±0,5°C e nos 'Geadá'. Sintomas semelhantes, também foram relatados por BLEINROTH et al. (1977), em abacates 'Fuerte', e por BOWER et al. (2003), em abacates 'Pinkerton'.

Essas manchas iniciaram-se com tamanho pequeno e coloração marrom, que com o tempo se tornaram enegrecidas e maiores. Esses sintomas são indicados por CHITARRA & CHITARRA (2005) como uma das manifestações da injúria pelo frio.

Tabela 25 – Variação na aparência\* da casca de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a 4°C e a 11°C por até 28 dias.

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    |
|----------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|
|                | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 18 | 21 |
| 0              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 2              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 4              | 5   | 5  | 5  | 4  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 6              | 4   | 4  | 4  | 4  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 8              | -   | 4  | 4  | 3  | -    | 5  | 5  | 5  |
| 10             | -   | 3  | 3  | 3  | -    | 4  | 4  | 4  |
| 12             | -   | 3  | 3  | 3  | -    | 4  | 4  | 4  |
| 14             | -   | 3  | 3  | 3  | -    | 4  | 4  | 4  |
| 16             | -   | -  | 3  | 3  | -    | -  | 4  | 4  |
| 18             | -   | -  | 3  | 3  | -    | -  | 4  | 4  |
| 20             | -   | -  | 3  | 3  | -    | -  | 3  | 4  |
| 22             | -   | -  | -  | 3  | -    | -  | -  | 4  |
| 24             | -   | -  | -  | 2  | -    | -  | -  | -  |
| 26             | -   | -  | -  | 2  | -    | -  | -  | -  |
| 28             | -   | -  | -  | 2  | -    | -  | -  | -  |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Por ocasião da transferência dos frutos para a condição de ambiente, os armazenados a 4°C, por 7, 14, 21 e 28 dias apresentavam aparência externa boa (nota= 4), regular (nota=3), regular e ruim (nota= 2), respectivamente, devido às manchas na casca. Nos mantidos sob refrigeração por até 14 dias, os sintomas não evoluíram, mas os mantidos refrigerados por 21 ou 28 dias, a degradação continuou (Tabela 26). Esses resultados indicam que os abacates 'Quintal' são mais susceptíveis à friagem que os da 'Hass' e menos susceptíveis que os 'Geadá'.

Os armazenados a 11°C mantiveram aparência ótima até o 8º dia e boa até o 22º dia (Tabela 25). Quando esses frutos foram transferidos para condição ambiente, a aparência se mostrou ótima, boa e regular para os armazenados por 7, 14 ou 21 dias, respectivamente. A aparência dos mesmos continuou a evoluir, mas os frutos refrigerados por 7 ou 14 dias, mantiveram aparência aceitável (nota $\geq$ 3), por mais 4 dias sob a condição ambiente (Tabela 26). É importante deixar observado que o amadurecimento, já tinha sido completado quando eles foram transferidos ao ambiente, e iniciaram o processo de senescência. Comportamento similar também foi observado nos abacates ‘Hass’ armazenados a 10°C e 15°C. Os frutos da testemunha, só mantiveram aparência aceitável por 6 dias (Tabela 26).

Tabela 26 – Variação na aparência da casca de abacates ‘Quintal’ transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    | testemunha<br>(22°C, 77%UR) |
|----------------|-----|----|----|----|------|----|----|-----------------------------|
|                | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 21 |                             |
| 0              | 4   | 3  | 3  | 2  | 5    | 4  | 3  | 5                           |
| 2              | 3   | 3  | 3  | 2  | 4    | 3  | 3  | 5                           |
| 4              | 3   | 3  | 2  | 2  | 4    | 3  | 2  | 5                           |
| 6              | 3   | 3  | 2  | 2  | 2    | 1  | -  | 3                           |
| 8              | 3   | 3  | 2  | 1  | 1    | -  | -  | 1                           |
| 10             | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | 1                           |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

A luminosidade dos frutos a 4°C, armazenados por 7 e 14 dias, era de 43,56-41,50, enquanto a dos armazenados a 11°C, nestes mesmos períodos, foi maior (46,75-46,98). Com o aumento do período de armazenamento, os frutos mantidos a 4°C apresentaram redução na luminosidade para até 39,75, indicando escurecimento. O inverso ocorreu nos frutos a 11°C por até 21 dias, cujos valores se elevaram a partir do 6º dia (Figura 30A). Este comportamento também foi observado em abacates ‘Geadá’ e também foi relatado por MORGADO (2007), em abacates ‘Quintal’. No Experimento com abacates ‘Hass armazenados a 1-2°C, 4°C e 5°C’, a luminosidade permaneceu inalterada quando armazenados por até 30 dias, e reduziu-se nos armazenados a 10°C e 15°C, como consequência do amadurecimento.

Quando os frutos foram transferidos para condição ambiente, a luminosidade só variou nos frutos que haviam sido armazenados a 4°C e 11°C, por 14 dias (Figura 30 B). Este comportamento é similar ao apresentado pelos abacates ‘Geada’.

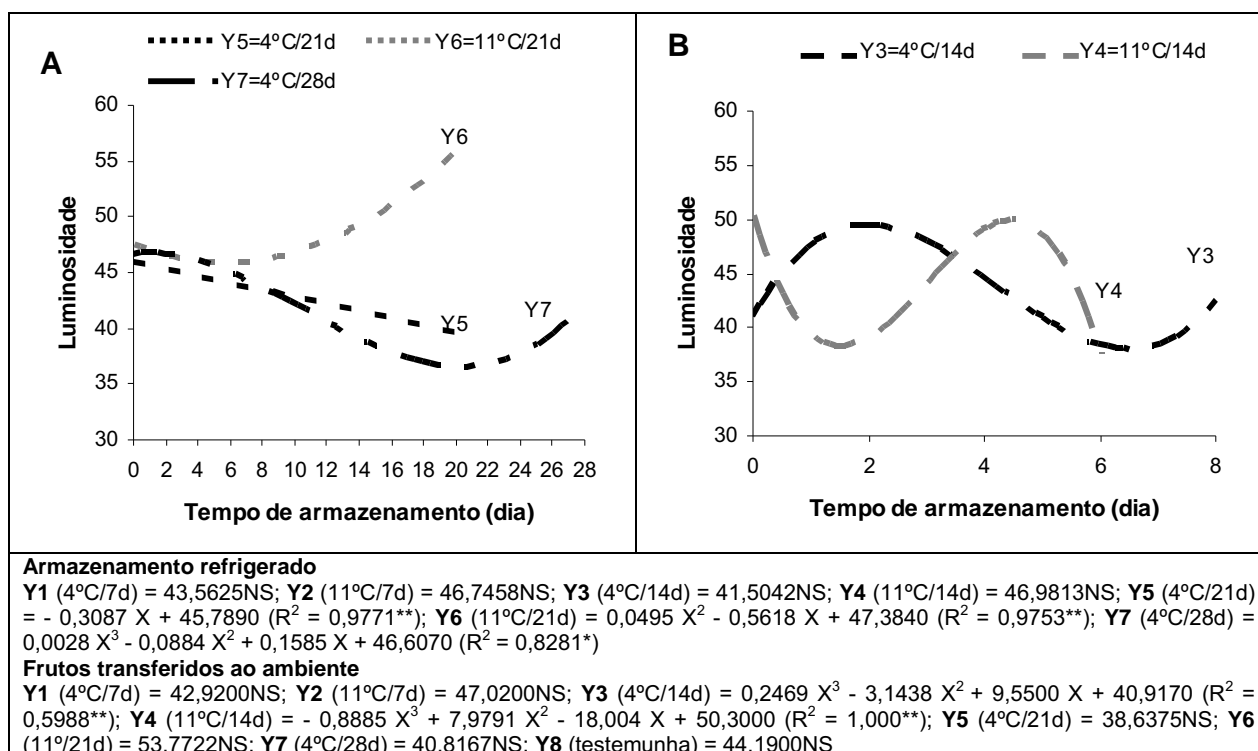


Figura 30. Variação na luminosidade da casca de abacates ‘Quintal’ durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Assim como ocorreu com abacates ‘Hass’, o ângulo de cor dos frutos não foi afetado pelo armazenamento a 4°C por até 21 dias ( $h^{\circ}=124,88$ ) e a 11°C por até 14 dias,  $h^{\circ}=128,54$  (Figura 31A). Nos frutos mantidos a 4°C por 28 dias e a 11°C por 21 dias, observou-se redução nestes valores ao longo do período de armazenamento e com maior intensidade nos frutos mantidos a 4°C ( $h^{\circ}= 116,38$ ). Este comportamento não foi observado em abacates ‘Hass’, independente da temperatura de armazenamento, mas ocorreu em ‘Geada’ e também foram relatados por MORGADO (2007) em abacates ‘Quintal’.

Depois de transferidos ao ambiente, o ângulo de cor não se modificou nos mantidos a 4°C por 7, 14 e 28 dias e a 11°C, por 7 e 21 dias, assim como nos da testemunha, cujos valores se apresentaram mais etransferidos. A 11°C por 14 dias e a 4°C por 21 dias, este ângulo diminuiu com o tempo, de 126,13 para 96,40 (Figura 31B). Redução também foi observada em abacates 'Geada' armazenados ao ambiente, depois de mantidos a 4°C e a 11°C, por até 28 dias, e ocorrendo de forma mais acentuada no final do período de armazenamento.

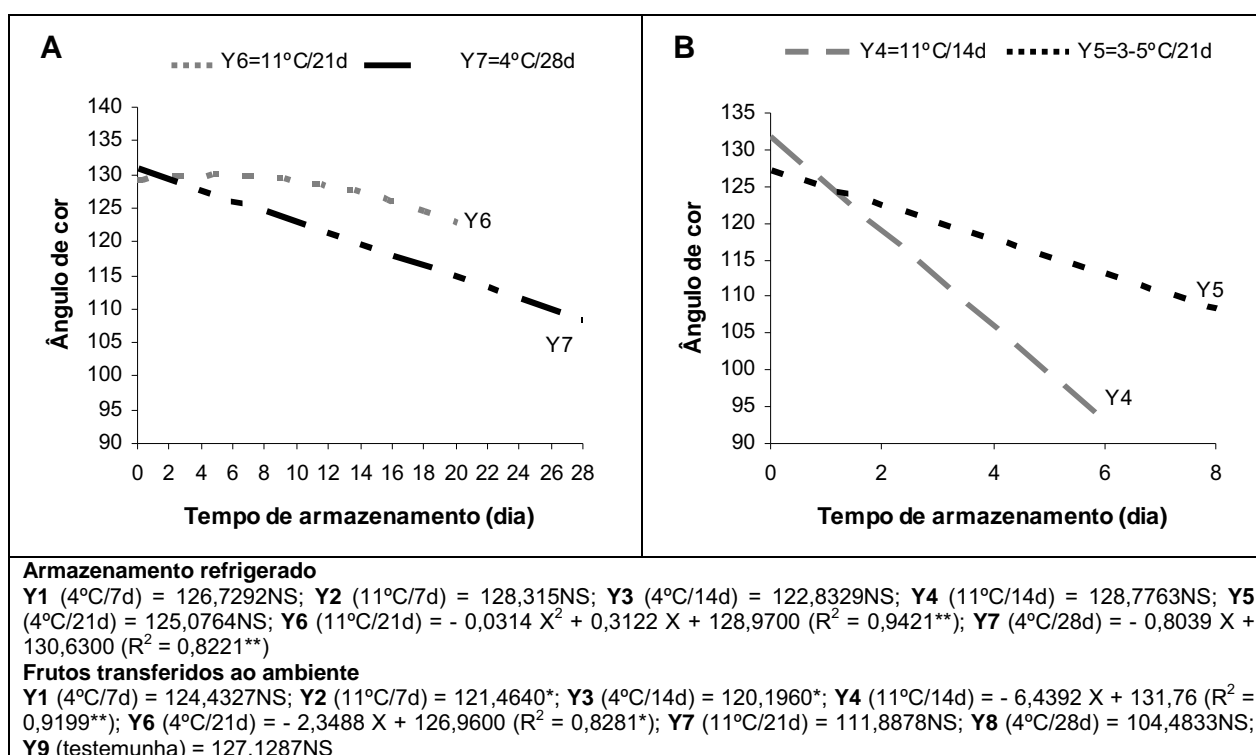


Figura 31. Variação no ângulo de cor da casca de abacates 'Quintal' durante armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A Figura 32A mostra que o armazenamento a 4°C por 14 dias e o, a 11°C por até 21 dias não afetaram a cromaticidade dos frutos, porém a 4°C, por 7, 21, e 28 dias, levou a redução na cromaticidade, que se acentuou com o período de armazenamento (4°C/28 dias = 26,18), e pode ter como causa a expansão e intensificação da cor das manchas da casca, resultantes da sensibilidade desta variedade ao "chilling", o que

também foi observado em abacates 'Geada', mas não em abacates 'Hass'. Resultados similares também foram relatados por MORGADO (2007).

Após transferência para condição ambiente, os frutos mantidos a 4°C, por 7 e 14 dias, apresentaram tendência de redução na cromaticidade, enquanto os armazenados por 21 e 28 dias, mostraram estabilidade. Observou-se que, quanto mais extensos foram os períodos de refrigeração mais reduzidos eram os valores da cromaticidade (Figura 32B), o que também ocorreu em abacates 'Geada'.

Os frutos armazenados a 11°C por 7 dias, quando transferidos ao ambiente, não apresentaram alterações na cromaticidade, porém nos armazenados por 14 e 21 dias, a tendência foi de redução, o que também foi observado nos frutos do tratamento testemunha. Esse comportamento pode ser consequência da senescência dos tecidos (Figura 32B).

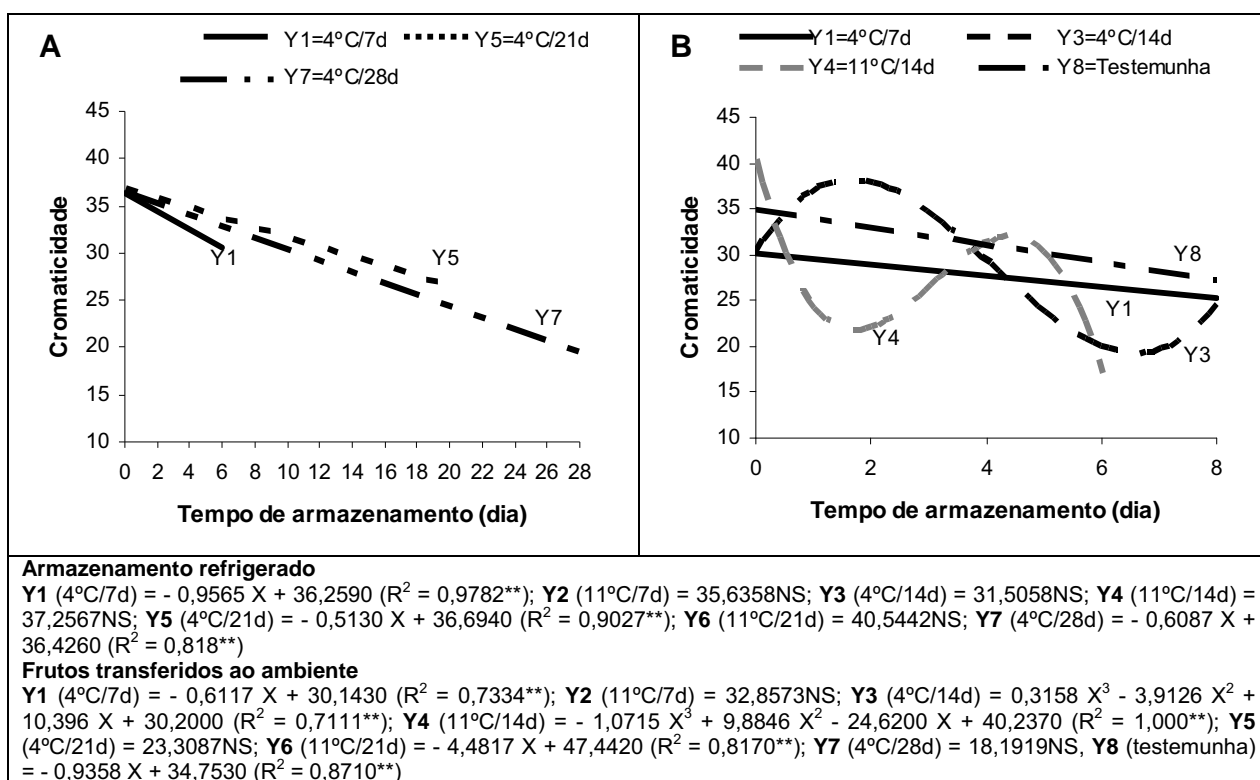


Figura 32. Variação na cromaticidade da casca de abacates 'Quintal' durante armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Apesar da redução do ângulo de cor, nos frutos armazenados a 4°C, com o prolongamento do armazenamento, estes abacates apresentaram-se visualmente verde-escurecidos e indicado pela redução na luminosidade e na cromaticidade, caracterizando o escurecimento (Figuras 38 e 40). Deve-se deixar observado que os abacates ‘Quintal’ tornaram-se verde-amarelados quando amadurecidos normalmente.

A perda de massa fresca foi crescente ao longo do armazenamento, com a maior perda nos frutos armazenados a 4°C (Tabela 27). Essa perda também foi verificada nos Experimentos com abacates ‘Hass’ e ‘Geadá’ e foi relatada por MORGADO (2007), em abacates ‘Geadá’ e ‘Quintal’, armazenados a 6-8°C e a 12-14°C, por BLEINROTH et al. (1976; 1977), em diferentes variedades de abacates, e por BOWER et al. (2003), que observou maior perda de massa nos frutos submetidos às temperaturas mais elevadas. BOWER et al. (2003) também relataram que os sintomas de injúrias pelo frio são mais severos quando não se controla a perda de massa pelos tecidos, sugerindo que os sintomas estão fortemente associados à desidratação.

Após transferência para a condição de ambiente, os frutos armazenados a 4°C e a 11°C continuaram a apresentar perda de massa crescente, o que também foi observado nos da testemunha (Tabela 28) e em abacates ‘Hass’ e ‘Geadá’. Os frutos mantidos a 4°C por 14 dias apresentaram a maior perda (0,36% ao dia) enquanto os armazenados a 11°C por 21 dias, a menor (0,2554% ao dia).

Tabela 27 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates ‘Quintal’ durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tratamentos    | Y = A - BX           | r         | Teste t |
|----------------|----------------------|-----------|---------|
| 4°C / 7 dias   | Y = 99,9640-0,3130X  | -0,9989** | a       |
| 4°C / 14 dias  | Y = 99,3333-0,3610X  | -0,8249*  | abc     |
| 4°C / 21 dias  | Y = 100,3050-0,3500X | -0,9592** | ac      |
| 4°C / 28 dias  | Y = 101,3997-0,4114X | -0,7767** | acd     |
| 11°C / 7 dias  | Y = 99,9850-0,2750X  | -0,9997** | bc      |
| 11°C / 14 dias | Y = 98,8625-0,3705X  | -0,9549** | ac      |
| 11°C / 21 dias | Y = 100,1891-0,2644X | -0,9971** | bd      |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*\*significativo a 1% de probabilidade. No teste t equações seguidas de letras iguais não diferem entre si (P≤0,05)

Tabela 28 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Quintal' transferidos ao ambiente, depois de armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tratamentos    | Equações                                 | R <sup>2</sup> |
|----------------|--|----------------|
| 4°C / 7 dias   | $Y = 0,0573 X^2 - 2,0515 X + 100,56$     | 0,9863**       |
| 4°C / 14 dias  | $Y = 100,1288 - 2,8697 X$                | 0,9993**       |
| 4°C / 21 dias  | $Y = - 0,1241 X^2 - 1,2817 X + 100,1400$ | 0,9953**       |
| 4°C / 28 dias  | $Y = 99,7754 - 2,3153 X$                 | 0,9983**       |
| 11°C / 7 dias  | $Y = 100,7444 - 2,4420 X$                | 0,9890*        |
| 11°C / 14 dias | $Y = 99,8840 - 2,4590 X$                 | 0,9984**       |
| 11°C / 21 dias | $Y = 99,6240 - 1,7700 X$                 | 0,9373**       |
| testemunha     | $Y = 101,0100 - 2,2928 X$                | 0,9999**       |

\*Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

Os abacates a 4°C apresentaram aparência da polpa ótima (nota = 5) por até 24 dias, passando para ruim (nota = 2) no 28º dia, enquanto os a 11°C apresentaram ótimas condições até o 14º dia, boas (nota = 4) até o 17º e aceitáveis (nota ≥ 3) até o 21º dia (Tabela 29). A modificação na aparência da polpa dos frutos armazenados a 4°C foi devido ao aparecimento de manchas escuras, enquanto a 11°C, à evolução do amadurecimento e senescência. Estes frutos conservaram-se adequados (nota≥3) por período inferior aos abacates 'Hass' e 'Geada'.

Depois de transferidos ao ambiente, a aparência da polpa manteve-se aceitável (nota≥3) por até 6 dias nos armazenados a 4°C, por 7 dias, enquanto que nos mantidos nesta temperatura por 14, 21 e 28 dias, foi de 4 dias. Os frutos armazenados a 11°C por 7 e 14 dias, apresentaram aparência interna aceitável até o 4º dia, enquanto os mantidos nesta temperatura, por 21 dias, já se apresentaram ruins quando transferidos ao ambiente (Tabela 30).

Tabela 29 – Variação na aparência\* da polpa de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo (dia) | 4°C | 11°C |
|-------------|-----|------|
| 0           | 5   | 5    |
| 3           | 5   | 5    |
| 7           | 5   | 5    |
| 10          | 5   | 5    |
| 14          | 5   | 5    |
| 17          | 5   | 4    |
| 21          | 5   | 3    |
| 24          | 5   | 1    |
| 28          | 2   | -    |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Tabela 30 – Variação na aparência\* da polpa de abacates ‘Quintal’ transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    | testemunha |
|----------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|------------|
|                | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 21 | 28 |            |
| 0              | 5   | 5  | 5  | 4  | 5    | 4  | 2  | -  | 5          |
| 2              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 3  | 1  | -  | -          |
| 3              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5          |
| 4              | 4   | 3  | 3  | 4  | 3    | 3  | -  | -  | -          |
| 5              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5          |
| 6              | 3   | 2  | 2  | 2  | 1    | -  | -  | -  | -          |
| 7              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 4          |
| 8              | 2   | 2  | 2  | 1  | -    | -  | -  | -  | -          |
| 9              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 3          |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

Assim como ocorreu com abacates ‘Geada’, o aparecimento de manchas nos armazenados a 4°C e a evolução do amadurecimento nos armazenados a 11°C foram os fatores que comprometeram a aparência da polpa destes frutos. ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também detectaram escurecimento na polpa de abacates ‘Hass’ armazenados a 22°C, depois de armazenados a 5°C por 4 semanas, assim como VIEIRA (1985), em abacates ‘Clone II’ armazenados a 16-24°C, depois de 4 semanas a 4°C por 4 semanas, enquanto SHARON & KAHN (1979) não detectaram esse sintoma.

Assim como ocorreu nos Experimentos com abacates ‘Hass’ e ‘Geada’, o armazenamento a 4°C não afetou a luminosidade da polpa do ‘Quintal’ (L=84,59), mas levou a evolução do ângulo de cor, de 113,27 para 107,47 e da cromaticidade de 45,90 para 36,23, sugerindo que a polpa passou de amarelo para amarelo mais pálido (Figuras 41A, 42A, 43A). Isto não confirma o observado em abacates ‘Geada’, cujo ângulo de cor aumentou com o tempo, ou quando se comparou sua cromaticidade e o ângulo de cor dos abacates ‘Hass’.

A 11°C observou-se decréscimo nos valores da luminosidade e da cromaticidade, a partir do 17º dia, quando o valor L reduziu-se de 85,55 para 68,90 (Figura 33A) e a cromaticidade de 42,92 para 31,03 (Figura 35A). O ângulo de cor não se alterou ( $h^{\circ}=114,45$ ), indicando que a polpa evoluiu para amarelo mais pálido. Esta evolução também foi observada em abacates ‘Geada’.

Depois da transferência dos frutos para condição de ambiente, a luminosidade da polpa reduziu-se linearmente nos frutos armazenados a 11°C, independente do

período de armazenamento, chegando a  $L=64,9$ , enquanto nos armazenados a  $4^{\circ}\text{C}$  por 21 dias, a luminosidade se manteve em 80,25 (Figura 33B). Essa redução não foi observada na polpa de abacates 'Hass' transferidos ao ambiente, depois de mantidos a  $5^{\circ}\text{C}$  por até 21 dias, porém foi observada em frutos mantidos a  $10^{\circ}\text{C}$  e  $15^{\circ}\text{C}$ , por até 14 dias, e em frutos armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  por até 45 dias. Este escurecimento também foi observado por SHARON & KAHN (1979) em abacates 'Fuerte' armazenados a  $17^{\circ}\text{C}$ , depois de refrigerados a  $5^{\circ}\text{C}$  por 13 dias e a  $2^{\circ}\text{C}$  por 14 dias.

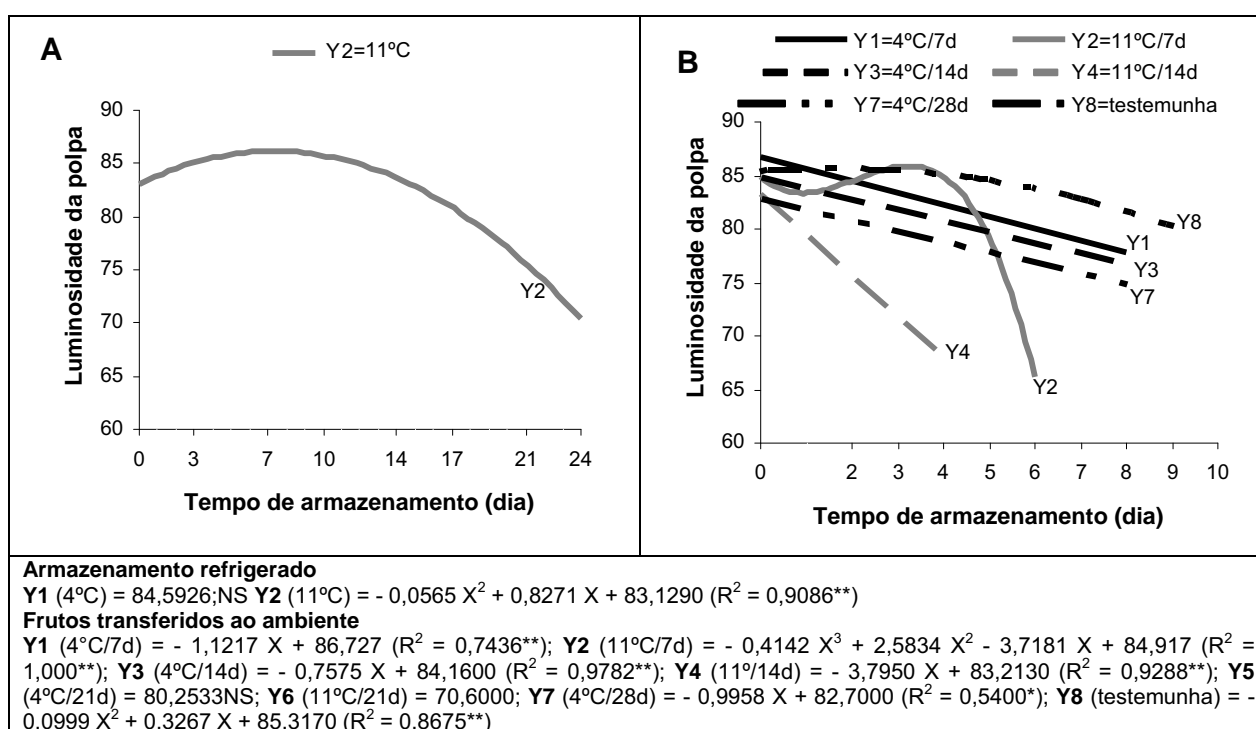


Figura 33. Variação na luminosidade da polpa de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a  $4^{\circ}\text{C}$  e  $11^{\circ}\text{C}$  por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O escurecimento apresentado danificou a aparência da polpa e está associado a sintomas de injúrias pelo frio (HONÓRIO & MORETTI, 2002) ou à senescência dos frutos. CHITARRA & CHITARRA (2005) explicam que este escurecimento ocorre devido a oxidação enzimática de fenóis, que são transformados em ortoquinonas, que se polimerizam formando melaninas, responsáveis pela coloração escura dos tecidos.

Durante o armazenamento ao ambiente, o ângulo de cor da polpa reduziu-se linearmente nos abacates armazenados a 4°C, o que não foi observado em abacates ‘Hass’ armazenados a 5°C, mas repetiu o ocorrido em abacates ‘Hass’ e ‘Geada’ mantidos a 4°C. Nos frutos mantidos a 11°C por 7 dias observou-se redução de 112,76 para 109,45, o que também foi observado em abacates ‘Hass’ e ‘Geada’ (Figura 34B). Nos frutos da testemunha este ângulo aumentou até o 5º dia ( $h^{\circ} = 112,64$ ), para depois se reduzir (Figura 34B).

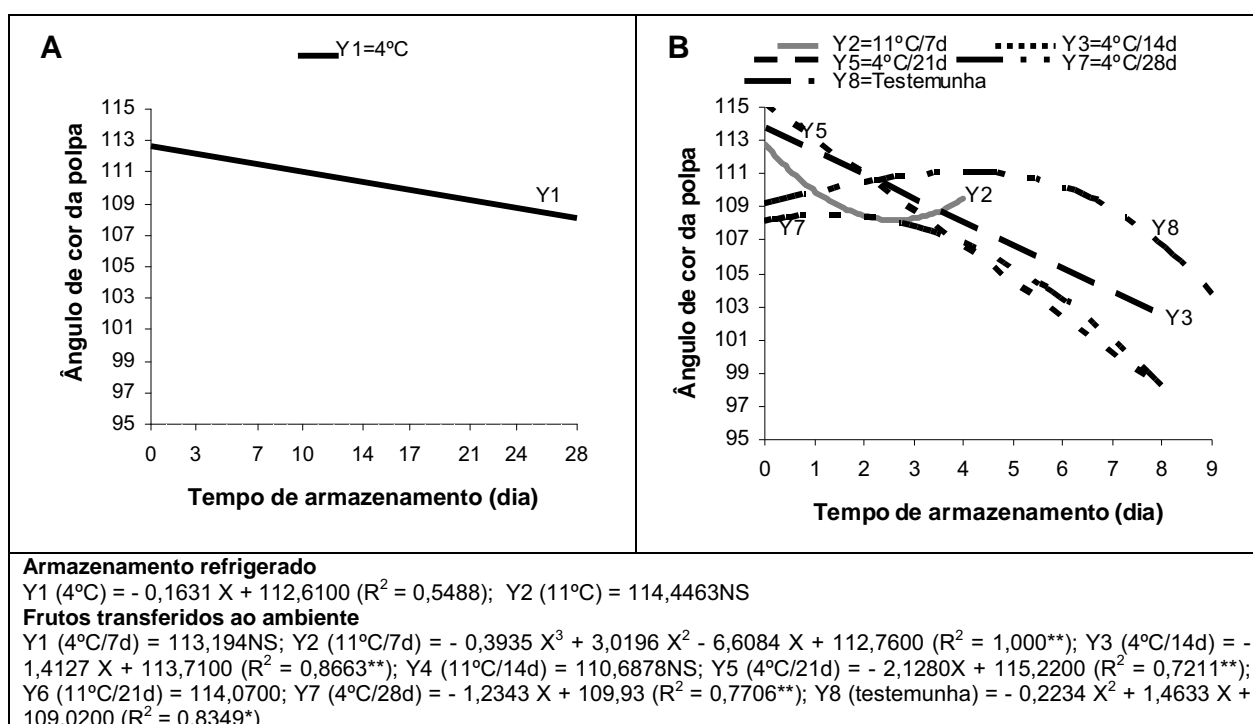


Figura 34. Variação no ângulo de cor da polpa de abacates ‘Quintal’ durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Foi observado redução na cromaticidade da polpa dos frutos transferidos ao ambiente, depois de mantidos a 4°C por 7 e 14 dias. Nos armazenados a 11°C, a cromaticidade também se reduziu, assim como nos da testemunha (Figuras 43B). Em abacates ‘Hass’, redução semelhante foi observada nos frutos mantidos a 5°C por 14 dias, enquanto que em ‘Geada’, as temperaturas e os períodos sob refrigeração

levaram a redução na cromaticidade, quando eles foram transferidos para condição de ambiente.

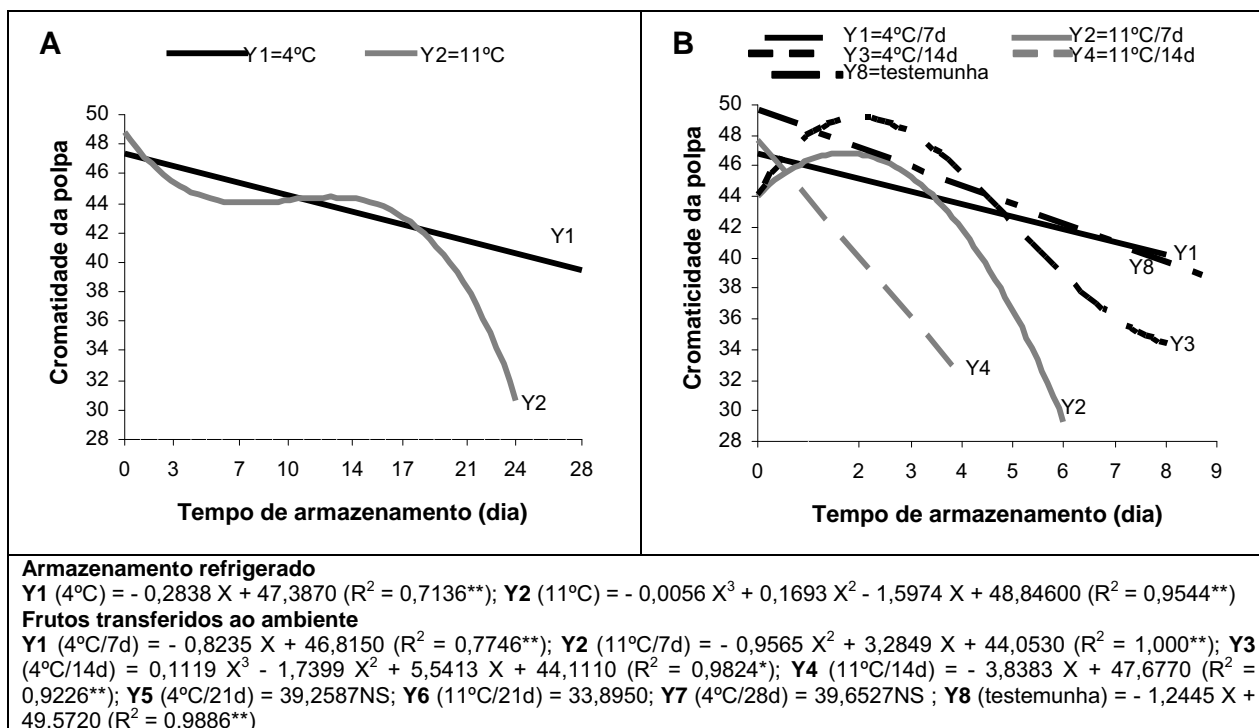


Figura 35. Variação na cromaticidade da polpa de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass' armazenados a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  e 'Geada' a 4°C, a polpa dos frutos armazenados a 4°C, apresentaram manchas escuras, depois de transferidos a condição de ambiente. Nos armazenados por 7 dias, o escurecimento atingiu 11% após 6 dias de armazenamento ao ambiente. Quando armazenados por 14 e 21 dias, o escurecimento era estes era de 33,3% e 78,8%, respectivamente, e ocorreram em 2 dias. Nos refrigerados por 28 dias, era de 11,3%, em 6 dias (Tabela 31). Sintomas semelhantes foram relatados por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) e VIEIRA (1985), em frutos de 'Hass' e 'Clone II', amadurecidos a 17°C e 16-24°C, respectivamente, depois de submetidos a armazenamento refrigerado. Isto não foi detectado por SHARON & KAHN (1979) em abacates 'Fuerte' armazenados a 17°C, após período sob refrigeração.

Sintomas semelhantes não foram observados em frutos da testemunha e só apareceram após 6 dias de armazenamento ao ambiente, nos frutos mantidos a 11°C por 7 dias. Nestes frutos, este sintoma foi atribuído à senescência.

Tabela 31 – Escurecimento interno (%) em abacates ‘Quintal’ transferidos a condição de ambiente, depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo (dia) | 4°C  |      |      |      | 11°C |     |     |    | testemunha (22°C, 77%UR) |
|-------------|------|------|------|------|------|-----|-----|----|--------------------------|
|             | 7    | 14   | 21   | 28   | 7    | 14  | 21  | 28 |                          |
| 0           | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | -  | 0,0                      |
| 2           | 0,0  | 33,3 | 78,8 | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | -  | -                        |
| 3           | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -  | 0,0                      |
| 4           | 0,0  | 56,0 | 0,8  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | -   | -  | -                        |
| 5           | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -  | 0,0                      |
| 6           | 11,0 | 15,0 | 20,5 | 11,3 | 37,1 | -   | -   | -  | -                        |
| 7           | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -  | -                        |
| 8           | -    | 14,5 | 21,0 | 50,7 | -    | -   | -   | -  | -                        |
| 9           | -    | -    | -    | -    | -    | -   | -   | -  | 0,0                      |

Os frutos armazenados a 4°C permaneceram com firmeza maior que 127,4N ao longo de todo o período de armazenamento, enquanto os a 11°C mantiveram-na até o 7º dia, seguido de evolução decrescente, que atingiu 1,0N no 24º dia, devido ao amadurecimento (Tabela 32). Este comportamento também foi encontrado nos abacates ‘Hass’ e ‘Geada’, o que vem ao encontro do relatado por ZAUBERMAN et al. (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), VIEIRA (1985) e MORGADO (2007).

Tabela 32 – Variação na firmeza (Newtons) de abacates ‘Quintal’ durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo (dia) | 4°C   | 11°C  |
|-------------|-------|-------|
| 0           | 127,4 | 127,4 |
| 3           | 127,4 | 127,4 |
| 7           | 127,4 | 127,4 |
| 10          | 127,4 | 55,9  |
| 14          | 127,4 | 5,9   |
| 17          | 127,4 | 2,9   |
| 21          | 127,4 | 2,9   |
| 24          | 127,4 | 1,0   |
| 28          | 127,4 | -     |

Depois de transferidos ao ambiente, a firmeza da polpa evoluiu de > 127,4N para 0,0N nos frutos armazenados a 4°C ou a 11°C, assim como nos da testemunha (Tabela 33). Este comportamento foi o observado nos abacates ‘Hass’ e ‘Geada’ e indica que os

frutos completaram o amadurecimento, conforme o relatado por SHARON & KAHN (1979), VIEIRA (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR. (1995).

Tabela 33 – Variação na firmeza (Newtons) de abacates ‘Quintal’ transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22 °C, 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C    |        |        |        | 11°C   |     |     | testemunha<br>(22°C, 77%UR) |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|-----------------------------|
|                | 7      | 14     | 21     | 28     | 7      | 14  | 21  |                             |
| 0              | >127,4 | >127,4 | >127,4 | >127,4 | >127,4 | 5,9 | 2,9 | 112,7                       |
| 2              | 49,0   | 34,3   | 9,8    | 7,8    | 65,7   | 0,0 | 0,0 | -                           |
| 3              | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   | 117,6                       |
| 4              | 11,8   | 2,9    | 9,8    | 1,0    | 0,0    | 0,0 | -   | -                           |
| 5              | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   | 17,6                        |
| 6              | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | -   | -   | -                           |
| 7              | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   | 10,8                        |
| 8              | 8,8    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | -      | -   | -   | -                           |
| 9              | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   | 0,0                         |
| 10             | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   | -                           |

A acidez titulável dos frutos ‘Quintal’ armazenados a 4°C reduziu-se com o tempo, de 0,154g.100g<sup>-1</sup> para 0,093 g.100g<sup>-1</sup>, em 28 dias, e manteve-se em 0,094g.100g<sup>-1</sup> quando armazenados a 11°C (Figura 36A). Estes resultados são divergentes dos obtidos em abacates ‘Hass’, nos quais estes teores aumentaram durante o armazenamento a 5°C e nos ‘Geada’, a 11°C, cuja evolução levou a aumento no início e final do período de armazenamento. Os resultados obtidos não reafirmam o encontrado por MORGADO (2007), que armazenou abacates ‘Quintal’ a 6-8°C e a 12-14°C e observou aumento após o 5º dia, em frutos armazenados a 6-8°C, e redução nos a 12-14°C.

Depois de transferidos a condição ambiente, a acidez da polpa não foi afetada pelo tempo de armazenamento, independentemente dos períodos de refrigeração, porém observou-se os menores teores (0,088 a 0,116 g.100g<sup>-1</sup>) nos frutos mantidos a 11°C (Figura 36B). Esse comportamento é divergente do encontrado em abacates ‘Hass’, quando submetidos às mesmas condições, e em ‘Geada’ transferidos ao ambiente, depois de 7 dias a 4°C e 11°C. Nos frutos da testemunha estes valores aumentaram até os 3 dias para depois se reduzir (Figura 36B). Esse comportamento também foi o observado nos abacates ‘Hass’ e relatado por SANCHES (2006), que armazenou abacates ‘Hass’ a 25°C e foi explicado pela evolução do amadurecimento.

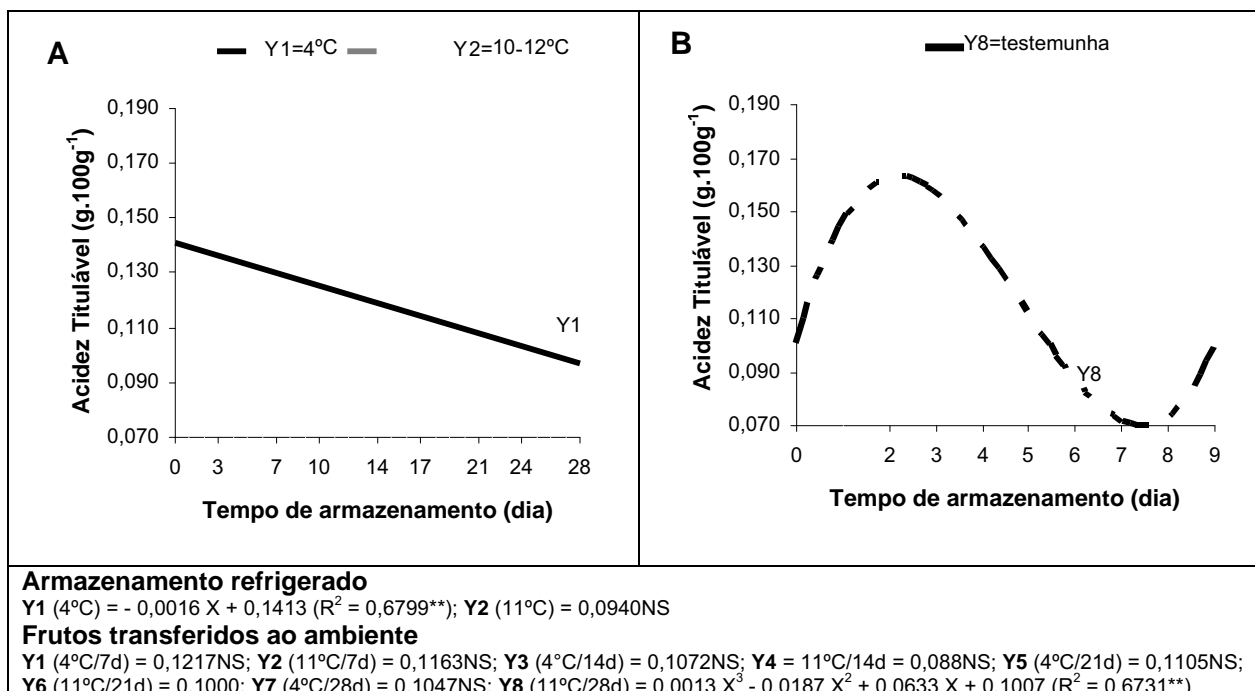


Figura 36. Acidez titulável na polpa de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Os teores de sólidos solúveis nos frutos mantidos a 4°C foi de 7,1°Brix, enquanto nos armazenados a 11°C houveram variações, representadas por uma equação de 3º grau, com mínimo de 6,4°Brix e máximo de 8,4°Brix, no início e após 14 dias de armazenamento (Figura 37A). Essa variação também foi observada por MORGADO (2007), que armazenou abacates 'Quintal' a 6-8°C e a 12-14°C. Os abacates 'Hass' também mantiveram os teores de sólidos solúveis quando armazenamentos a 4-5°C, porém a 1-2°C, 10°C e 15°C, esses teores aumentaram com o tempo, para depois diminuir. Em abacates 'Geada', os teores de sólidos mantiveram-se estáveis, independentemente da temperatura de armazenamento.

Depois de transferidos para a condição ambiente, os teores de sólidos solúveis não foram afetados pelo tempo de armazenamento sob refrigeração, exceto nos armazenados a 4°C por 28 dias, que apresentaram pequeno aumento. Em abacates 'Hass', esse comportamento só foi observado nos frutos submetidos a 5°C por 7 dias, a 4°C por 45 dias ou a 10°C por 7 e 21 dias, o que também foi relatado por SANCHES

(2006). Nos frutos do tratamento testemunha, estes teores se reduziram, de 8,6°Brix para 6,37°Brix, ao longo do armazenamento (Figura 37B).

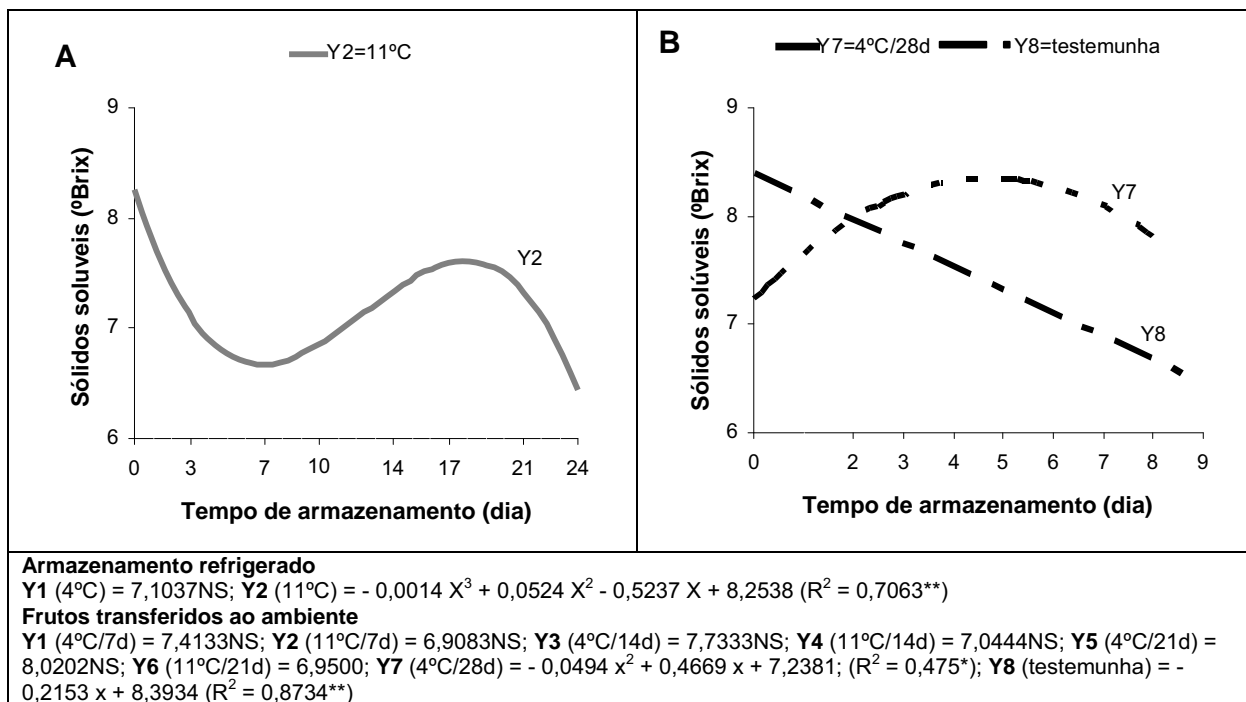


Figura 37. Sólidos solúveis na polpa de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A porcentagem de óleo ou extrato etéreo nos frutos mantidos a 4°C e a 11°C foi de 4,37 - 4,76% (Figura 38). Durante o armazenamento ao ambiente, os frutos submetidos aos diferentes tratamentos apresentaram aumento na porcentagem de extrato etéreo ou de óleo.

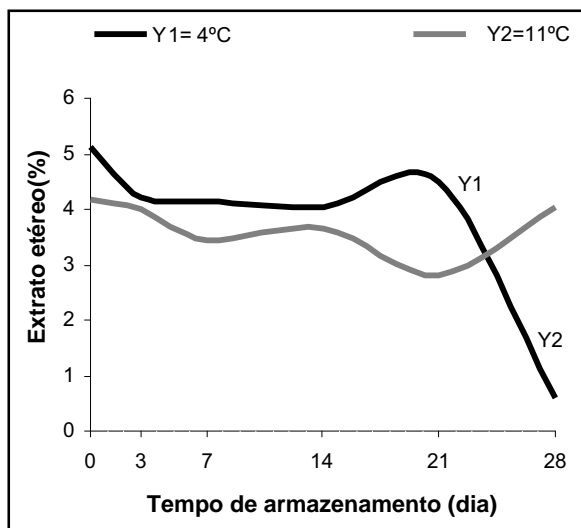


Figura 38. Teor de óleo na polpa de abacates 'Quintal' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

Depois de amadurecidos, os abacates foram avaliados por analistas não treinados, os quais indicaram que os frutos armazenados a 11°C por 7 dias, apresentaram com a melhor aparência da casca, seguidos dos frutos da testemunha. Observou-se também, que este aspecto foi piorando durante o período de armazenamento refrigerado, tanto a 4°C como a 11°C, devido ao escurecimento da casca. Internamente, os frutos armazenados a 4°C, por 7 dias, mostraram-se semelhantes aos da testemunha, enquanto que as demais condições prejudicaram o aspecto dos mesmos, principalmente o armazenamento a 11°C, por 21 dias. O odor dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos foi considerado melhor que os da testemunha, com exceção dos mantidos a 12°C por 14 dias (Figura 39). Esses resultados são semelhantes aos encontrados em abacates 'Hass' armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  em 'Geada'.

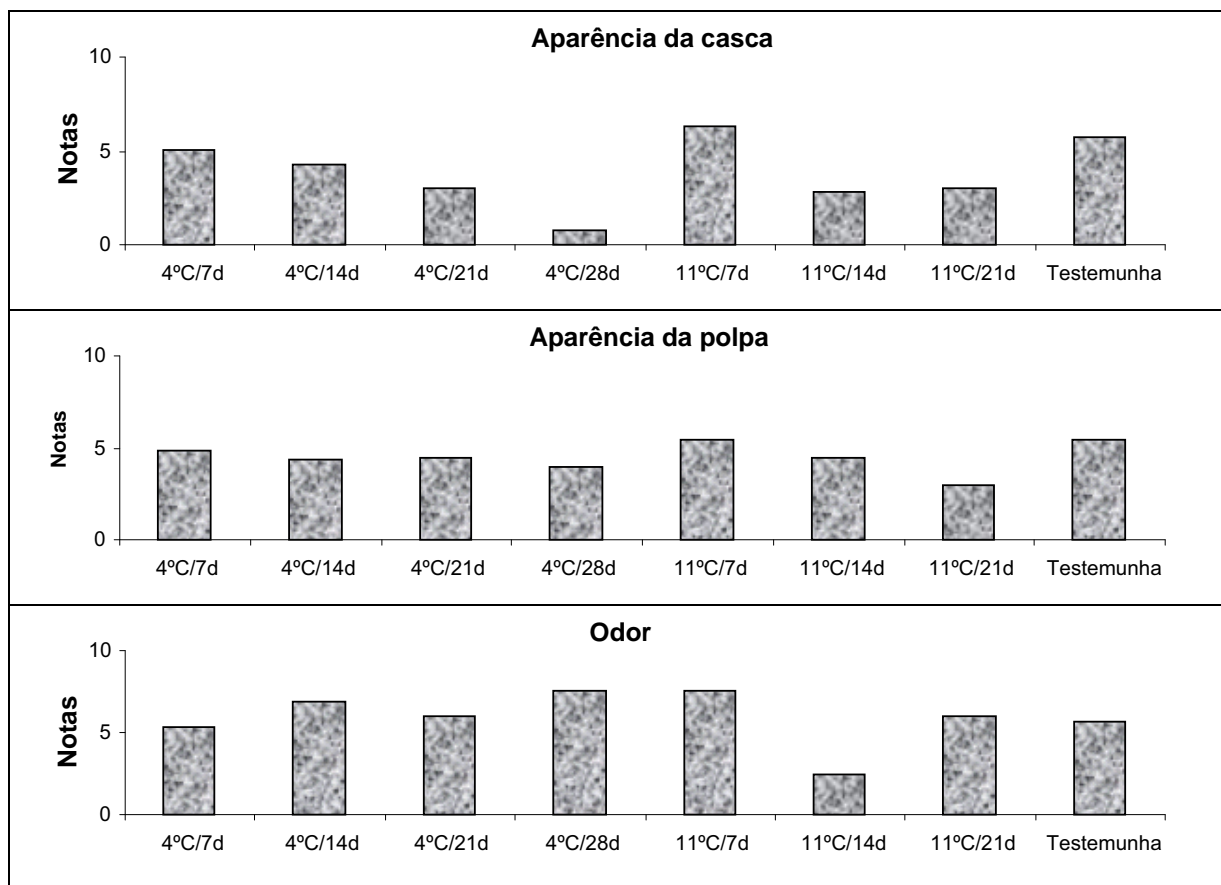


Figura 39. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor de frutos 'Quintal' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 9 dias, depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Assim como ocorreu nos frutos 'Geadá', este experimento permitiu verificar que os abacates 'Quintal' também foram afetados pelo armazenamento a 4°C, que levou ao aparecimento de injúrias na casca e na polpa, na forma de manchas escurecidas, que prejudicaram a qualidade visual dos frutos, após 10 dias de armazenamento refrigerado, e da polpa após 28 dias. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, o escurecimento interno só ocorreu nos armazenados por 14 dias ou mais. Logo os frutos 'Quintal' podem ser armazenados por 7 dias a 4°C, e conservando a boa qualidade depois de transferidos ao ambiente. A 11°C, estes frutos amadureceram, com vida útil de até 22 dias sob refrigeração, acrescido de até 6 dias quando transferidos ao ambiente.

#### 4.1.5 Abacate 'Fortuna'

A aparência dos frutos armazenados a 4°C manteve-se ótima (nota = 5) por até 20 dias, evoluiu para boa (nota = 4) e continuou com este aspecto até o 28º dia, enquanto que a dos armazenados a 11°C permaneceu ótima até o 16º dia, boa do 16º ao 20º dia e depois regular (nota = 3) até o 28º dia (Tabela 34). Estes frutos conservaram-se adequados (nota  $\geq$  3) por períodos superiores aos relatados para os frutos das cultivares 'Geada' e 'Quintal'.

Quando transferidos para o ambiente, os frutos armazenados a 4°C mantiveram-se com aparência aceitável (nota  $\geq$  3) por período tanto maior quanto menor o tempo a 4°C, o que também se repetiu nos armazenados a 11°C. Esse comportamento pode ser devido a injúria pelo frio, nos frutos a 4°C, à evolução do amadurecimento, nos frutos a 11°C. Os frutos do tratamento testemunha apresentaram aparência aceitável por até 8 dias (Tabela 35). Os abacates 'Fortuna' conservaram-se aceitáveis (nota  $\geq$  3) por períodos menores que 'Hass' e maiores que os abacates 'Geada' e 'Quintal'.

Tabela 34 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    |
|----------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|
|                | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 21 | 28 |
| 0              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 2              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 4              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 6              | 5   | 5  | 5  | 5  | 5    | 5  | 5  | 5  |
| 8              | -   | 5  | 5  | 5  | -    | 5  | 5  | 5  |
| 10             | -   | 5  | 5  | 5  | -    | 5  | 5  | 5  |
| 12             | -   | 5  | 5  | 5  | -    | 5  | 5  | 5  |
| 14             | -   | 5  | 5  | 5  | -    | 5  | 5  | 5  |
| 16             | -   | -  | 5  | 5  | -    | -  | 5  | 4  |
| 18             | -   | -  | 5  | 5  | -    | -  | 4  | 4  |
| 20             | -   | -  | 5  | 5  | -    | -  | 4  | 4  |
| 22             | -   | -  | -  | 4  | -    | -  | -  | 3  |
| 24             | -   | -  | -  | 4  | -    | -  | -  | 3  |
| 26             | -   | -  | -  | 4  | -    | -  | -  | 3  |
| 28             | -   | -  | -  | 4  | -    | -  | -  | 3  |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima para o

Tabela 35 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C,77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    | testemunha<br>(22°C, 77%UR) |
|----------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|-----------------------------|
|                | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 21 | 28 |                             |
| 0              | 5   | 5  | 5  | 4  | 5    | 5  | 4  | 3  | 5                           |
| 2              | 5   | 4  | 4  | 3  | 5    | 4  | 3  | 1  | 5                           |
| 4              | 5   | 4  | 3  | 3  | 5    | 3  | 2  | -  | 5                           |
| 6              | 4   | 3  | 3  | 1  | 4    | 2  | -  | -  | 5                           |
| 8              | 4   | 2  | 1  | -  | 4    | 1  | -  | -  | 4                           |
| 10             | 2   | 1  | -  | -  | 1    | -  | -  | -  | 3                           |
| 12             | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 1                           |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima para o

A luminosidade da casca não apresentou alterações em frutos que foram mantidos por até 14 dias a 4°C ou 11°C. Nos armazenados por 21 dias, a 4°C, observou-se redução nos valores, enquanto nos armazenados a 11°C, por 21 ou 28 dias, observou-se aumento (Figura 40A). Variação semelhante foi observada em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal', especialmente nos refrigerados por mais tempo, mas não em 'Hass', quando armazenados a 5°C.

Quando estes frutos foram transferidos para o ambiente, a luminosidade aumentou de 40,67 para 49,25, nos frutos armazenados a 4°C por até 14 dias e a 11°C por 7 dias, o que também foi observado nos frutos da testemunha, a partir do 2º dia. Nos frutos armazenados a 4°C, por 21 ou 28 dias, ou a 11°C, por mais de 14 dias, a luminosidade permaneceu estável L= 46,20 a 44,99.(Figura 40B). Esta evolução também foi observada em abacates 'Geada' e 'Quintal', transferidos para o ambiente depois de mantidos por períodos superiores a 14 dias sob refrigeração.

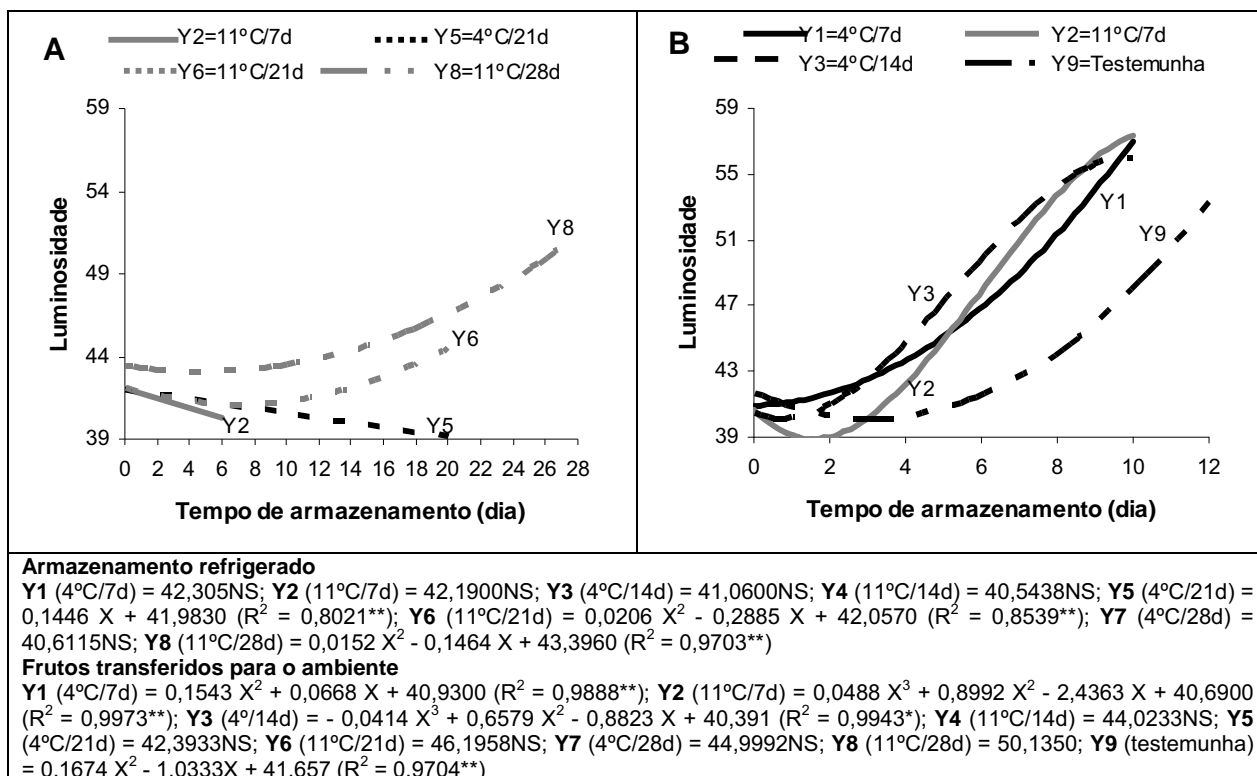


Figura 40. Variação na luminosidade em abacates 'Fortuna' armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos para o ambiente, assim como em frutos armazenados ao ambiente, testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

O ângulo de cor não foi alterado pelo armazenamento a 4°C mas se reduziu, antes de aumentar, durante o armazenamento a 11°C por 7 dias, o que não foi observado nos experimentos anteriores (Figura 41A). Resultados similares foram observados em abacates 'Hass' e 'Quintal' armazenados a 4°C por até 30 dias, enquanto nos da 'Geada' a tendência foi de redução.

Quando os frutos foram transferidos para o ambiente, o ângulo de cor apresentou tendência de redução com o tempo nos frutos armazenados a 4°C, por até 14 dias, ou a 11°C, por até 21 dias, o que também foi observado em abacates 'Geada' e 'Quintal'. Esta redução no ângulo de cor indica que a cor dos frutos passou de verde escuro para verde claro. Os frutos mantidos a 4°C por 21 dias ou a 11°C por 21 e 28 dias, assim como nos da testemunha, apresentaram estabilidade, com  $h^{\circ}=124,69$  a 131,0 (Figura 41B).

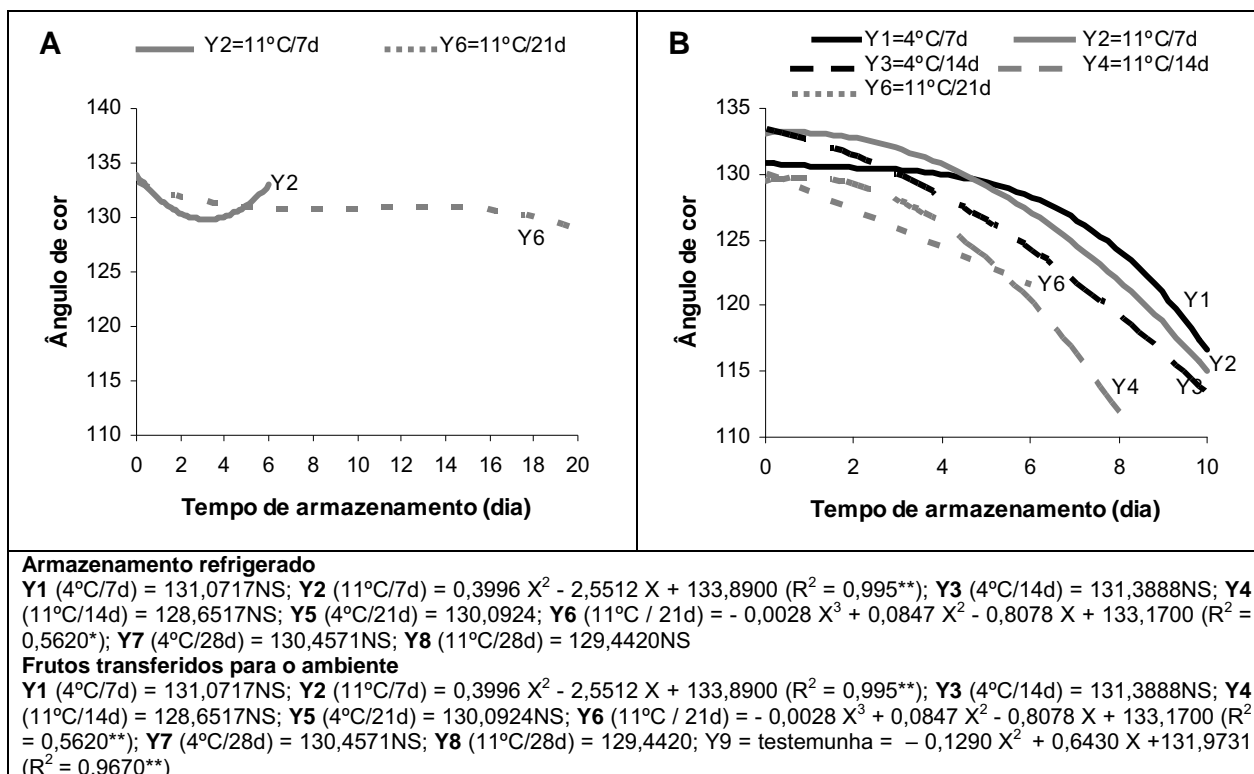


Figura 41. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos para o ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A cromaticidade não apresentou alterações significativas durante o armazenamento a 4°C por até 21 dias, e somente após 28 dias reduziu-se de 34,91 para 29,43 (Figura 42A), o que também foi observado em abacates 'Hass' mantidos a 4°C, mas não em frutos de 'Geadá' e 'Quintal', cuja cromaticidade se reduziu com o prolongamento do armazenamento a 4°C. A 11°C observou-se aumento nestes valores, com o tempo de armazenamento (Figura 42A), o que foi observado em abacates 'Geadá' e 'Quintal'. Quando os frutos foram transferidos para o ambiente, seus valores aumentaram durante o armazenamento a 4°C e nos a 11°C, por até 7-14 dias, devido ao amadurecimento. Nos frutos da testemunha este aumento foi observado a partir do 6º dia. Nos abacates 'Geadá' e 'Quintal' a cromaticidade apresentou tendência de estabilidade ou redução.

Os frutos armazenados por períodos mais extensos sob refrigeração, tanto a 4°C como a 11°C, quando transferidos para o ambiente, apresentaram menor luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade (Figuras 56B, 57B e 58B), que são sintomas de injúrias pelo frio.

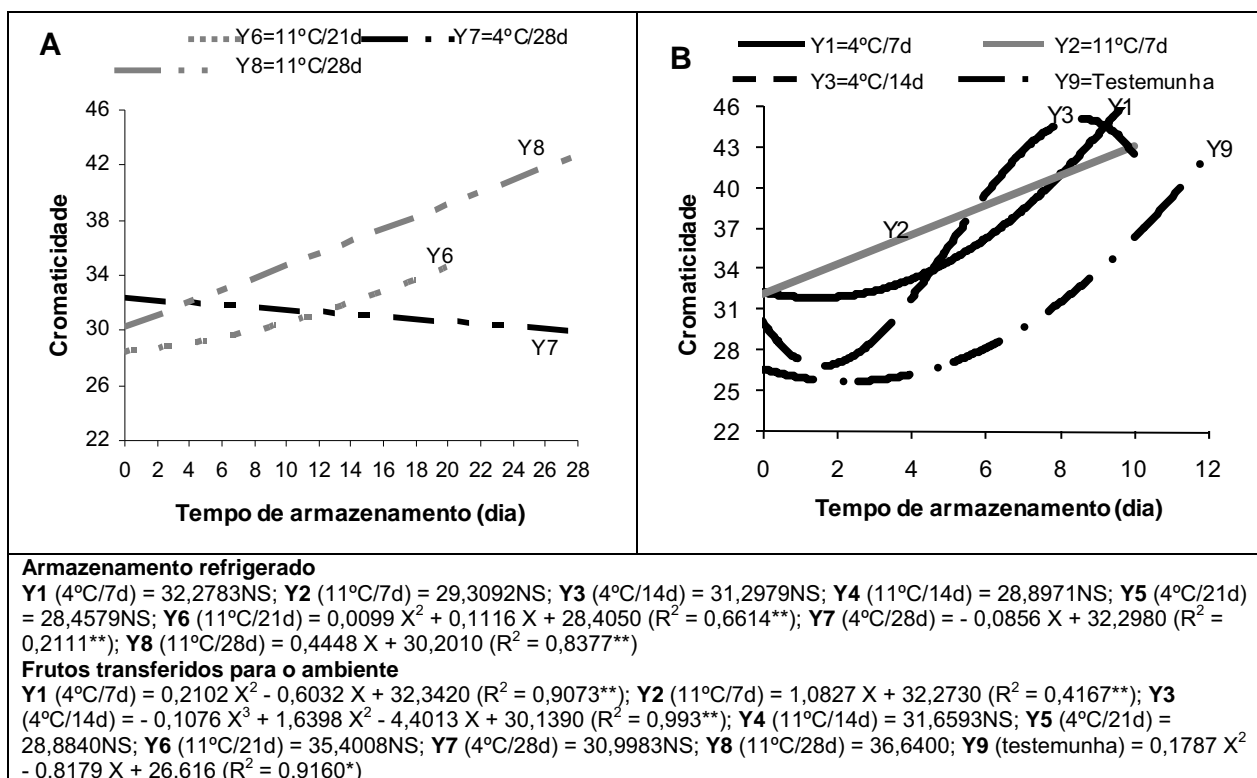


Figura 42. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos para o ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Os frutos submetidos a todos os tratamentos apresentaram perda de massa fresca durante o período de armazenamento, com os frutos a 11°C apresentando as maiores intensidades de perdas (Tabela 36). Esta perda também foi observada em abacates 'Hass', 'Geada', e 'Quintal', como foi relatado por BOWER et al. (2003) e MORGADO (2007).

Os frutos de todos os tratamentos continuaram perdendo massa depois que foram transferidos para o ambiente, principalmente os armazenados a 4°C por 28 dias

(Tabela 27). Esta evolução também foi observada nos abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal'.

Tabela 36 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tratamentos    | Equações                              | R <sup>2</sup> |
|----------------|---------------------------------------|----------------|
| 4°C / 7 dias   | $Y = 99,9654 - 0,1923 X$              | 0,9946**       |
| 4°C / 14 dias  | $Y = 99,9398 - 0,1765 X$              | 0,9986**       |
| 4°C / 21 dias  | $Y = 99,9520 - 0,1766 X$              | 0,9996**       |
| 4°C / 28 dias  | $Y = 99,8880 - 0,1845 X$              | 0,9994**       |
| 11°C / 7 dias  | $Y = 99,9968 - 0,6381 X + 0,0241 X^2$ | 1,0000**       |
| 11°C / 14 dias | $Y = 99,8659 - 0,4722 X$              | 0,9968**       |
| 11°C / 21 dias | $Y = 99,9795 - 0,4631 X$              | 0,9958**       |
| 11°C / 28 dias | $Y = 99,9244 - 0,4550 X$              | 0,9986**       |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

Tabela 37 - Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente, depois de armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tratamentos    | Equações                               | R <sup>2</sup> |
|----------------|--|----------------|
| 4°C / 7 dias   | $Y = 100,4286 - 0,6313 X + 0,6448 X^2$ | 0,9982**       |
| 4°C / 14 dias  | $Y = 100,1170 - 0,8271 X - 0,0274 X^2$ | 0,9978*        |
| 4°C / 21 dias  | $Y = 100,2001 - 0,3088 X - 0,1132 X^2$ | 0,9939**       |
| 4°C / 28 dias  | $Y = 100,0045 - 1,9286 X + 0,0608 X^2$ | 1,0000*        |
| 11°C / 7 dias  | $Y = 100,2310 - 0,7973 X - 0,3225 X^2$ | 0,9963*        |
| 11°C / 14 dias | $Y = 99,7760 - 1,2132 X$               | 0,9961**       |
| 11°C / 21 dias | $Y = 100,1656 - 1,0633 X$              | 0,9821**       |
| testemunha     | $Y = 99,7399 - 1,2742 X$               | 0,9955**       |

<sup>a</sup>Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

A aparência da polpa manteve-se ótima (nota = 5) ou boa (nota = 4) ao longo do armazenamento a 4°C ou a 11°C (Tabela 38), o que também ocorreu nos outros Experimentos.

Tabela 38 – Variação na aparência\* da polpa em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C até 28 dias.

| Tempo (dia) | 4°C | 11°C |
|-------------|-----|------|
| 0           | 5   | 5    |
| 3           | 5   | 5    |
| 7           | 5   | 5    |
| 10          | 5   | 5    |
| 14          | 5   | 5    |
| 17          | 5   | 5    |
| 21          | 5   | 5    |
| 24          | 5   | 4    |
| 28          | 4   | 2    |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima para o

Depois de transferidos para o ambiente, a polpa dos frutos mantidos a 4°C e a 11°C por 7 dias apresentou-se adequada (nota  $\geq 3,0$ ) por até 10 e 8 dias, respectivamente. Aumentando-se o período sob refrigeração (21-28 dias), a manutenção da aparência tornou-se cada vez menor. Os frutos da testemunha apresentaram polpa com aparência ótima ou boa por até 10 dias (Tabela 39). Estes resultados indicam melhor evolução que a observada nos frutos dos experimentos anteriores, exceto nos abacates 'Hass' mantidos a 4°C. A evolução degenerativa da aparência dos frutos transferidos para o ambiente, depois de mantidos pelos períodos mais extensos a 4°C, pode ser devido a presença de áreas escurecidas na polpa, que segundo HONÓRIO & MORETTI (2002) caracterizam sintomas de injúrias pelo frio.

Tabela 39 – Variação na aparência\* da polpa em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |    |    | 11°C |    |    |    | testemunha<br>(22°C) |
|----------------|-----|----|----|----|------|----|----|----|----------------------|
|                | 7   | 14 | 21 | 28 | 7    | 14 | 18 | 21 |                      |
| 0              | 5   | 5  | 5  | 4  | 5    | 5  | 5  | 2  | 5                    |
| 2              | 5   | 5  | 5  | 2  | 5    | 5  | 4  | 1  | -                    |
| 3              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                    |
| 4              | 5   | 5  | 4  | 1  | 5    | 4  | 1  | -  | -                    |
| 5              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                    |
| 6              | 5   | -  | 3  | -  | 4    | -  | -  | -  | -                    |
| 7              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                    |
| 8              | 5   | -  | 1  | -  | 2    | -  | -  | -  | -                    |
| 9              | -   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 5                    |
| 10             | 3   | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | 4                    |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima para o

A polpa destes frutos apresentou redução nos valores de luminosidade a partir do 22º dia nos frutos a 4°C, e do 10º dia, nos armazenados a 11°C, o que não foi observado nos frutos da 'Hass', 'Geada' e 'Quintal', armazenados nas mesmas condições (Figura 43A). Visualmente, esse escurecimento foi detectado a partir do 24º dia a 4°C, conforme observado na Tabela 39, cuja aparência dos frutos evoluiu de ótima para boa.

Quando os frutos foram transferidos para o ambiente, a luminosidade da polpa não se alterou nos frutos da testemunha e nos armazenados a 4°C e a 11°C, por até 14 dias, e reduziu-se nos armazenados por 21 ou 28 dias, indicando escurecimento (Figura

43B). Em abacates 'Hass' e 'Geadá', a luminosidade também não se alterou, quando os frutos armazenados a 5°C, foram transferidos para o ambiente, mas reduziu-se nos 'Geadá' a 11°C, o que também foi observado em abacates 'Quintal'. Esse escurecimento influenciou na aparência da polpa (Tabela 40) e está associada à oxidação de compostos fenólicos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Escurecimento também foi relatado por SHARON & KAHN (1979) em abacates 'Fuerte' armazenados a 17°C, depois de refrigerados a 5°C, ou a 2°C, por 13-14 dias.

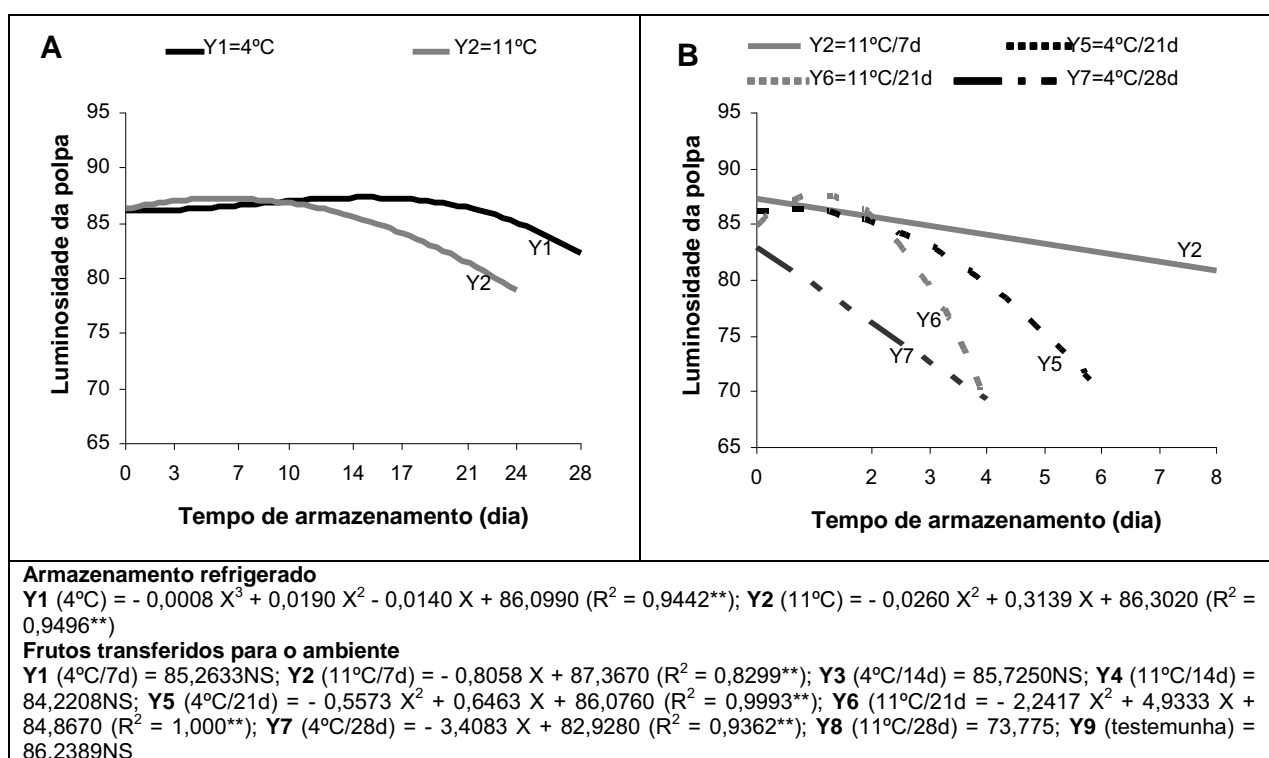


Figura 43. Variação na luminosidade da polpa em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Assim como ocorreu nos Experimentos anteriores, o ângulo de cor não se alterou durante o armazenamento a 4°C ( $h^{\circ}=105,72$ ), mas se reduziu a 11°C, de  $h^{\circ}=107,18$  para  $h^{\circ}=100,36$ , indicando que a polpa ficou mais amarelada (Figura 45A). Em abacates 'Hass' esta tendência de redução também foi observada nos frutos armazenados a 5°C, e em 'Quintal', nos armazenados a 4°C..

O ângulo de cor também se manteve estável depois que os frutos foram transferidos para o ambiente, depois de até 28 dias a 4°C, ou até 14 dias a 11°C. Esse comportamento também foi o observado nos frutos da testemunha. Em abacates ‘Hass’ armazenados a 4-5°C, assim como nos ‘Geada’, esta tendência também foi observada, enquanto em abacates ‘Quintal’, a tendência foi de redução (Figura 44B).

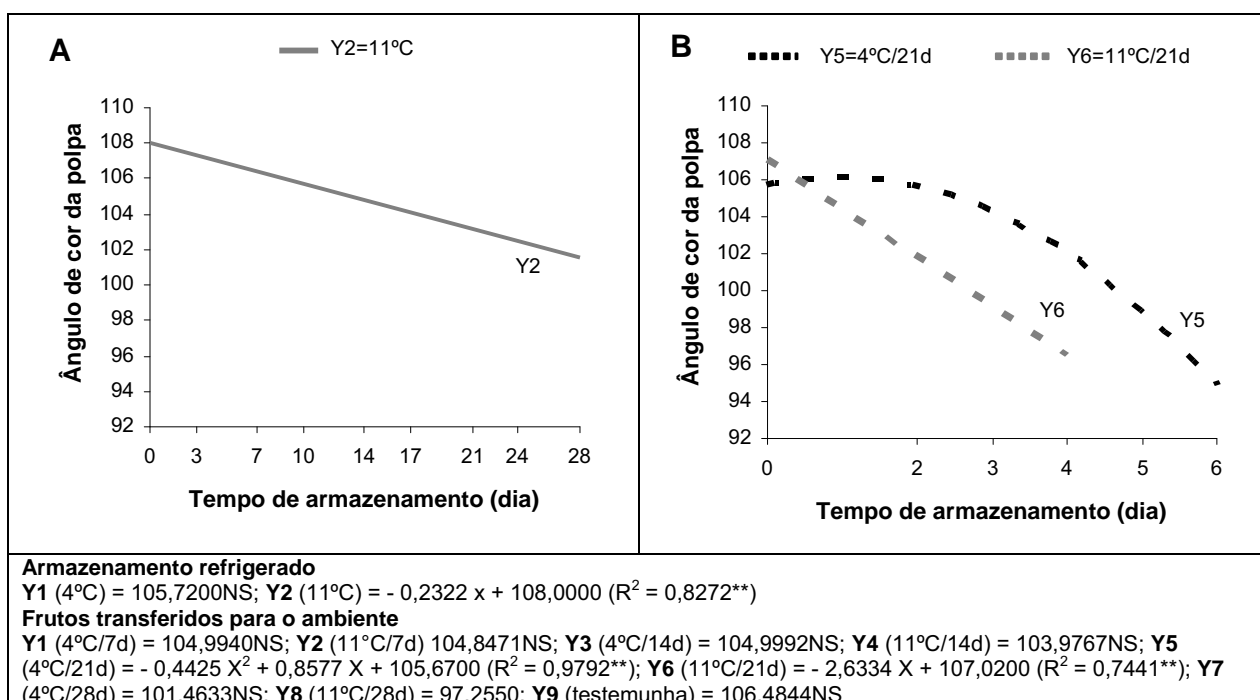


Figura 44. Variação no ângulo de cor da polpa em abacates ‘Fortuna’ durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A cromaticidade da polpa se reduziu durante o armazenamento, nas duas temperaturas utilizadas, sendo mais acentuada nos frutos armazenados a 11°C, em que houve evolução de Cr=48,03 para Cr=34,88 (Figura 45A), indicando que a polpa dos frutos tornou-se mais pálida.

Assim como ocorreu em abacates ‘Quintal’, os valores da cromaticidade reduziram-se quando os frutos foram transferidos para o ambiente, e de maneira mais acentuada nos armazenados a 11°C, por 21 dias, e menos acentuada nos a 4°C, por 7 dias (Figura 45B), o que também foi observado em abacates ‘Hass’, ‘Geada’, e ‘Quintal’.

Nos frutos da testemunha, a cromaticidade reduziu-se a partir do 6º dia de armazenamento.

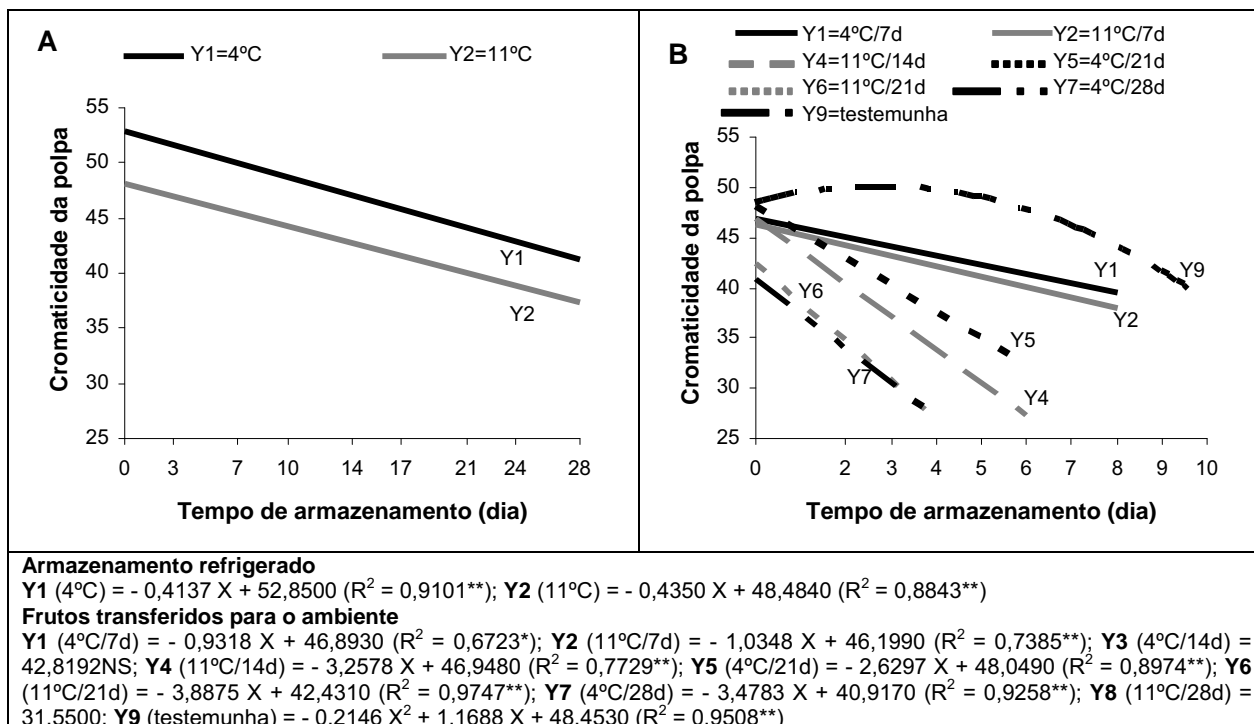


Figura 45. Variação na cromaticidade da polpa em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Depois que os frutos foram transferidos para o ambiente, avaliou-se a porcentagem de manchas escuras na polpa dos mesmos. Essas manchas não ocorreram nos frutos armazenados a 4°C e a 11°C por até 14 dias, o que também não foi observado ocorreu em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal'. Os armazenados a 4°C, por 21 e 28 dias, apresentaram manchas após 2 dias ao ambiente, 3,1% e 17,7%, respectivamente, que aumentou com o tempo, alcançando valores de até 40,2%. Nos frutos armazenados a 11°C, por 14, 21 e 28 dias, o escurecimento coincidiu com a senescência dos mesmos (Tabela 40). Sintomas semelhantes foram relatados por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), e VIEIRA (1985), em frutos de 'Hass' e 'Clone II', amadurecidos a 17°C e 16-24°C, respectivamente, depois de submetidos a

armazenamento refrigerado. SHARON & KAHN (1979), não detectaram esses sintomas em 'Fuerte' armazenados a 17°C, após período sob refrigeração.

Tabela 40 - Escurecimento interno (%) da polpa em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente, depois do armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C, 77%UR (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C |    |      |      | 11°C |     |      |      | testemunha<br>(22°C, 77%UR) |
|----------------|-----|----|------|------|------|-----|------|------|-----------------------------|
|                | 7   | 14 | 21   | 28   | 7    | 14  | 18   | 21   |                             |
| 0              | -   | -  | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -                           |
| 2              | -   | -  | 3,1  | 17,7 | -    | -   | -    | 49,5 | -                           |
| 3              | -   | -  | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -                           |
| 4              | -   | -  | 4,6  | 36,7 | -    | -   | 58,0 | -    | -                           |
| 5              | -   | -  | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -                           |
| 6              | -   | -  | 40,2 | -    | -    | 2,7 | -    | -    | -                           |

A firmeza manteve-se maior que 127,4N nos frutos armazenados a 4°C e evoluiu de >127,4N para 0,0N nos mantidos a 11°C, em 24 dias, como resultado do processo de amadurecimento (Tabela 41). Comportamento semelhante também foi observado em abacates 'Hass', e 'Geadá', e também foi relatado por ZAUBERMAN et al. (1985), ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), VIEIRA (1985) e MORGADO (2007).

Tabela 41 - Variação na firmeza (Newtons) em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

| Tempo<br>(dia) | 4°C    | 11°C   |
|----------------|--------|--------|
| 0              | >127,4 | >127,4 |
| 3              | 122,5  | 119,6  |
| 7              | >127,4 | 119,6  |
| 10             | >127,4 | 114,7  |
| 14             | >127,4 | 7,8    |
| 17             | >127,4 | 2,0    |
| 21             | >127,4 | 2,9    |
| 24             | >127,4 | 0,0    |
| 28             | >127,4 | 0,0    |

Quando os frutos foram transferidos para o ambiente, a firmeza da polpa dos armazenados a 4°C evoluiu de >127,4N para 0,0N em 4 dias, enquanto nos da testemunha ela aconteceu em 9 dias (Tabela 42). Esses resultados indicam que os frutos amadureceram normalmente, o que também foi observado em abacates 'Hass', 'Geadá' e 'Quintal', e foi relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), SHARON

& KAHN (1979), e VIEIRA (1985), em frutos transferidos para o ambiente depois de período sob refrigeração.

Tabela 42 - Variação na firmeza (Newtons) em abacates 'Geadá' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois de armazenados a 4°C e 11°C por até 28 dias, ou a 22°C (testemunha).

| Tempo<br>(dia) | 4°C    |        |        |        | 11°C  |     |     |     | testemunha<br>(22°C, 77%UR) |
|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|-----|-----|-----------------------------|
|                | 7      | 14     | 21     | 28     | 7     | 14  | 18  | 21  |                             |
| 0              | >127,4 | >127,4 | >127,4 | >127,4 | 119,6 | 7,8 | 2,9 | 0,0 | >127,4                      |
| 2              | 123,5  | 15,7   | 2,9    | 27,4   | 2,0   | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -                           |
| 3              | -      | -      | -      | -      | -     | -   | -   | -   | 117,6                       |
| 4              | 76,4   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0 | 0,0 | -   | -                           |
| 5              | -      | -      | -      | -      | -     | -   | -   | -   | 102,9                       |
| 6              | 0,0    | 0,0    | 0,0    | -      | 0,0   | 0,0 | -   | -   | -                           |
| 7              | -      | -      | -      | -      | -     | -   | -   | -   | 51,0                        |
| 8              | 0,0    | -      | -      | -      | -     | -   | -   | -   | -                           |
| 9              | -      | -      | -      | -      | -     | -   | -   | -   | 0,0                         |
| 10             | -      | -      | -      | -      | -     | -   | -   | -   | 0,0                         |

Na Figura 46A tem-se que os teores de acidez titulável aumentaram até o 17º dia, durante o armazenamento a 4°C, para depois diminuir. Em abacates 'Hass' esses teores aumentaram, enquanto nos 'Geadá' e 'Quintal' se reduziram constantemente. Nos frutos mantidos a 11°C, a acidez permaneceu constante (0,102g.100g<sup>-1</sup>), o que também ocorreu em abacates 'Quintal'.

Depois de transferidos para o ambiente, a acidez titulável nos armazenados a 4°C por até 21 dias, apresentaram tendência de redução inicial, 3-4 dias, seguido de aumento, alcançando valores de 0,129g.100g<sup>-1</sup>. Esse comportamento repetiu o observado em abacates 'Hass' mantidos a 1±0,5°C e 5°C, por até 30 dias, e em 'Geadá', mas não foi observado em 'Quintal'. Os armazenados a 11°C, independentemente do período de armazenamento refrigerado e os da testemunha não alteraram seus teores, 0,110g.100g<sup>-1</sup> (Figura 46B), reafirmando o observado em abacates 'Geadá' e 'Quintal'.

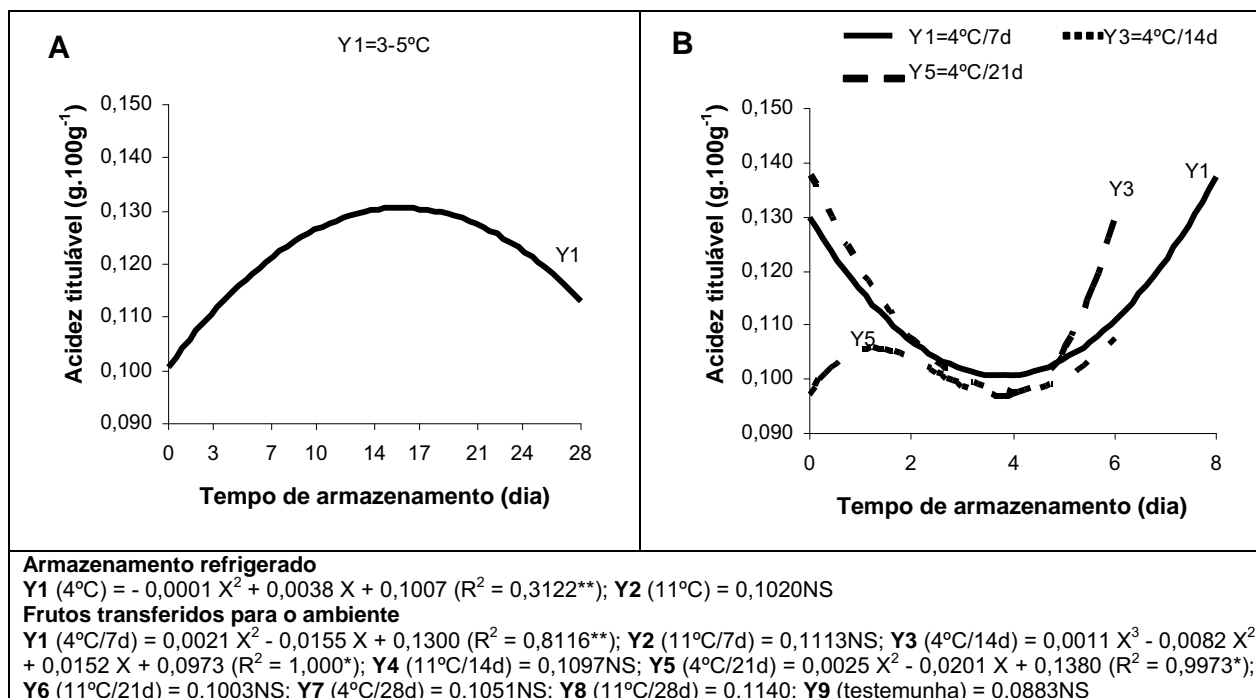


Figura 46. Acidez titulável na polpa de abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos para o ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

Os teores de sólidos solúveis oscilaram com o tempo, com valor máximo de 8,3°Brix, no 10º dia, nos armazenados a 4°C, e de 9,46°Brix, no 7º dia, nos a 11°C (Figura 47A). Esse comportamento não foi observado em Experimentos anteriores, exceção feita em abacates 'Quintal', a 11°C.

Os teores de sólidos solúveis nos frutos armazenados a 4°C e a 11°C, por mais de 14 dias e nos da testemunha, mantiveram-se estáveis quando os frutos foram transferidos para o ambiente (8,34°Brix). Nos armazenados a 11°C, por 7 e 14 dias, houve redução de 9,46°Brix para 7,58°Brix e nos armazenados a 4°C por 14 dias, aumento (Figura 47B). A manutenção dos teores de sólidos solúveis também ocorreu em frutos de 'Hass' mantidos a  $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 30 dias, assim como nos de 'Geada' e 'Quintal'. Estes resultados não confirmaram o relatado por SANCHES (2006), que observou ligeiro aumento nos teores de sólidos solúveis em abacates 'Fuerte', 'Hass' e 'Quintal'.

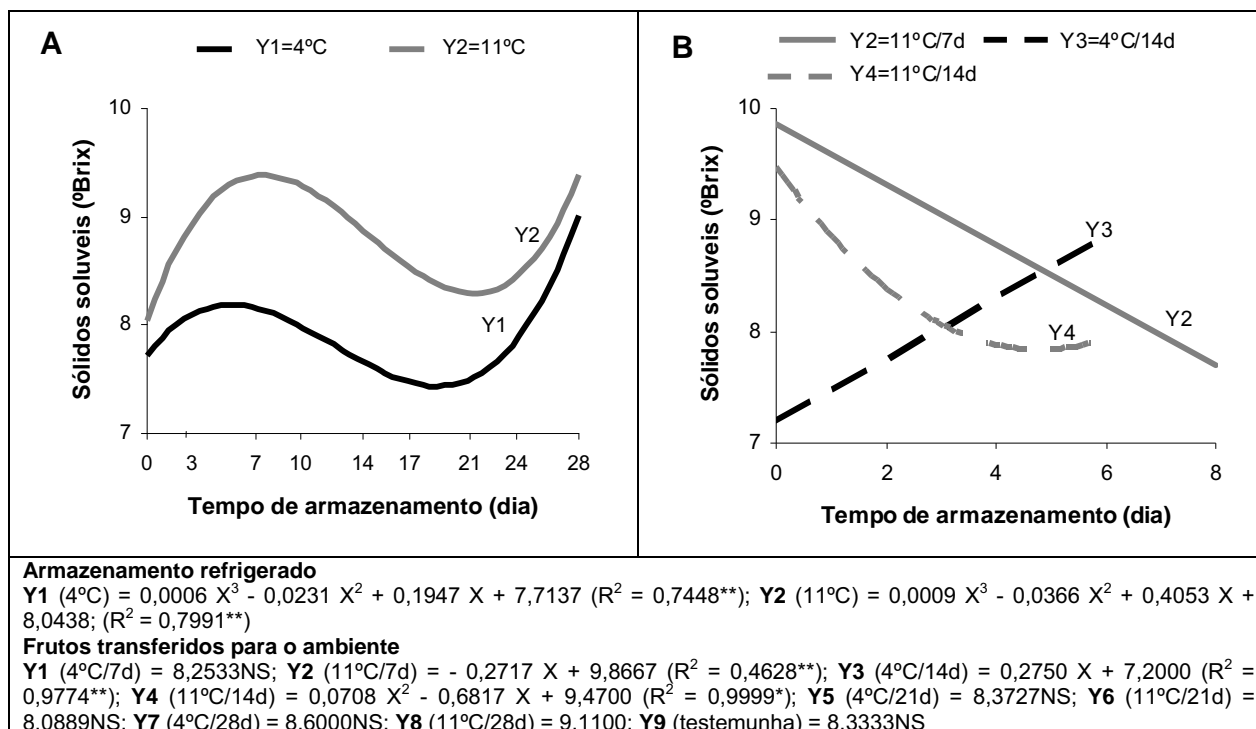


Figura 47 - Sólidos solúveis na polpa de abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias (A), e depois de transferidos para o ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Equações não significativas não estão representadas nas Figuras).

A porcentagem de óleo ou extrato etéreo nos abacates, que foi de 6,30%, reduziu-se a até 4,50% nos armazenados a 4°C, para então aumentar a 6,31%, enquanto nos a 11°C, os teores aumentaram de 4,96% para 7,02%, para depois reduzir-se (5,77%). (Figura 65). Esses teores são mais etransferidos que os obtidos nos Experimentos com abacates 'Geadá' e 'Quintal', porém inferiores aos detectados em 'Hass'.

Os frutos da testemunha, quando amadurecidos, apresentaram teores mais etransferidos de extrato etéreo (6,62%). Quando os frutos armazenados a 4°C foram transferidos para condição de ambiente, os teores tenderam a se reduzir mas com valores superiores aos observados em abacates 'Geadá' e 'Quintal'.

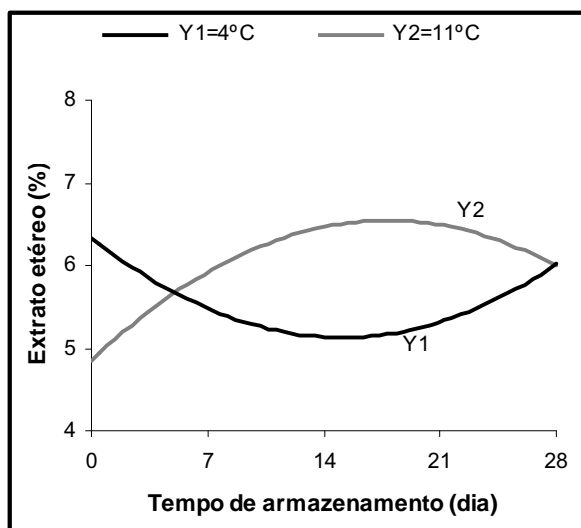


Figura 48. Teor de óleo na polpa de abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C e 11°C por até 28 dias.

As impressões dos analistas a respeito dos frutos, depois de amadurecidos, são coerentes com os resultados relatados nos experimentos anteriores ou seja, relataram que a aparência da casca e da polpa dos frutos armazenados 4°C por 21 e 28 dias, assim como da polpa dos frutos a 11°C, por períodos superiores a 14 dias, mostraram-se não aceitáveis para consumo ou seja, menor que 5,0. Quanto ao odor, os armazenados a 4°C por até 28 dias foram considerados aceitáveis (Figura 49).

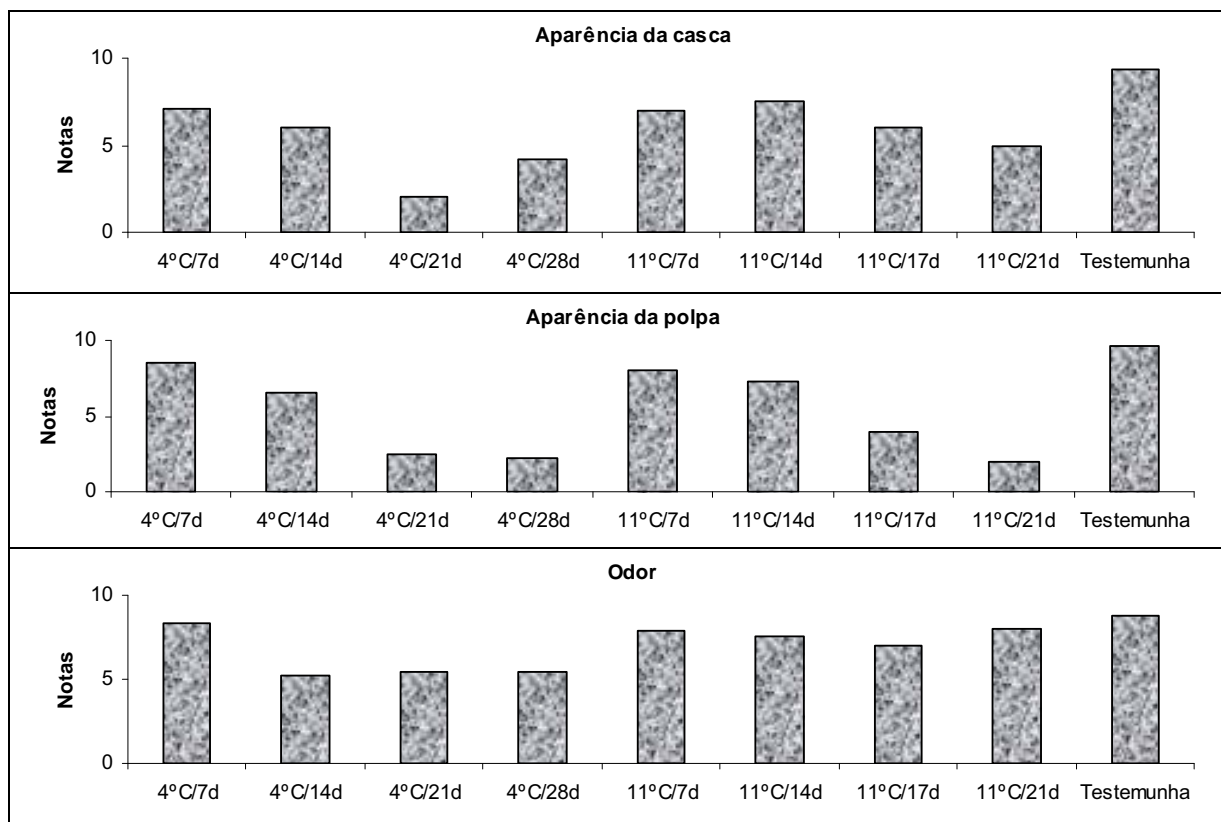


Figura 49. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor de frutos 'Fortuna' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 4 dias, depois do armazenamento a 4°C e a 11°C por até 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Os resultados apresentados indicam que o armazenamento a 4°C não injuriou a casca dos frutos, até o 24° dia de armazenamento. Na polpa, apareceram injúrias quando os frutos foram transferidos para o ambiente, na forma de manchas escurecidas. A vida útil destes frutos, quando transferidos para o ambiente, foi de 8 dias para os armazenados a 4°C por 7 dias, de 6 dias para os mantidos nessa temperatura por 14 e 21 dias, e de 2 dias, para os armazenados a 4°C por 28 dias.

O armazenamento a 11°C não levou ao aparecimento de injúrias nos frutos e permitiu o amadurecimento dos mesmos. A vida útil destes frutos durante esse armazenamento foi de 28 dias, mas quando eles foram transferidos para o ambiente, a vida útil dos mesmos foi de 6, 4, 2 e 0 dias, para os frutos armazenados a 11°C por 7, 14, 21 e 28 dias, respectivamente.

## 4.2.0 Avaliação física, química e bioquímica dos efeitos causados pela injúria pelo frio em abacates ‘Hass’, ‘Geada’, ‘Fortuna’ e ‘Quintal’

### 4.2.1 Abacate ‘Hass’

Durante armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , a aparência dos frutos manteve-se ótima (nota=5) por 15 dias, tornou-se regular (nota=3) em 30 dias, que se manteve até o 45° dia (Figura 50A). Essa evolução ocorreu devido ao aparecimento de manchas enegrecidas na casca, que segundo CHITARRA & CHITARRA (2005) são sintomas de injúria por frio ou “*chilling*”. Quando esses frutos foram transferidos ao ambiente, a aparência manteve-se regular (nota=3). Os frutos da testemunha apresentaram ótima aparência por 6 dias, boa (nota=4) do 9° ao 12° dia e regular até o 15° (Figura 50B), e foi atribuída à evolução do amadurecimento e senescência dos frutos.

BOWER et al. (2003) também relataram sintomas semelhantes em abacates ‘Pinkerton’, armazenados a  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $5,5^{\circ}\text{C}$  e  $8^{\circ}\text{C}$ , e em ‘Fuerte’, armazenados a  $2^{\circ}\text{C}$ . No entanto, ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) afirmaram que abacates ‘Hass’ podem ser armazenados a  $2^{\circ}\text{C}$  por até 4 semanas, sem apresentarem sintomas de injúria.

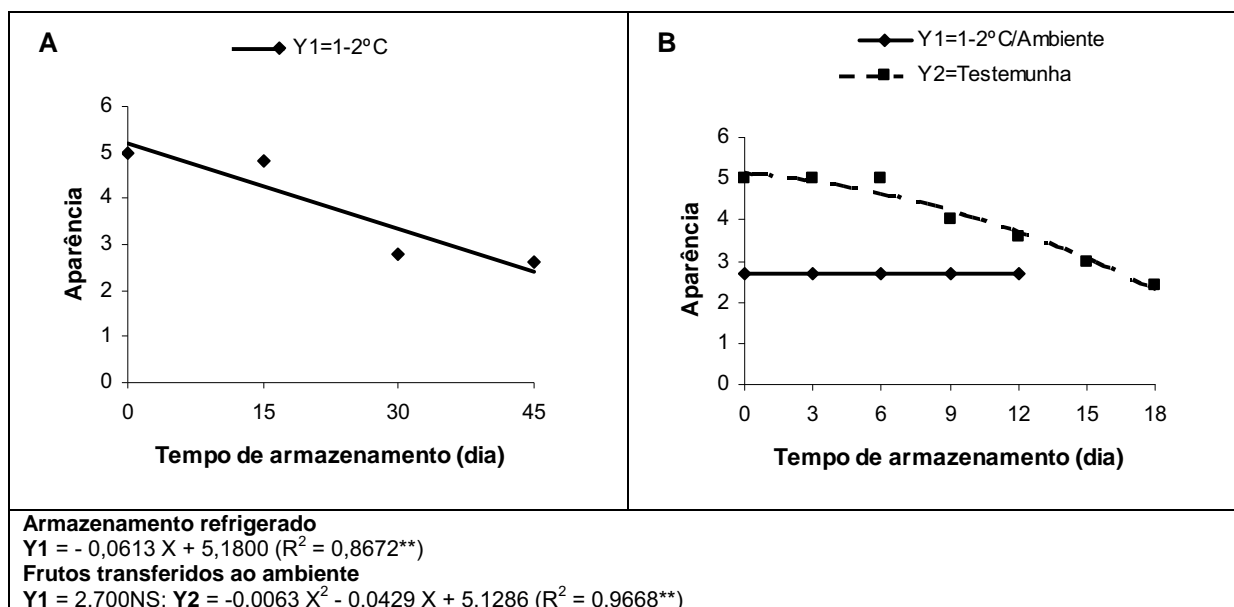


Figura 50. Variação na aparência da casca em abacates ‘Hass’, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B). (Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regula, 2 = ruim e 1 = péssima).

Durante o armazenamento refrigerado, a luminosidade da casca reduziu-se de 34,79 para 28,23 (Figura 51A), enquanto o ângulo de cor manteve-se inalterado ( $h^\circ=140,85$ ) e a cromaticidade reduziu-se de 21,71 para 4,44 (Figura 53A). Estas alterações indicam que os frutos continuaram com coloração verde, e escuros.

Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, a luminosidade reduziu-se a até 23,34 (Figura 51B), o ângulo de cor aumentou, de 186,47 para 341,88 (Figura 52B) e a cromaticidade permaneceu estável, 4,96 (Figura 53B), indicando que a coloração passou de verde escuro para roxo ou preto. Os frutos do tratamento testemunha também apresentaram evolução semelhante (Figuras 67B, 68 e 69B), que também foi relatada por SANCHES (2006) quando armazenou abacates 'Hass' ao ambiente.

A evolução relatada caracteriza o amadurecimento dos frutos, pois segundo COSE et al. (2004), durante o amadurecimento, os abacates 'Hass' mudam a coloração de verde para púrpura, e de púrpura para preto, devido redução no teor das clorofilas a e b e aumento no de antocianina, o que pode mascarar os sintomas de injúrias pelo frio.

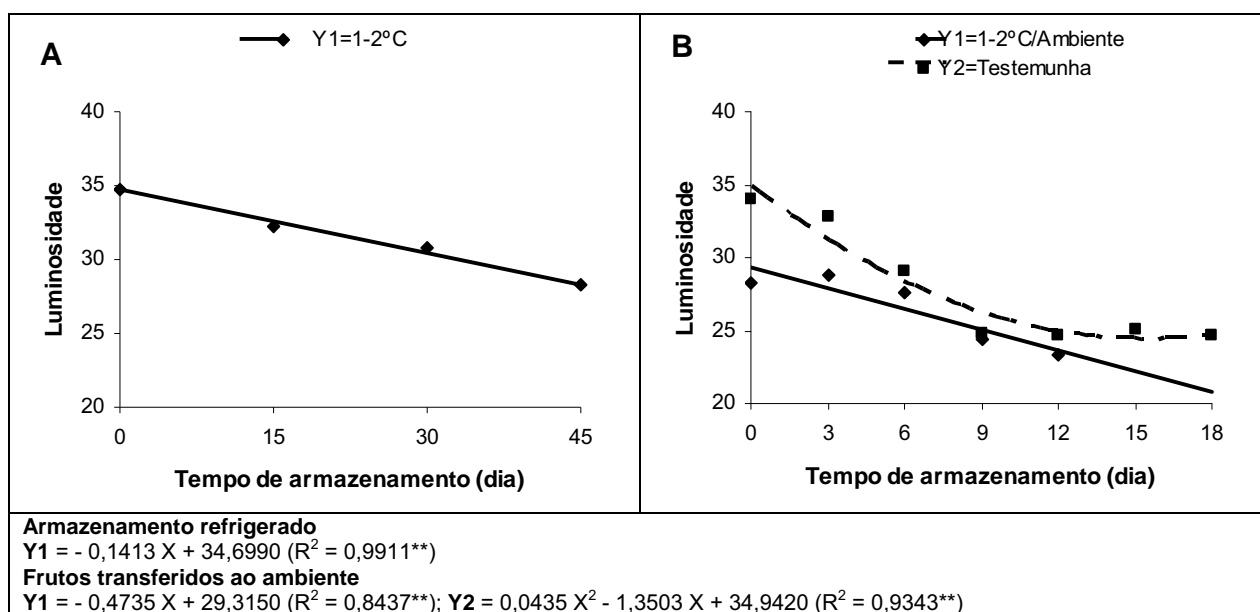


Figura 51. Variação na luminosidade da casca em abacates 'Hass', durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B).

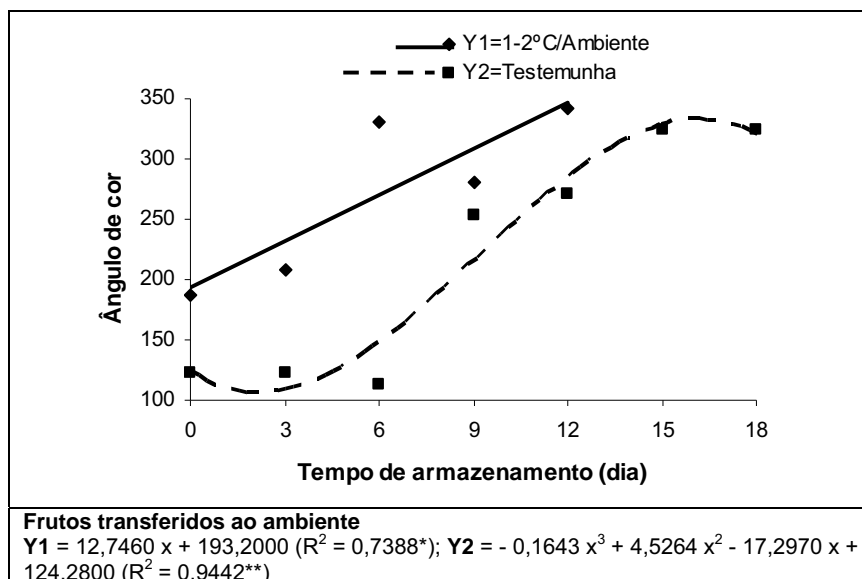


Figura 52. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 1±0,5°C por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha.

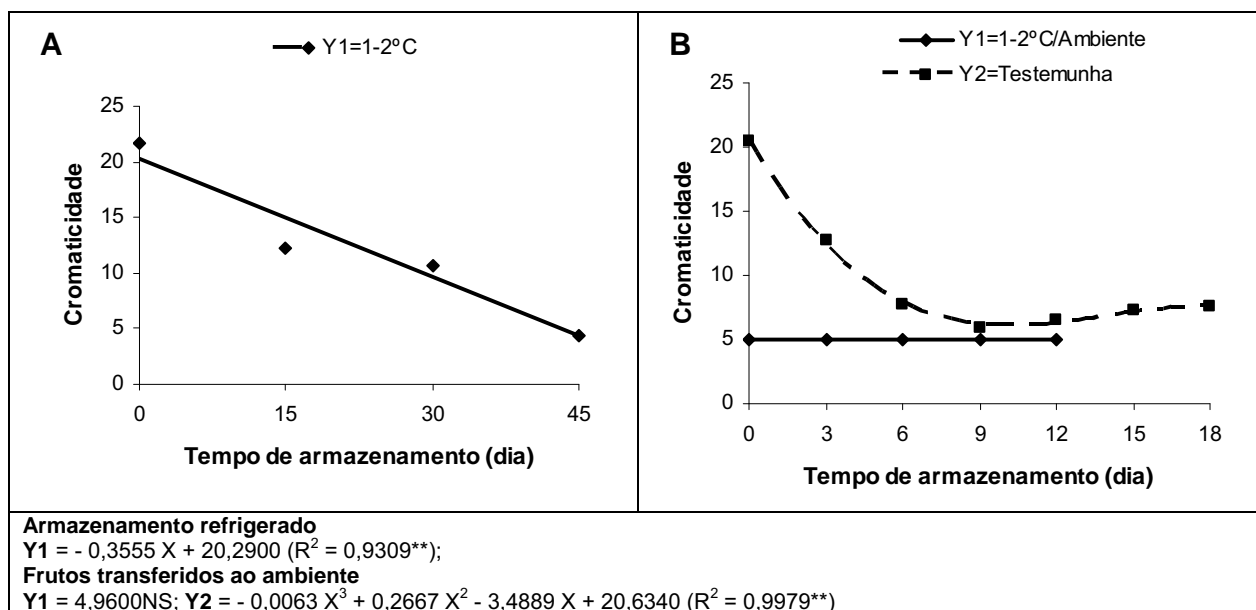


Figura 53. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Hass', durante o armazenamento a 1±0,5°C por 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Durante armazenamento refrigerado, bem como depois de transferidos ao ambiente, os frutos armazenados a 1±0,5°C perderam massa e esta perda foi maior quando eles foram transferidos ao ambiente, 12,0% em 12 dias. Comportamento

semelhante também foi observado nos frutos do tratamento testemunha, com perda de 17,8 % em 18 dias (Figuras 70A e 70B). BOWER et al (2003) também relataram perda de massa em frutos armazenados a 2°C por 30 dias e sugeriram que a desidratação dos tecidos está fortemente associada com sintomas de injúrias pelo frio.

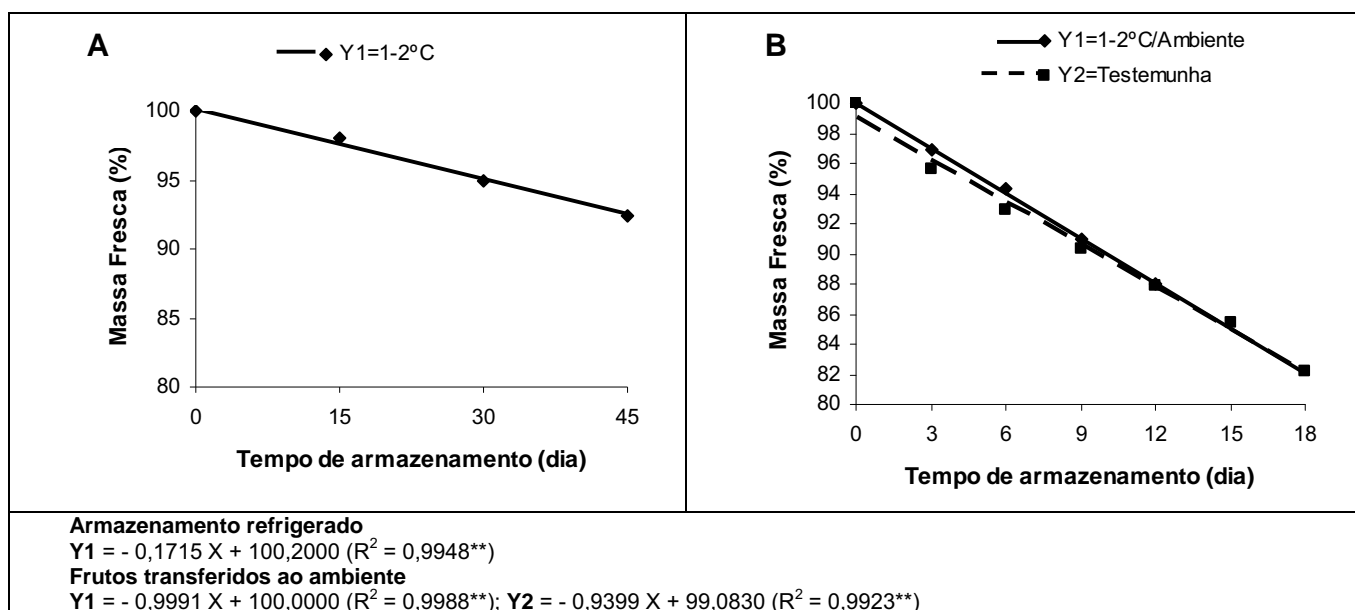


Figura 54. Variação da perda de massa fresca (%) em abacates 'Hass', durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77% UR), testemunha (B).

Durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$ , a polpa dos frutos apresentou-se com aparência ótima (nota = 5), mas quando eles foram transferidos ao ambiente, ela se manteve boa (nota = 4) por somente 3 dias, tornou-se regular (nota = 3), entre o 3° e o 6° dia e ruim (nota = 2) após o 6° dia (Figura 55A). Os frutos armazenados ao ambiente, testemunha, mantiveram ótima aparência por 6 dias, que se manteve boa por até 15 dias, e evoluiu para péssimo (nota = 1) (Figura 55A). A degradação da aparência da polpa dos frutos armazenados ao ambiente, depois de mantidos sob refrigeração foi devido ao aparecimento de manchas amarronzadas ou enegrecidas na mesma, que são sintomas evidentes da injúria pelo frio (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

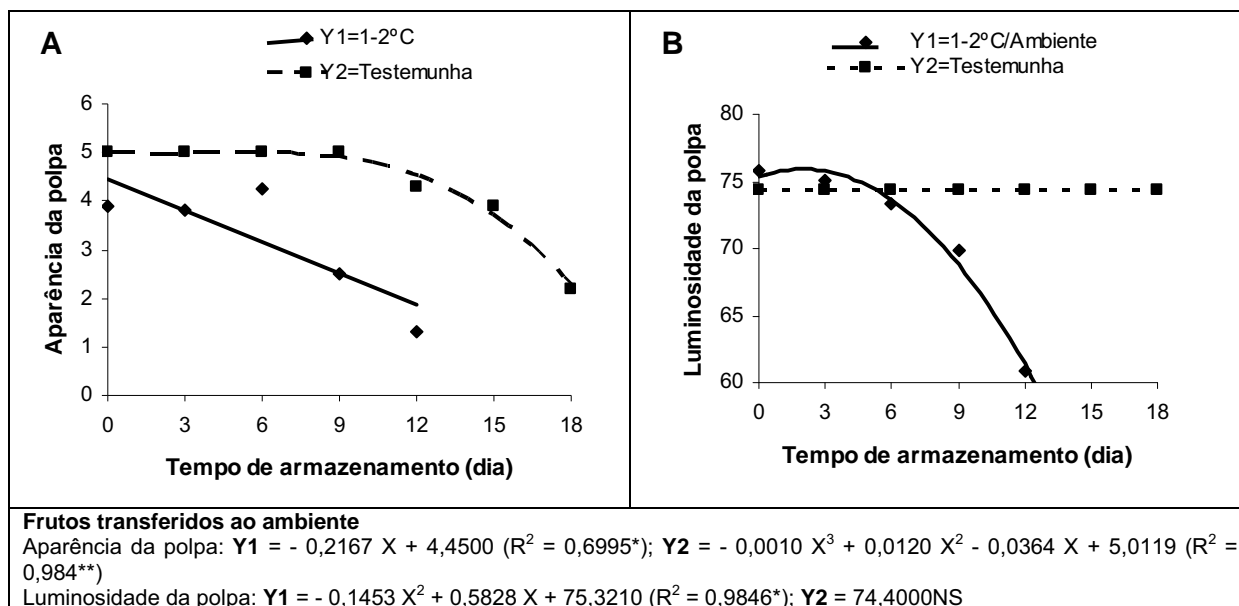


Figura 55. Variação na aparência da polpa (A) e da luminosidade da polpa (B) em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), depois do armazenamento a 1±0,5°C por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

A luminosidade, o ângulo de cor e a cromaticidade da polpa dos frutos se mantiveram inalterados durante o armazenamento a 1±0,5°C (L=78,01, h°=101,11 e Cr=41,72), indicando a manutenção da coloração amarela brilhante ao longo do tempo. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, a luminosidade reduziu-se para 60,88, o ângulo de cor para 90,02 e a cromaticidade para 25,05, indicando que a polpa passou de amarelo brilhante para amarelo acinzentado. Esse comportamento não foi observado nos frutos do tratamento testemunha, cuja coloração da polpa evoluiu de amarelo brilhante (L=74,40, h°=100,92, Cr=43,30) para amarelo mais pálido (L=74,40, h°=100,92, Cr=30,22) (Figuras 55B, 56A e 56B).

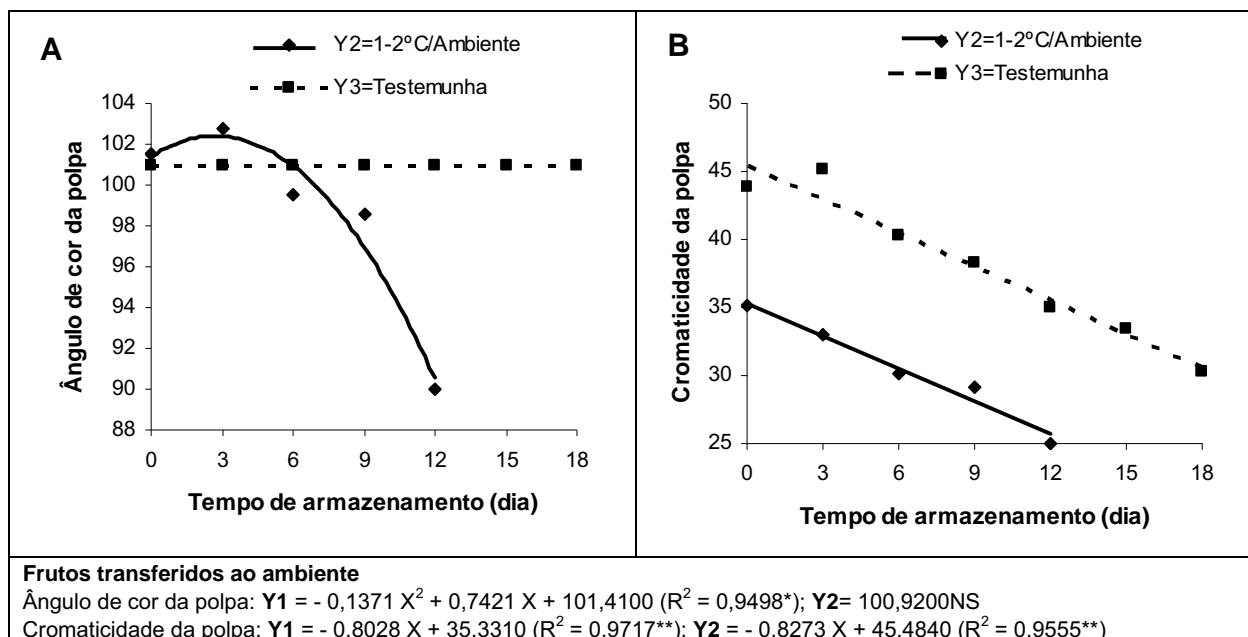


Figura 56. Variação no ângulo de cor da polpa (A) e da cromaticidade da polpa (B) em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ C$  por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

Durante o armazenamento refrigerado, bem como depois que os frutos foram transferidos ao ambiente, mediu-se a área escurecida da polpa. A ocorrência destas manchas é indicada na Tabela 43 e apresentou-se baixa (0,1%) após 30 dias de armazenamento refrigerado, evoluiu para 4,5% em 45 dias, enquanto a firmeza manteve-se  $>127,4N$ . Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a firmeza evoluiu para 26,5N, em 3 dias, e continuou diminuindo ao longo do tempo, indicando amadurecimento, enquanto a porcentagem de escurecimento aumentou (68,7%). Nos frutos do tratamento testemunha a firmeza apresentou redução com o tempo, porém mais lentamente (SHARON & KAHN, 1979; VIEIRA, 1985), enquanto o escurecimento na polpa só foi observado no último dia de armazenamento, quando os frutos já estavam senescentes.

Estes resultados são coerentes ao relatados por ZAUBERMAN et al (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), quando armazenaram abacates 'Fuerte' a 0°C, 2°C e 5°C, por até 18 dias, e abacates 'Hass' ao ambiente, depois de armazenamento a 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas.

Este escurecimento ocorre devido a oxidação de compostos fenólicos por enzimas, cuja ação é acelerada quando os frutos são transferidos da refrigeração para o ambiente, assim como durante o amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo SEYMOUR & TUCKER (1993) e HONÓRIO & MORETTI (2002), as enzimas que atuam sobre os compostos fenólicos e que são liberadas do vacúolo, por ocasião da injúria, são as polifenoloxidasas e as peroxidases.

Tabela 43- Variação no escurecimento interno (%) e na firmeza da polpa (Newtons) em abacates 'Hass', durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos a condição de ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77% UR), testemunha.

| Tempo (dia)   | ESCURECIMENTO INTERNO (%)  |            | FIRMEZA (N)                |            |
|---|--|------------|----------------------------|------------|
|   | Armazenamento refrigerado ( $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , 74% UR) |            |                            |            |
| 0   | 0,0  |            | >127,4                     |            |
| 15  | 0,0  |            | >127,4                     |            |
| 30  | 0,1  |            | >127,4                     |            |
| 45  | 4,2  |            | >127,4                     |            |
| Armazenamento ao ambiente ( $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 64% UR) |  |            |                            |            |
|   | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$                                       | testemunha | $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ | testemunha |
| 0   | 4,2  | -          | >127,4                     | >127,4     |
| 3   | 4,8  | -          | 26,5                       | 127,4      |
| 6   | 5,2  | -          | 2,0                        | 36,3       |
| 9   | 8,4  | -          | 2,0                        | 3,9        |
| 12  | 68,7   | -          | 3,9                        | 2,0        |
| 15  | -  | -          | -                          | 0,0        |
| 18  | -  | 9,9        | -                          | 0,0        |

A atividade da peroxidase (POD) também se manteve inalterada enquanto os frutos permaneceram armazenados sob condição refrigerada ( $0,942 \mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e com valores superiores aos dos frutos da testemunha, no início do armazenamento ( $0,652 \mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), indicando a oxidação dos compostos fenólicos. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, sua atividade aumentou ( $1,988 \mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), indicando o escurecimento dos tecidos. Nos frutos do tratamento testemunha esta atividade aumentou durante o armazenamento, de  $0,652$  para  $3,916 \mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (Figura 57A).

ZAUBERMAN et al. (1985) também não detectaram variação na atividade da POD em abacates 'Fuerte' armazenados a  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C}$ , por até 18 dias. Quando

levaram estes frutos ao ambiente verificaram que a atividade diminuiu com o tempo, o que não foi observado neste trabalho.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) manteve-se inalterada enquanto os frutos foram mantidos sob refrigeração ( $0,871 \mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), que aumentou quando eles foram transferidos para a condição ambiente, de  $1,048$  para  $1,814 \mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (Figura 57B), indicando o escurecimento relatado. Nos frutos do tratamento testemunha essa atividade também aumentou, embora com menor intensidade, e durante a senescência dos frutos (Figura 57B).

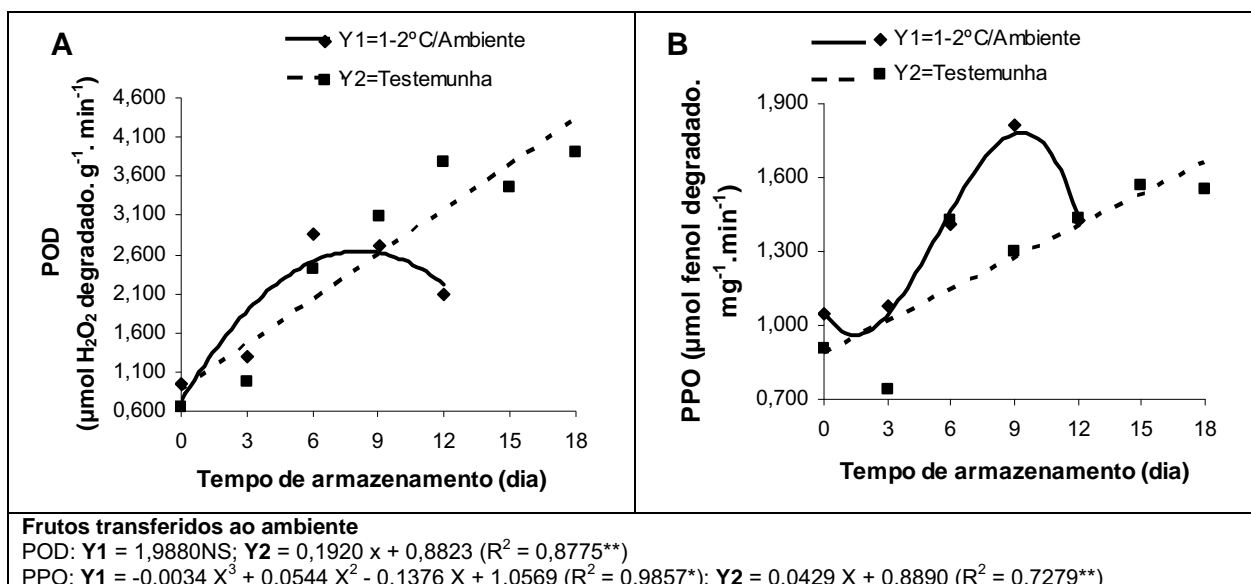


Figura 57. Variação na atividade da peroxidase, POD, (A) e da polifenoloxidase, PPO, (B) em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), depois do armazenamento a  $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), testemunha.

A atividade respiratória dos frutos armazenados sob refrigeração reduziu-se de  $61,95 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  para  $3,77 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , em 3 dias, a partir do qual se manteve praticamente inalterada ( $5,45 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ), como resultado do resfriamento (Figura 58A), mas quando transferidos ao ambiente, esta atividade aumentou, atingindo seu máximo em 3 dias ( $105,62 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ), para então decrescer a  $96,70 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ . Nos frutos do tratamento testemunha atingiu ( $114,65 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) em 5 dias, para depois diminuir a  $76,78 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (Figura 58B). Esses resultados indicam que

o resfriamento levou a uma redução na atividade metabólica dos frutos quando eles foram transferidos ao ambiente. Segundo HONÓRIO & MORETTI (2002) a aceleração na taxa de senescência é um dos sintomas de injúria pelo frio.

Esse comportamento também foi o relatado por VIEIRA (1985), em abacates 'Clone II' armazenados a 16-24°C depois de mantidos a 4°C por 4 semanas e a 0°C por 2 semanas, e por SHARON & KAHN (1979) em abacates 'Fuerte' armazenados a 17°C, depois de mantidos a 5°C por 13 dias, seguido de armazenamento a 2°C por 14 dias. VIEIRA (1985) ainda relatou que quando esses frutos foram mantidos por 6 semanas a 4°C, não apresentaram pico climatérico, ou seja, o amadurecimento foi anormal, o que não foi observado neste trabalho.

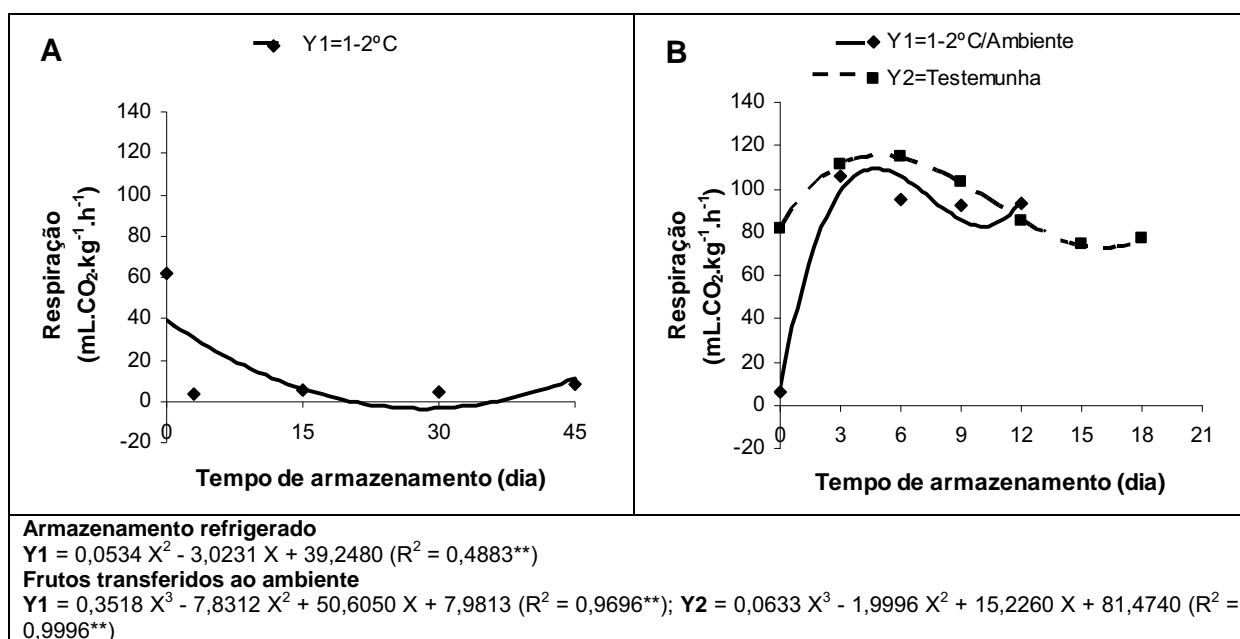


Figura 58. Variação na atividade respiratória em abacates 'Hass', durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B).

A atividade da poligalacturonase (PG) manteve-se inalterada, enquanto os frutos estiveram armazenados sob refrigeração ( $80,74 \text{ UAE.g}^{-1}$ ), mas quando eles foram transferidos ao ambiente, a atividade aumentou para até  $525,58 \text{ UAE.g}^{-1}$ , em 6 dias, seguido de pequena redução,  $493,64 \text{ UAE.g}^{-1}$ , (Figura 59). Nos frutos do tratamento

testemunha, o aumento foi constante e atingiu 618,89 UAE.g<sup>-1</sup> no 12º dia, seguido de redução a até 552,34 UAE.g<sup>-1</sup> em 18 dias (Figura 59).

O armazenamento a 1±0,5°C, por 45 dias, acelerou o aumento da atividade da PG, quando os frutos foram transferidos ao ambiente, o que também ocorreu com a atividade respiratória (Figura 58B), indicando que estes frutos iniciaram o amadurecimento com rápido amolecimento (Tabela 43) quando transferidos ao ambiente, depois do período sob refrigeração, quando comparados com os do tratamento testemunha. ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também detectaram aumento na atividade da PG em abacates ‘Hass’ armazenados ao ambiente, depois de armazenados 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas, assim como SANCHES (2006) em abacates ‘Hass’, ‘Fuerte’ e ‘Quintal’ amadurecidos ao ambiente.

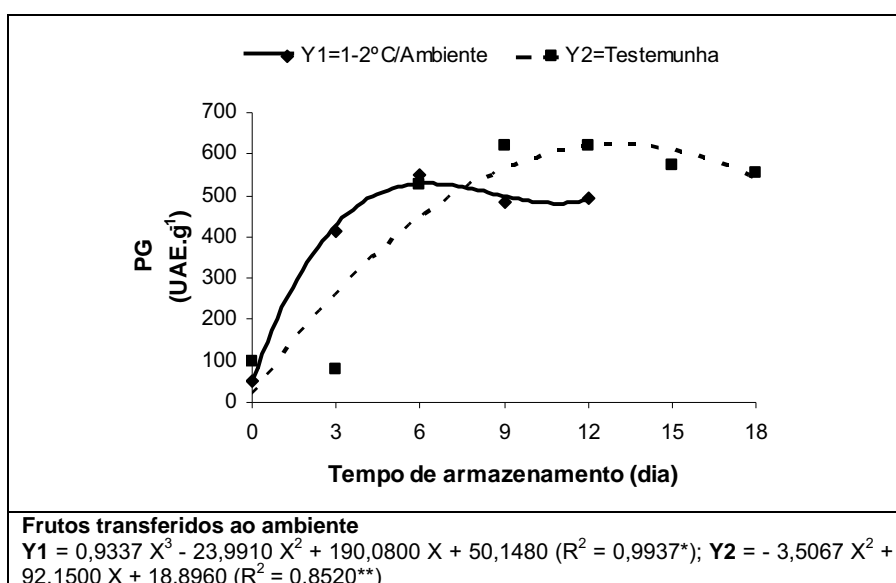


Figura 59. Variação na atividade da poligalacturonase, PG, em abacates ‘Hass’ transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 1±0,5°C por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha.

A atividade da pectinametilsterase (PME) diminuiu durante o período sob refrigeração, de 3653,45 para 1298,91 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (Figura 60A), mas quando os frutos foram transferidos ao ambiente, ela aumentou nos 3 dias iniciais, para se reduzir a até 1872,80 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> e então aumentar a até 5173,77 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (Figura 60B). Nos frutos do tratamento testemunha, esta atividade se reduziu, de 3312,31 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para

1016,80  $\text{U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  em 15 dias, seguido de aumento a até 1426,86  $\text{U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Figura 60B). Essa tendência de redução também foi relatada por VIEIRA (1985), em abacates do “Clone II”, transferidos a 16-24°C depois de submetidos a refrigeração, e ela tem sido associada à desesterificação das pectinas (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também verificaram aumento na atividade da PME em abacates ‘Hass’ armazenados ao ambiente, depois de mantidos a 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas, mas não foram relatados por SANCHES (2006) em abacates ‘Hass’, ‘Geada’ e ‘Quintal’ amadurecidos ao ambiente.

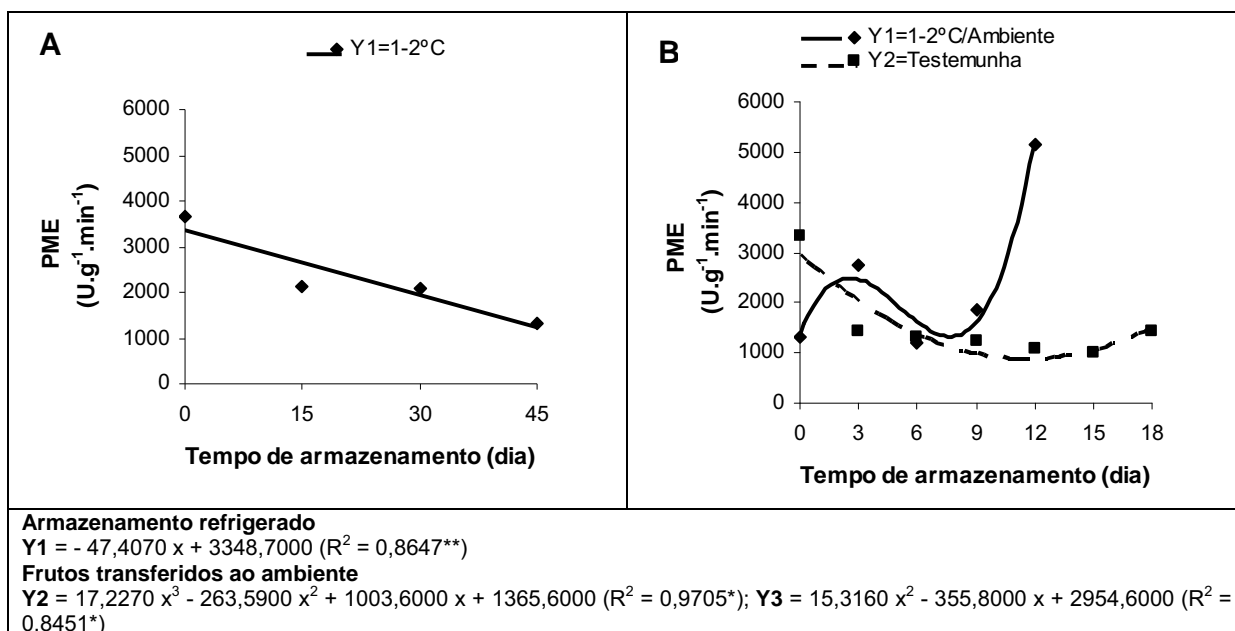


Figura 60. Variação na atividade da pectinametilesterase, PME, em abacates ‘Hass’ durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 77%UR), testemunha (B).

Durante o armazenamento refrigerado e mesmo depois de transferidos ao ambiente, os teores de pectina total dos frutos mantiveram-se constantes ( $1480,4 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ), o que também foi observado nos frutos do tratamento testemunha, mas com teores mais elevados ( $1485,3 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ). SANCHES (2006) relatou redução nestes teores em abacates ‘Hass’ armazenados ao ambiente.

Os teores de pectina solúvel também se mantiveram inalterados durante o período sob refrigerado ( $0,115 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ), que aumentou até o 9º dia ( $1064 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ) depois que estes frutos foram transferidos para a condição ambiente, para então diminuir a  $723 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$  (Figura 61). Nos frutos do tratamento testemunha, estes teores aumentaram até o 12º dia ( $1369,5 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ), para então diminuir,  $925 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$  (Figura 61). Tendência semelhante foi relatada por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal'.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), durante o amadurecimento dos frutos há liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, modificando a textura e tornando os frutos mais macios, conforme o relatado na Tabela 43. Segundo esses autores, estas modificações na textura estão relacionadas com a despolimerização ou encurtamento da cadeia do polímero de pectina pela ação das poligalacturonases (PG) e a desesterificação ou remoção de grupos metílicos ou acetil dos polímeros, pelas pectinametilsterases (PME).

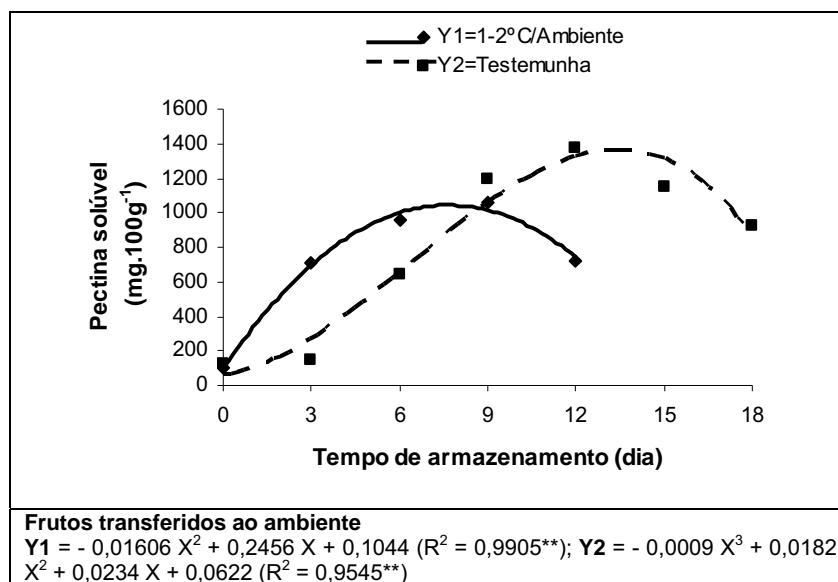


Figura 61. Teores de pectina solúvel em abacates 'Hass' transferidos a condição de ambiente ( $22^\circ\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), testemunha.

Estes frutos, depois de amadurecidos, foram oferecidos a analistas não treinados para que avaliassem a aparência da casca e da polpa, as quais não aprovaram a aparência da casca dos frutos armazenados sob refrigeração, pois indicaram notas inferiores a cinco, numa escala onde 1=muito ruim e 10=muito boa (Figura 62). Estas notas podem ser devidas ao não conhecimento desta variedade pelos provadores, os quais não estão acostumados com abacates cuja casca tenha coloração escurecida, quando amadurecidos. Com relação a aparência da polpa, os frutos preferidos foram os do tratamento testemunha (nota=7), embora a dos frutos submetidos a refrigeração tenham recebido avaliação satisfatória (nota=5), enquanto o odor, manteve-se adequado, com notas 5-6 (Figura 62).

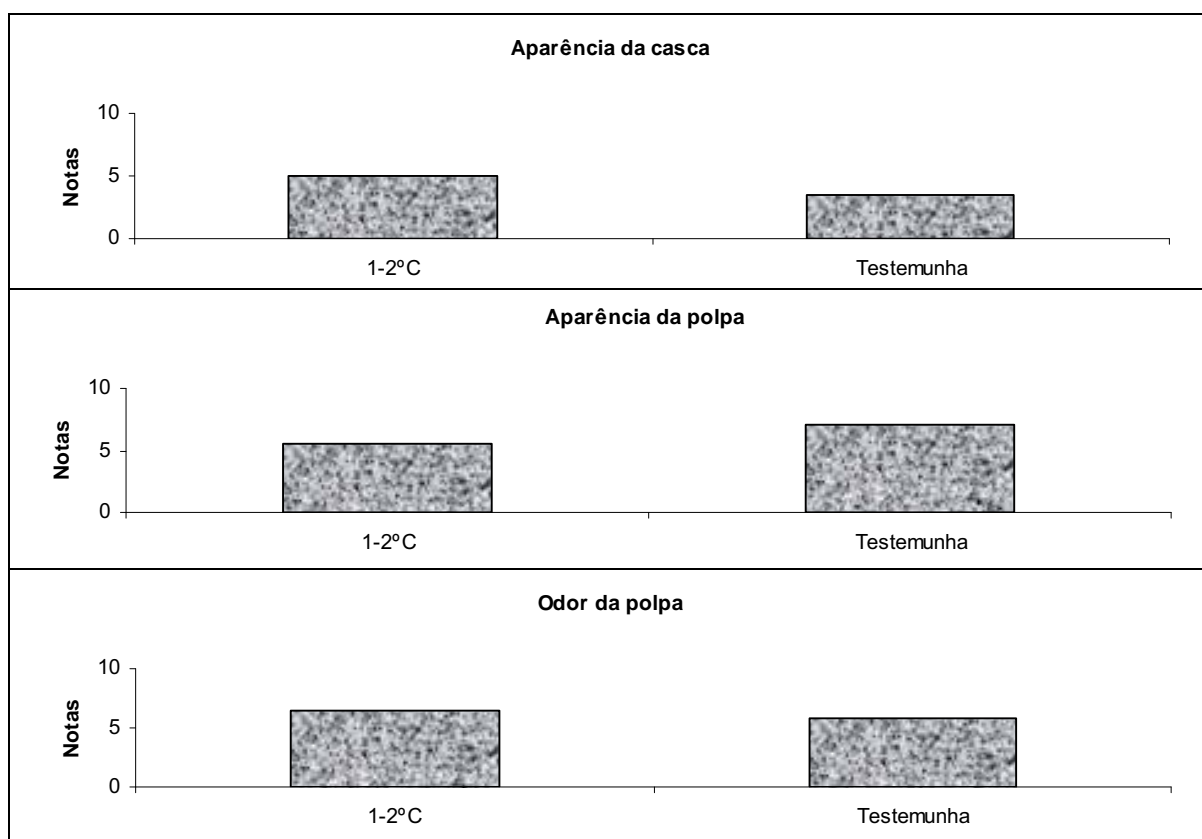


Figura 62. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor da polpa de frutos 'Hass' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 12 dias, depois do armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

O armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 45 dias, levou a alterações no metabolismo dos abacates 'Hass', cujo sintoma visível foi o escurecimento da casca e da polpa. Observou-se que a atividade das enzimas associadas ao escurecimento, peroxidase e polifenoloxidase, se tornou maior nestes frutos, quando transferidos ao ambiente.

Os frutos injuriados amoleceram mais rapidamente, quando transferidos ao ambiente, com antecipação no aumento climatérico e maior atividade da pectinametilesterase e da poligalacturose, o que levou a aumento na solubilidade de suas pectinas.

#### 4.2.2 Abacate 'Geada'

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', a aparência dos frutos, enquanto armazenados sob refrigeração, evoluiu de ótima (nota=5) para boa (nota=4) em 7 dias, para regular em 14 dias (nota=3) e ruim (nota=2) a partir do 21º dia (Figura 63A). Quando esses frutos foram transferidos ao ambiente, a aparência evoluiu de ruim para péssima (nota=1) em 2 dias, devido a presença de manchas escuras na casca (Figura 63B). Os frutos da testemunha mantiveram-se com aparência ótima por 8 dias, quando evoluiu para regular (Figura 63B).

Manchas na casca, que no início tinham tamanho pequeno e coloração marrom, se tornaram enegrecidas e com maior tamanho e são tidas como sintomas de injúria pelo frio (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Sintomas de injúrias por frio também foram detectados por BLEINROTH et al. (1977) em abacates 'Fuerte' e 'Pinkerton' e por BOWER et al. (2003), em abacates 'Pinkerton'. ZAUBERMAN et al. (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) não descreveram este sintoma em abacates 'Fuerte' e 'Hass', armazenados sob refrigeração.

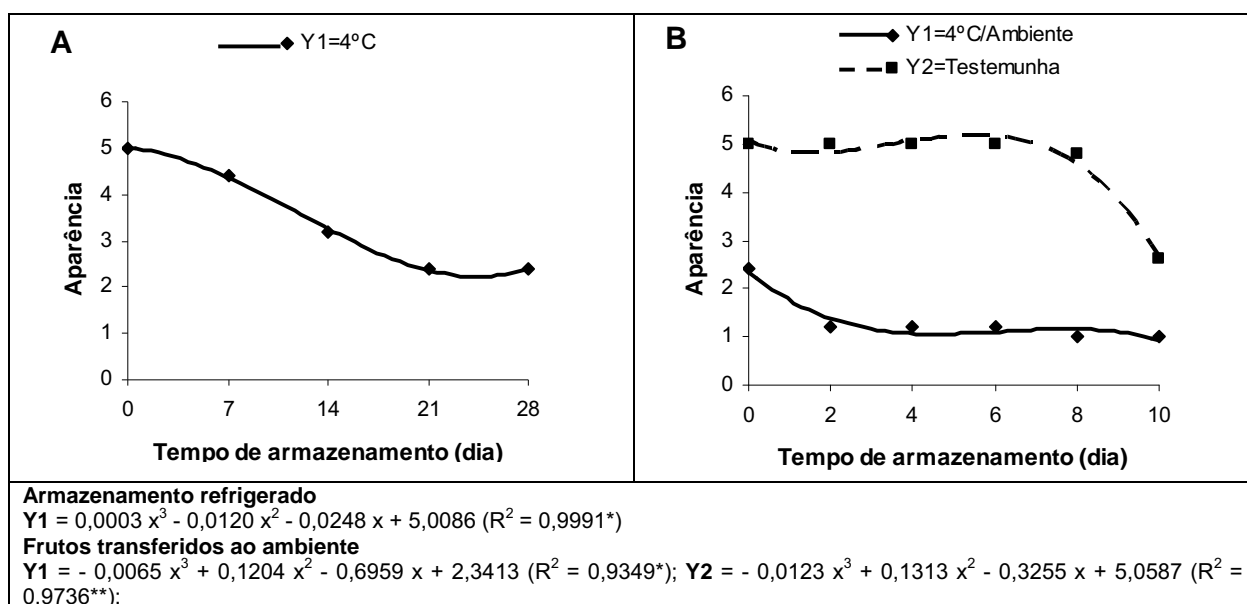


Figura 63. Variação na aparência da casca em abacates 'Geada', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regula, 2 = ruim e 1 = péssima).

Durante o armazenamento refrigerado, a luminosidade dos frutos reduziu-se de 39,81 para 29,94 (Figura 64A), o ângulo de cor de 130,43 para 112,97 (Figura 65A) e a cromaticidade de 26,24 para 13,86 (Figura 66A). A redução na luminosidade e na cromaticidade indicam que os frutos tornaram-se mais escurecidos, enquanto a evolução do ângulo de cor indica que eles se tornaram mais amarelados, o que não foi detectado visualmente. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a coloração continuou evoluindo, com a casca tornando-se mais escurecida (Figuras 64B, 65B e 66B). Esse escurecimento foi atribuído à presença de manchas escuras na casca e devidas à refrigeração, e quando estes frutos foram transferidos ao ambiente elas se intensificaram, devido a evolução do amadurecimento e da senescência. Os frutos do testemunha, apresentaram coloração que evoluiu de verde escuro (L=39,27, h°=126,93 e Cr=28,55) para verde brilhante (Figuras 64B, 65B e 66B).

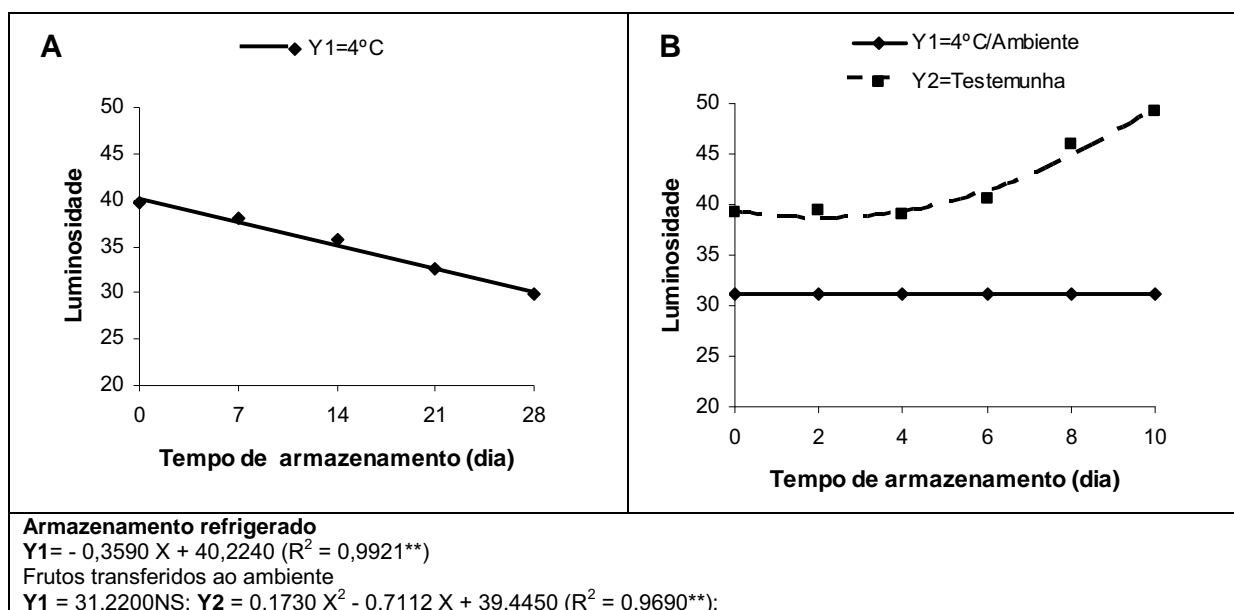


Figura 64. Variação na luminosidade da casca em abacates 'Geada', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

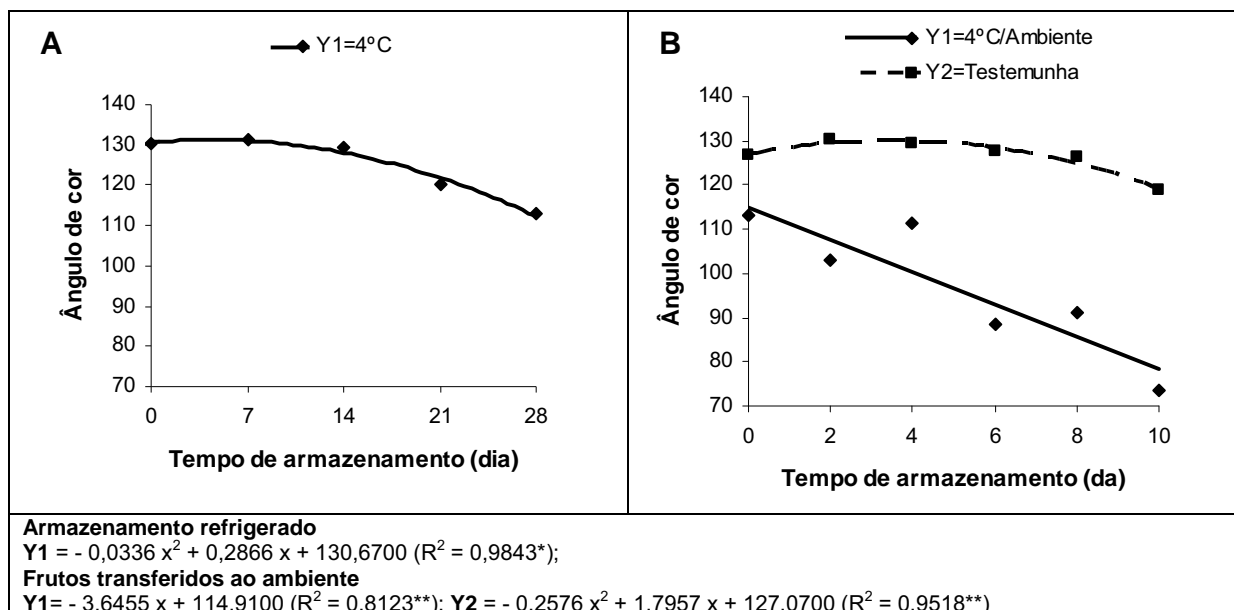


Figura 65. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Geada', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

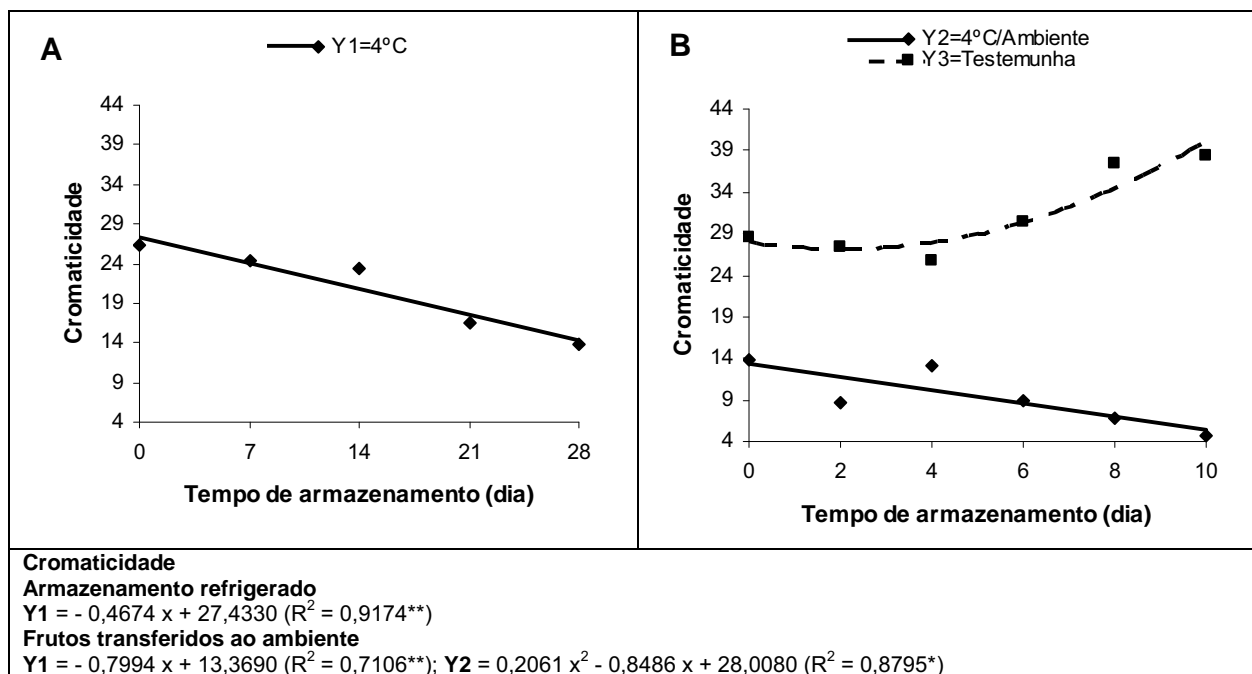


Figura 66. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Geada', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', os frutos perderam massa durante o armazenamento refrigerado (7,6% em 28 dias), assim como depois de transferidos ao ambiente, quando esta perda foi mais elevada (20,01% em 10 dias) (Figuras 67A e 67B). Esta perda também foi observada nos frutos do testemunha, com 10,62 % em 10 dias (Figura 67B). Esses resultados reafirmam os relatados por BLEINROTH et al. (1976; 1977), em diferentes variedades de abacates, e por BOWER et al. (2003) e MORGADO (2007), em abacates 'Geada' e 'Quintal'.

BOWER et al. (2003) associaram esta perda de massa com os sintomas de injúrias pelo frio e indicaram que esses sintomas são mais severos quando se tem maior perda de massa pelos tecidos.

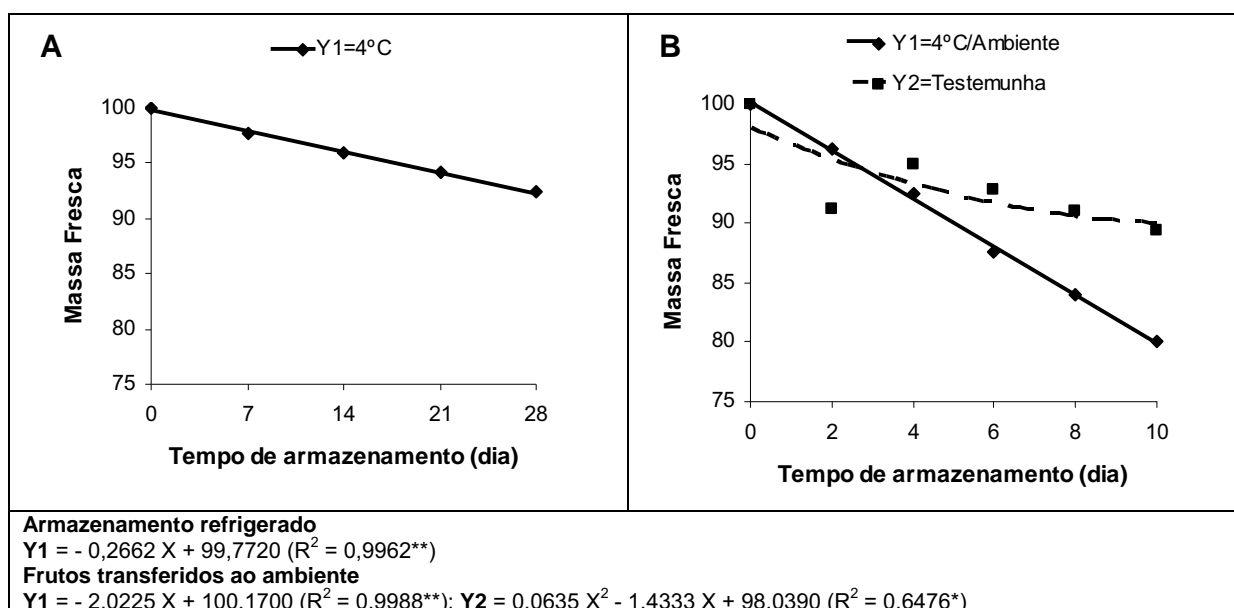


Figura 67. Variação da perda de massa fresca (%) em abacates 'Geada', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (B).

A aparência da polpa manteve-se ótima (nota=5) ao longo do período de armazenamento refrigerado, evoluiu para boa (nota = 4) em 4 dias, depois que eles foram transferidos para a condição ambiente, e em seguida a até ruim, nota = 2 (Figura 68A), como conseqüência do aparecimento de manchas escuras na polpa.

Comportamento semelhante foi observado em abacates 'Hass' e são tidas como sintomas de injúria pelo frio (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os sintomas observados se iniciaram com coloração acinzentada, no mesocarpo e com aparecimento mais freqüente entre o caroço e a área peduncular.

Nos frutos do testemunha, a aparência manteve-se ótima por 6 dias, evoluiu para boa em 8 dias, quando se tornou regular (nota = 3), devido a senescência (Figura 68A).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', a luminosidade, o ângulo de cor e a cromaticidade da polpa não se alteraram ( $L=85,10$ ,  $h^{\circ}=108,15$ ,  $Cr=48,52$ ) durante o período de armazenamento refrigerado, indicando que a coloração se manteve verde-amarelado brilhante. Resultados semelhantes também foram relatados por MORGADO (2007), para abacates 'Geada' armazenados a 6-8°C.

Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, observou-se redução na luminosidade, no ângulo de cor e na cromaticidade, caracterizando a transformação da polpa para amarelo mais claro, em 10 dias de armazenamento ( $L=67,66$ ,  $h^{\circ}=95,37$  e  $Cr=31,15$ ) (Figuras 68B, 69A e 69B). Estes resultados são diferentes dos observados em abacates 'Hass' e dos relatados por MORGADO (2007), em abacates 'Geada' armazenados ao ambiente. Nos frutos do testemunha, a luminosidade e o ângulo de cor mantiveram-se praticamente inalterados até o 8° dia de armazenamento e a cromaticidade até o 6° dia, indicando a manutenção da polpa com coloração amarelo brilhante. A partir deste período os valores destes parâmetros diminuíram, devido a senescência dos frutos.

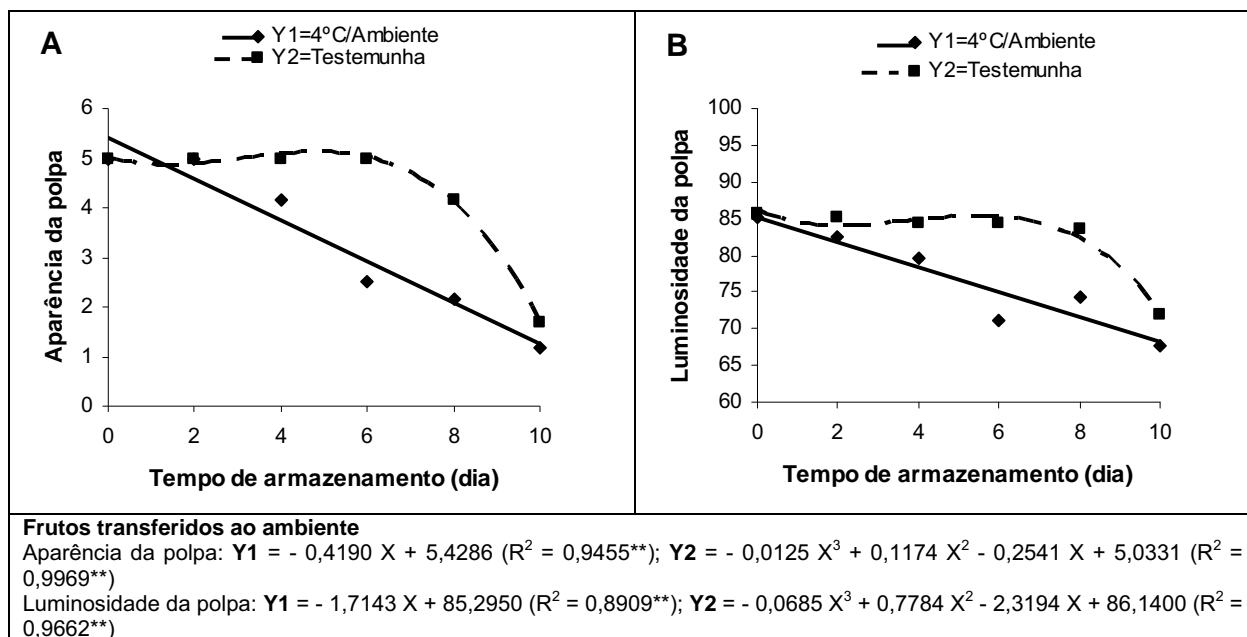


Figura 68. Variação na aparência da polpa (A) e da luminosidade da polpa (B) em abacates 'Geda' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

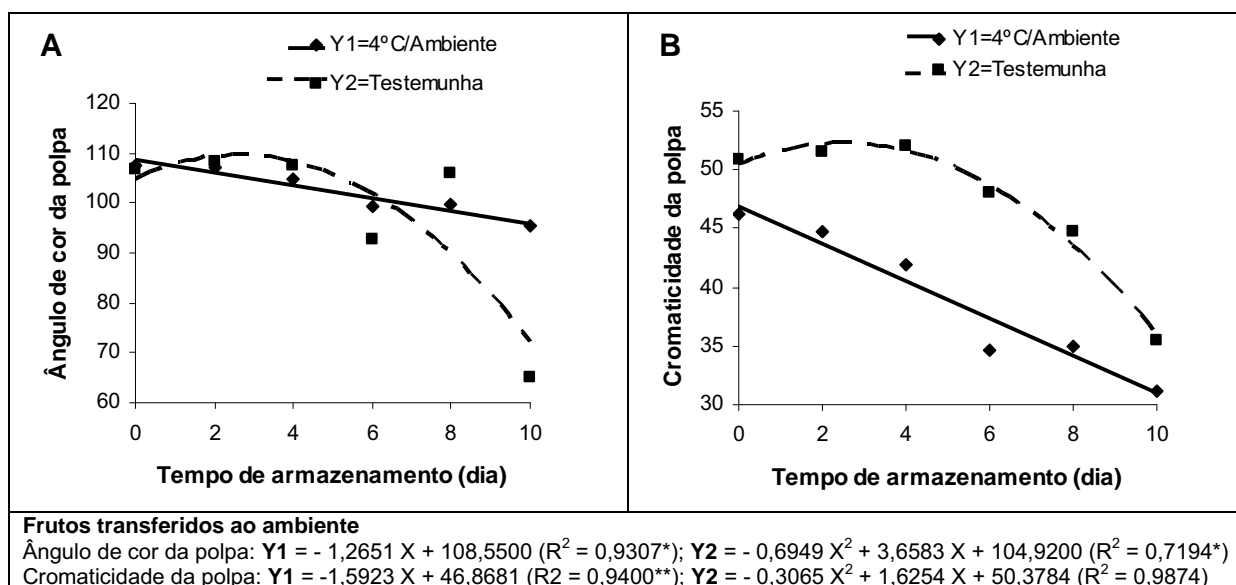


Figura 69. Variação no ângulo de cor da polpa (A) e da cromaticidade da polpa (B) em abacates 'Geda' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

Durante o armazenamento refrigerado não se detectaram manchas escuras na polpa e os frutos mantiveram firmeza maior que 127,4N, porém quando transferidos ao

ambiente, as manchas apareceram após 4 dias, mas com baixa ocorrência, 2,2%, que aumentou com o tempo de armazenamento e de maneira coincidente com o amolecimento dos frutos (1,0N), indicativo de que eles completaram o amadurecimento. Nos frutos do tratamento testemunha, só se detectou escurecimento na polpa após 10 dias de armazenamento. Estes frutos tornaram-se completamente amolecidos em 8 dias, com a firmeza evoluindo de > 127,4 para 0,0N, sugerindo que eles amadureceram mais lentamente que os mantidos sob refrigeração (Tabela 44).

Quanto a firmeza da polpa, os abacates 'Geadá' apresentaram o mesmo comportamento que abacates 'Hass', o que também foi relatado por ZAUBERMAN et al. (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) em abacates 'Fuerte' e 'Hass' transferidos ao ambiente, depois de mantidos a 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas e por MORGADO (2007), quando armazenou frutos desta cultivar sob refrigeração.

O escurecimento da polpa foi atribuído à oxidação de compostos fenólicos por ação de enzimas específicas (CHITARRA & CHITARRA, 2005), entre as quais, segundo SEYMOUR & TUCKER (1993) e HONÓRIO & MORETTI (2002), se destaca a polifenoloxidase, que pode atuar sobre compostos fenólicos liberados do vacúolo, por ocasião da injúria.

Tabela 44- Variação no índice de escurecimento e na firmeza da polpa em abacates 'Geadá', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

| Tempo<br>(dia)                                   | ÍNDICE DE ESCURECIMENTO<br>(%)                 |            | FIRMEZA<br>(N) |            |
|--|--|------------|----------------|------------|
|  | <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b> |            |                |            |
| 0  | 0,0  |            | >127,4         |            |
| 7  | 0,0  |            | >127,4         |            |
| 14   | 0,0  |            | >127,4         |            |
| 21   | 0,0  |            | >127,4         |            |
| 28   | 0,0  |            | >127,4         |            |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 82%UR)</b> |  |            |                |            |
|  | 4°C  | testemunha | 4°C            | testemunha |
| 0  | 0,0  | 0,0        | >127,4         | >127,4     |
| 2  | 0,0  | 0,0        | 36,3           | 117,6      |
| 4  | 2,2  | 0,0        | 1,0            | 119,6      |
| 6  | 14,7   | 0,0        | 0,0            | 11,8       |
| 8  | 31,0   | 0,0        | 0,0            | 0,0        |
| 10   | 61,6   | 21,9       | 0,0            | 0,0        |

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', a atividade da peroxidase (POD) se manteve inalterada ao longo do armazenamento refrigerado, 1,038  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado. $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (ZAUBERMAN et al. 1985; MORGADO, 2007), assim como depois que os frutos foram transferidos ao ambiente, nos quais a atividade era maior. Nas áreas intactas esta atividade apresentou-se menor (1,0840  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado. $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) que nas escurecidas, (1,276  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado. $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Nos frutos do tratamento testemunha, a atividade desta enzima permaneceu constante e maior que nos frutos submetidos a refrigeração (1,339  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado. $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

Esses resultados são diferentes dos relatados por ZAUBERMAN et al. (1985), ao trabalharem com abacates 'Fuerte', com sintomas de injúrias pelo frio, os quais verificaram diminuição na atividade dessa enzima, o que levou-os a afirmarem que a peroxidase não tem nenhuma ação no desenvolvimento de injurias pelo frio. MORGADO (2007) detectou aumento nesta atividade em abacates 'Quintal' ao ambiente, enquanto SANCHES (2006) observou redução em abacates 'Quintal' e 'Fuerte' e aumento em 'Hass', com verificação de maior atividade nas áreas lesionadas por injúrias mecânicas.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) também manteve-se inalterada nos frutos armazenados sob refrigeração, 0,653  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , mas com valores mais baixos depois que eles foram transferidos ao ambiente, 0,566-0,570  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . Os frutos do tratamento testemunha apresentaram 0,563  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . Esse comportamento também foi observado em frutos da cultivar Hass, mantidos sob refrigeração e também foi relatado por MORGADO (2007) em abacates 'Geada' e 'Quintal' a 6-8°C e por SANCHES (2006), em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal', armazenados ao ambiente.

Assim como ocorreu no Experimento com abacates 'Hass', a atividade respiratória dos frutos diminuiu de 30,49  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  para 4,48  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , após 2 dias de armazenamento refrigerado e se manteve praticamente inalterada, 6,03  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (Figura 70A). Quando eles foram transferidos ao ambiente, a respiração aumentou até atingir o pico climatérico, para diminuir em seguida. O pico climatérico

nestes frutos antecipou-se, quando comparados aos da testemunha (Figura 70B), indicando que durante o período refrigerado o metabolismo dos mesmos teve continuidade. Esse comportamento também foi relatado por VIEIRA (1985), em frutos do 'Clone II' armazenados a 16-24°C, depois de mantidos a 4°C por 4 semanas, e a 0°C por 2 semanas, e por SHARON & KAHN (1979), em abacates 'Fuerte', armazenados a 17°C, depois de mantidos a 5°C por 13 dias, seguido de armazenamento a 2°C por 14 dias.

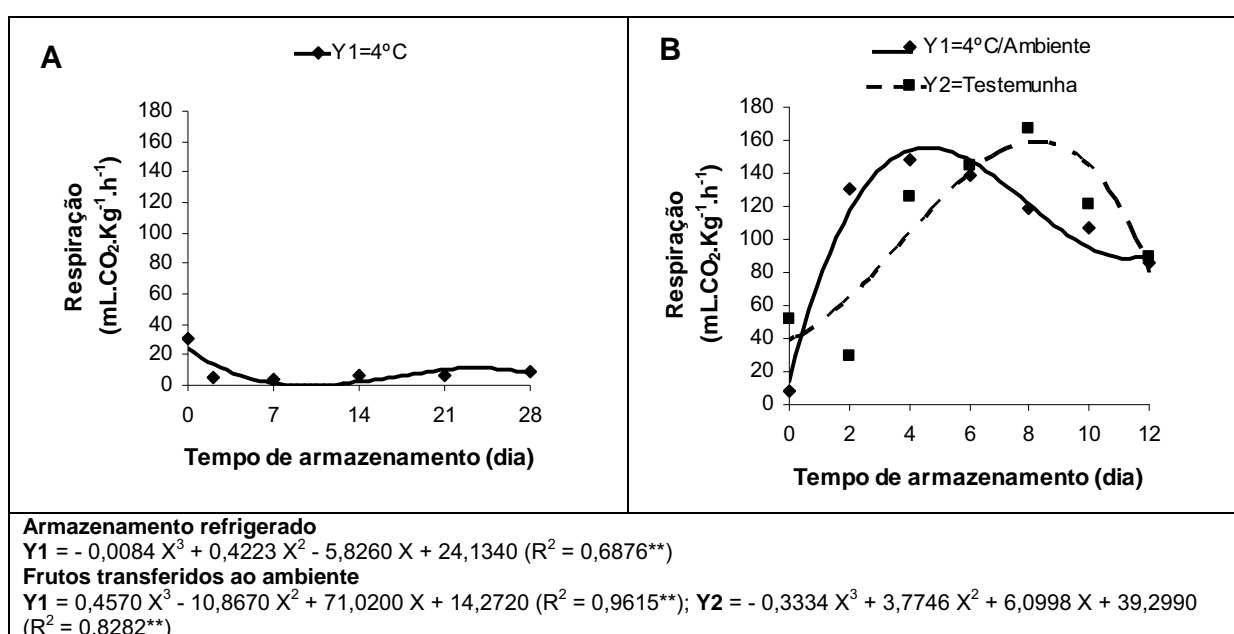


Figura 70. Variação na atividade respiratória em abacates 'Geada', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

A atividade da poligalacturonase (PG) se manteve constante nos frutos armazenados sob refrigeração (95,3 UAE.g<sup>-1</sup>), assim como ocorreu em abacates 'Hass', mas quando eles foram transferidos ao ambiente, ela aumentou de 629,18 UAE.g<sup>-1</sup>, para depois diminuir, mas se manteve constante e com as áreas escurecidas apresentando os maiores valores, 638,83 UAE.g<sup>-1</sup> (Figura 71A). Esse comportamento não foi detectado em abacates 'Hass'.

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', a atividade desta enzima aumentou nos frutos da testemunha a partir do 2º dia, a até 593,66 UAE.g<sup>-1</sup>, para depois diminuir

(Figura 71A) acompanhando o amadurecimento dos frutos e a atividade respiratória (Figura 70B). O aumento da atividade da PG (Figura 71A) nos frutos é indicativo de amadurecimento, assim como a redução na textura (Tabela 44).

ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) também detectaram aumento na atividade desta enzima em abacates 'Hass' armazenados ao ambiente, depois de armazenados a 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas, assim como SANCHES (2006), em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal', armazenados ao ambiente. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), a PG despolimeriza ou encurta as pectinas da parede celular, tornando os frutos mais macios.

Diferente do observado em abacates 'Hass', a atividade da pectinametilsterase (PME) se manteve constante durante o armazenamento refrigerado (1056,07 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>). Na condição ambiente, esta atividade se reduziu e as áreas lesionadas pelo frio apresentaram os maiores valores (859,43 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) (Figura 71B). Esses resultados não reafirmam os relatados por ZAUBERMAN et al. (1995), que verificaram aumento na atividade da PME em abacates 'Hass' armazenados ao ambiente, depois de armazenados a 2°C, 5°C e 8°C, por 4 semanas. Os frutos da testemunha apresentaram tendência de redução constante durante o armazenamento ao ambiente, a até 169,36 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (Figura 71B). Essa redução também foi relatada por VIEIRA (1985), quando armazenou frutos de 'Clone II' e por SANCHES (2006), em abacates 'Hass', 'Geadá', e 'Quintal' armazenados ao ambiente.

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), a PME solubiliza o polímero péctico da parede celular e juntamente com a poligalacturonase, é responsável pelo amolecimento

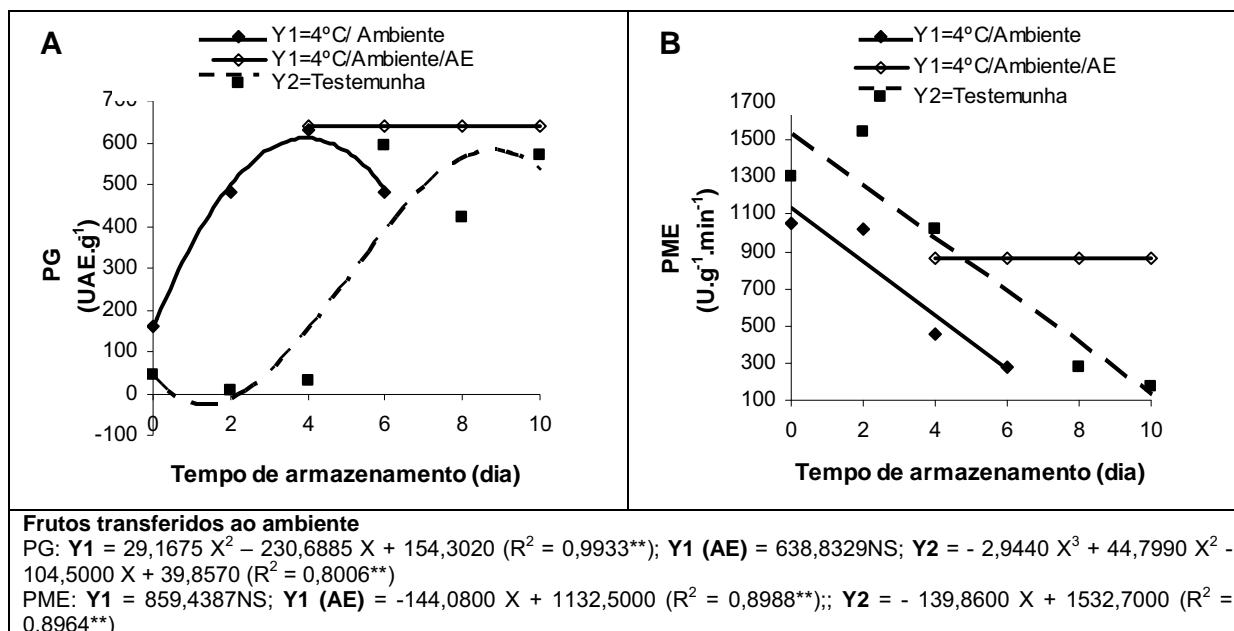


Figura 71. Variação na atividade da poligalacturonase, PG (A), e da pectinametil esterase, PME (B) em abacates 'Geada' transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha.

Assim como o observado em abacates 'Hass', o teor da pectina total manteve-se em  $611,56 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ , ao longo do armazenamento refrigerado. Este teor se reduziu quando os frutos foram transferidos ao ambiente, assim como nos do testemunha, cujo teor foi  $573,57 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$  e  $571,64 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ , respectivamente. Estes resultados não reafirmam o relatado por SANCHES (2006), que armazenou abacates 'Hass' ao ambiente, e os teores reduziram-se com o tempo.

Os conteúdos de pectina solúvel mantiveram-se inalterados durante o armazenamento refrigerado ( $44,86 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ ), porém aumentaram logo após sua transferência para a condição ambiente ( $344,94 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ ), indicando o amadurecimento dos mesmos, para depois diminuir ( $299,20 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ ). Esta evolução também aconteceu nos frutos da testemunha, mas com aumento nos conteúdos de pectina solúvel mais tardio (Figura 72). Essa tendência de aumento também foi relatada por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal'.

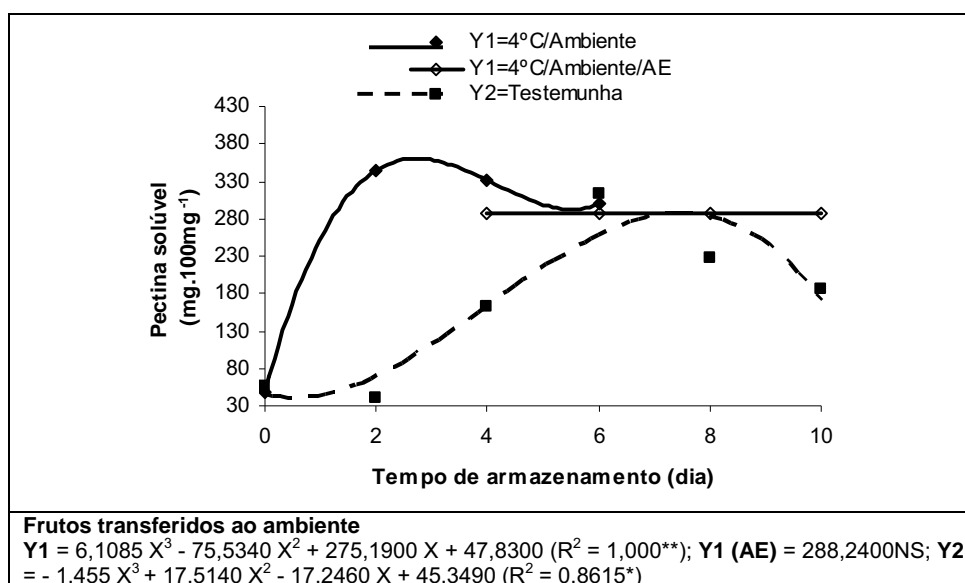


Figura 72. Teores de pectina solúvel em abacates 'Geada' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha.

Quando os frutos amadurecidos foram apreciados por provadores, estes indicaram que a aparência da casca e da polpa, dos frutos mantidos sob refrigeração, foi pior que a dos frutos do ambiente, testemunha (Figuras 73). Com relação ao odor, tanto os frutos refrigerados como os da testemunha foram bem aceitos pelos provadores (Figura 73).

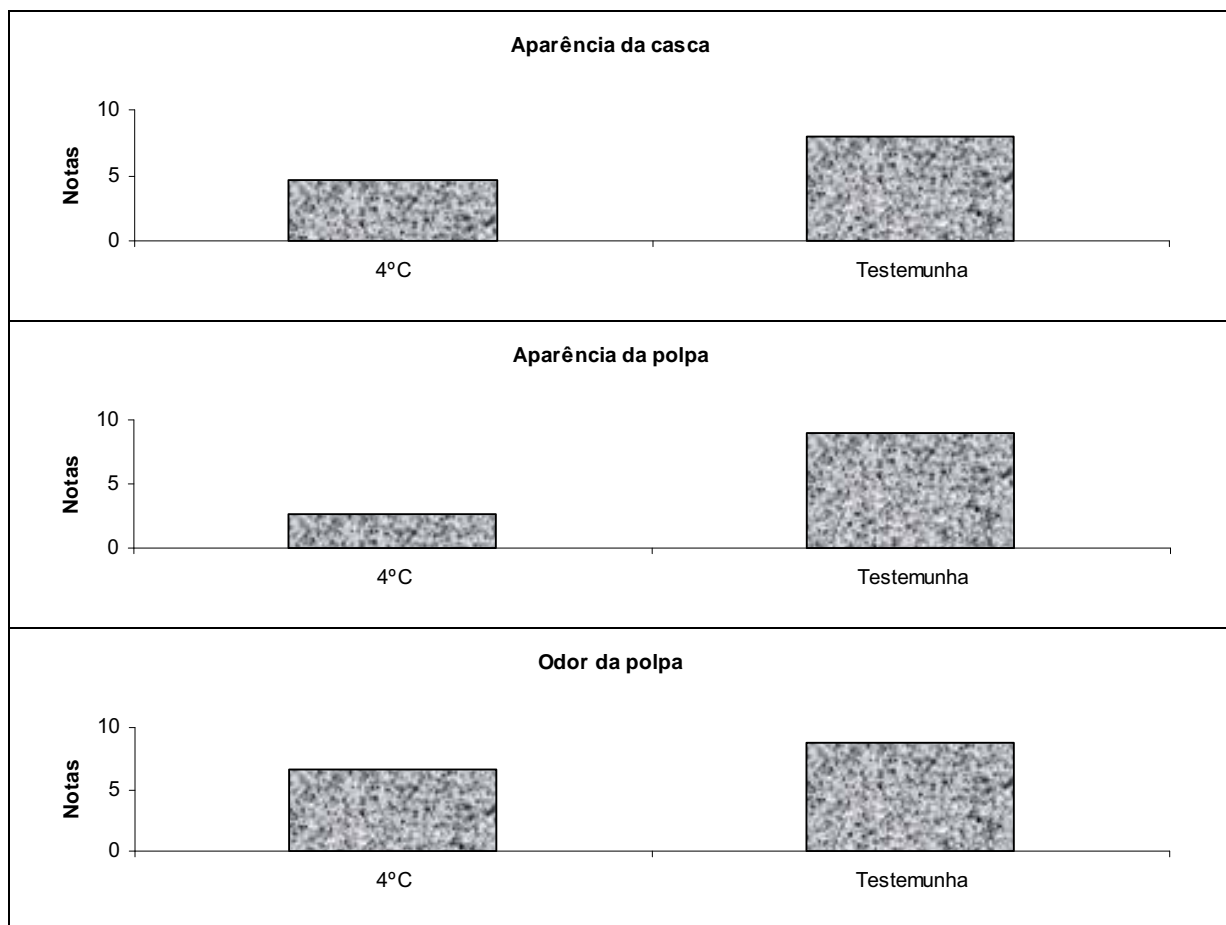


Figura 73. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor da polpa de frutos 'Geda' armazenados ao ambiente, por até 8 dias, depois do armazenamento a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Este experimento indica que o armazenamento refrigerado leva a alterações no metabolismo de frutos da cultivar Geda, cujo sintoma é o aparecimento de manchas enegrecidas na casca e acinzentadas na polpa. As manchas da polpa podem estar associadas com a atividade da peroxidase, que aumentou quando os frutos foram transferidos ao ambiente, e com a da polifenoloxidase, que aumentou durante o armazenamento refrigerado. Apesar da presença dos sintomas descritos, estes frutos amadureceram, indicado por redução na firmeza e na atividade da pectinametilsterase e por aumento na da poligalacturonase, o que se refletiu no conteúdo de pectina solúvel.

### 5.2.3 Abacate 'Quintal'

A aparência dos frutos de 'Quintal' armazenados sob refrigeração, evoluiu de ótima (nota=5) para boa (nota=4), em 7 dias, e de boa para regular (nota=3) em 14 dias, a qual foi mantida (Figura 74A). Depois de transferidos ao ambiente, a aparência dos frutos manteve-se regular por 4 dias, quando evoluiu para ruim (nota = 2) e péssima (nota = 1). Nos frutos do tratamento testemunha, a aparência manteve-se ótima por 4 dias, apresentou-se boa no 6º dia e manteve-se regular até o 8º dia (Figura 74B). Os prejuízos na aparência, durante o período sob refrigeração, foram devidos ao aparecimento de manchas enegrecidas na casca, que depois de transferidos ao ambiente evoluíram rapidamente. Nos frutos da testemunha a aparência foi prejudicada, devido senescência (Figura 74B).

Sintomas de injúrias pelo frio também foram detectados em abacates 'Hass', e por BOWER et al. (2003), em abacates 'Pinkerton' e 'Fuerte' armazenados a 2°C, 5,5°C e 8°C, mas não foram observados em abacates 'Hass' por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), durante armazenamento a 2°C por 4 semanas.

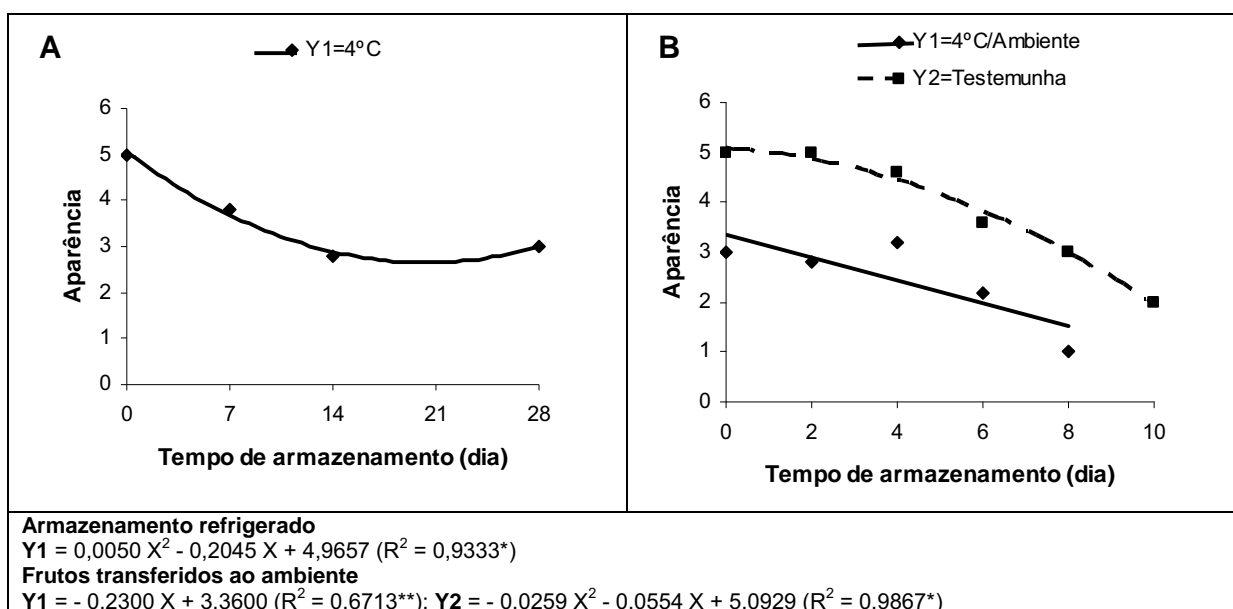


Figura 74. Variação na aparência da casca em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regula, 2 = ruim e 1 = péssima).

A luminosidade e o ângulo de cor diminuíram ao longo do período de armazenamento refrigerado, de  $L=48,54$  para  $L=41,56$  e de  $h^\circ=126,76$  para  $h^\circ=112,04$  (Figuras 75, 76A), enquanto a cromaticidade se manteve inalterada (33,72), indicando que os frutos passaram de verde escuro para verde amarelado escuro. A redução na luminosidade também foi observada em abacates ‘Hass’ e ‘Geada’ e tem sido atribuída ao aparecimento de manchas escuras na casca.

Depois de transferidos para condição ambiente, os frutos mantiveram a luminosidade e a cromaticidade constantes, enquanto o ângulo de cor diminuiu de 112,04 para 82,65 (Figuras 76B), indicando que a coloração dos frutos tornou-se mais amarelada. Nos frutos da testemunha, a luminosidade se manteve em 48,05 e a cromaticidade em 36,66, enquanto que o ângulo de cor ficou praticamente inalterado, 124,43 (Figura 76B), com manutenção da coloração verde vivo até o 4º dia, para depois tornar-se mais amarelada, o que também foi observado em abacates ‘Geada’ armazenados ao ambiente.

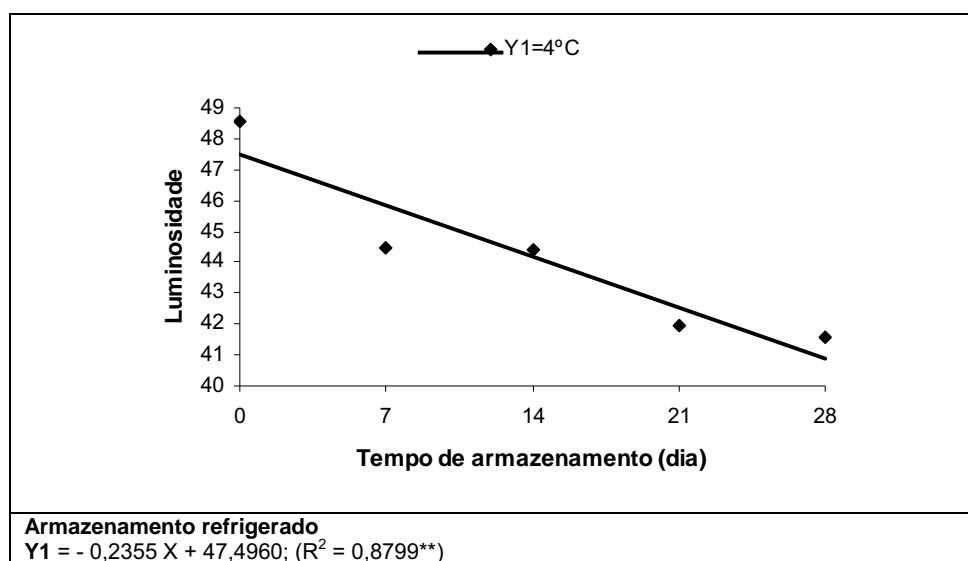


Figura 75. Variação na luminosidade da casca em abacates “Quintal”, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias.

Assim como ocorreu com abacates ‘Hass’ e ‘Geada’, os frutos perderam massa durante o período de armazenamento refrigerado, que aumentou quando eles foram

transferidos ao ambiente, 14,3% em 8 dias (Figura 77). Resultados semelhantes também foram relatados por BOWER et al. (2003).

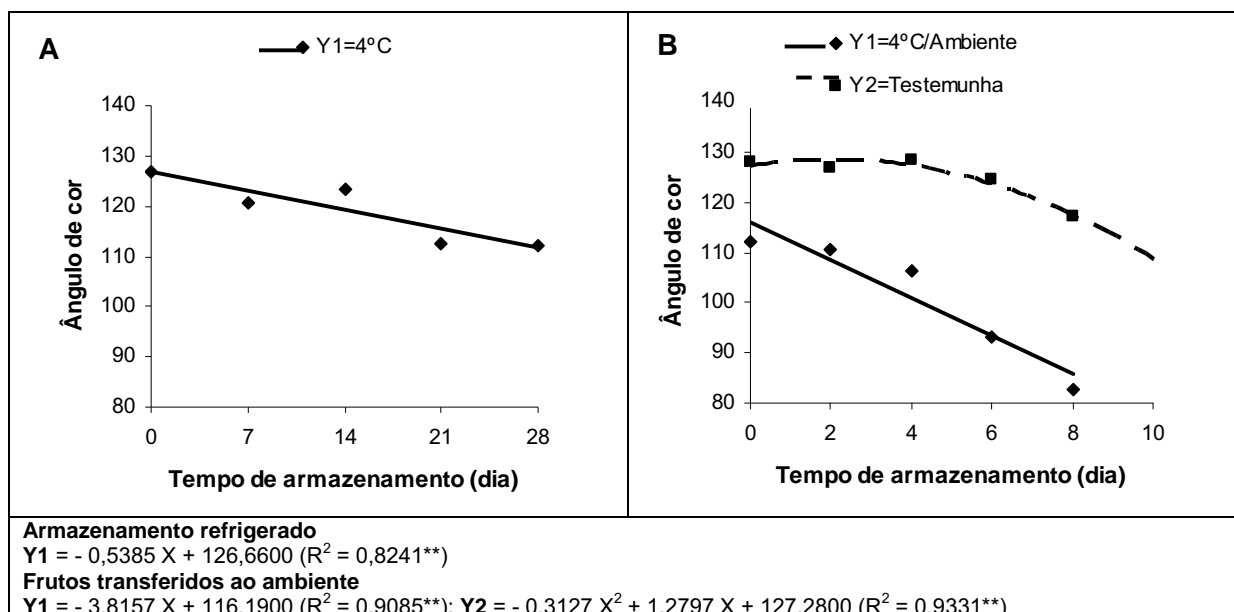


Figura 76. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

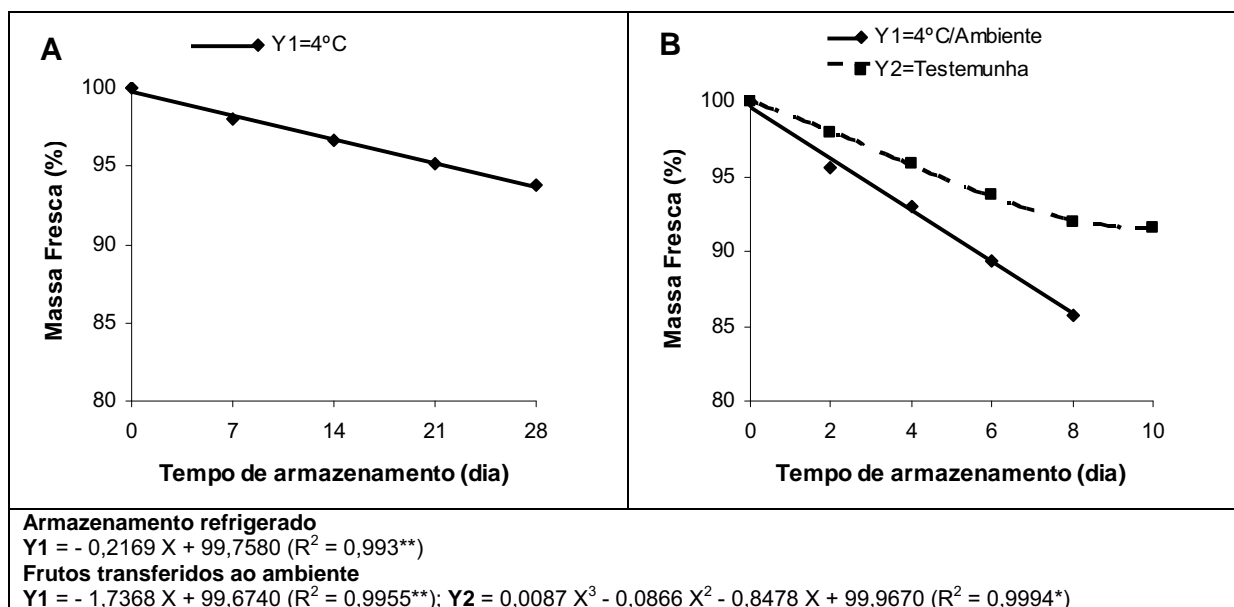


Figura 77. Variação da perda de massa fresca em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (B).

A aparência da polpa, nos frutos armazenados sob refrigeração, manteve-se ótima (nota = 5) por 14 dias, quando evoluiu para ruim (nota = 2) e se manteve até o final do armazenamento, mesmo depois que os frutos foram transferidos ao ambiente. Nos frutos do tratamento testemunha esta aparência se manteve ótima por 6 dias, quando evoluiu para boa até o 8º dia, e tornou-se regular em 10 dias (Figura 78). Estes resultados indicam que os frutos da 'Quintal' são bastante sensíveis ao armazenamento refrigerado.

O aparecimento de manchas escurecidas na polpa, assim como os sintomas de injúrias pelo frio são responsáveis pela evolução da boa aparência da polpa para ruim ou péssima. Esses sintomas ocorreram em posições diferenciadas, principalmente na região do mesocarpo entre o caroço e o pedúnculo. Nos frutos da testemunha essa evolução ocorreu devido a senescência.

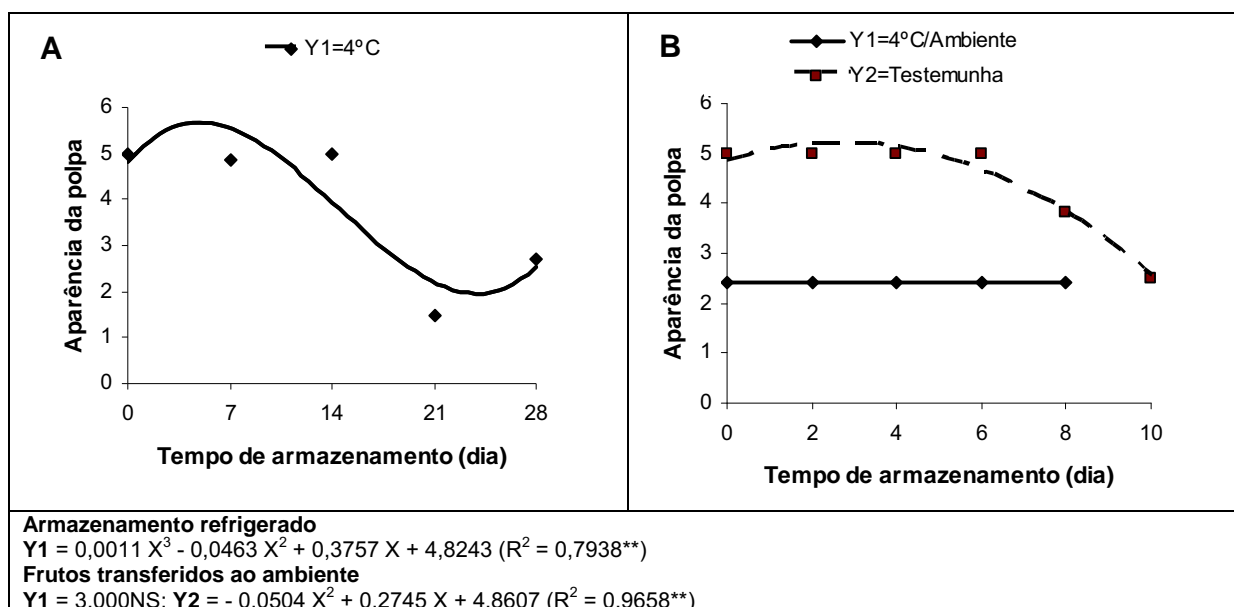


Figura 78. Variação na aparência da polpa em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (B).

Durante armazenamento refrigerado, a coloração da polpa passou de verde amarelado brilhante ( $L=86,92$ ,  $h^\circ=108,88$ ,  $Cr=45,96$ ) para um amarelo mais forte e

brilhante ( $L=78,95$ ,  $h^{\circ}=95,71$  e  $Cr=40,70$ ) (Figuras 80A, 81A e 82A), o que não foi observado em abacates 'Hass' e 'Geda'. Esses resultados não reafirmam o relatado por MORGADO (2007) para abacates desta cultivar, armazenados a 6-8°C, quanto aos parâmetros ângulo de cor e luminosidade. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, depois do período sob refrigeração, a polpa passou de amarelo escuro brilhante para um amarelo pálido. Essa evolução não ocorreu nos frutos da testemunha, até o 6° dia ( $L=82,83$ ,  $h^{\circ}=106,00$  e  $Cr=45,82$ ), indicando que a coloração se manteve amarelo brilhante. Após oito dias, estes parâmetros apresentaram redução, indicando senescência (Figuras 80B, 81B e 82B). Esses resultados são similares aos encontrados em abacates 'Geda', mas não, aos observados em abacates 'Hass' e aos relatados por MORGADO (2007), em abacates 'Geda' armazenados ao ambiente.

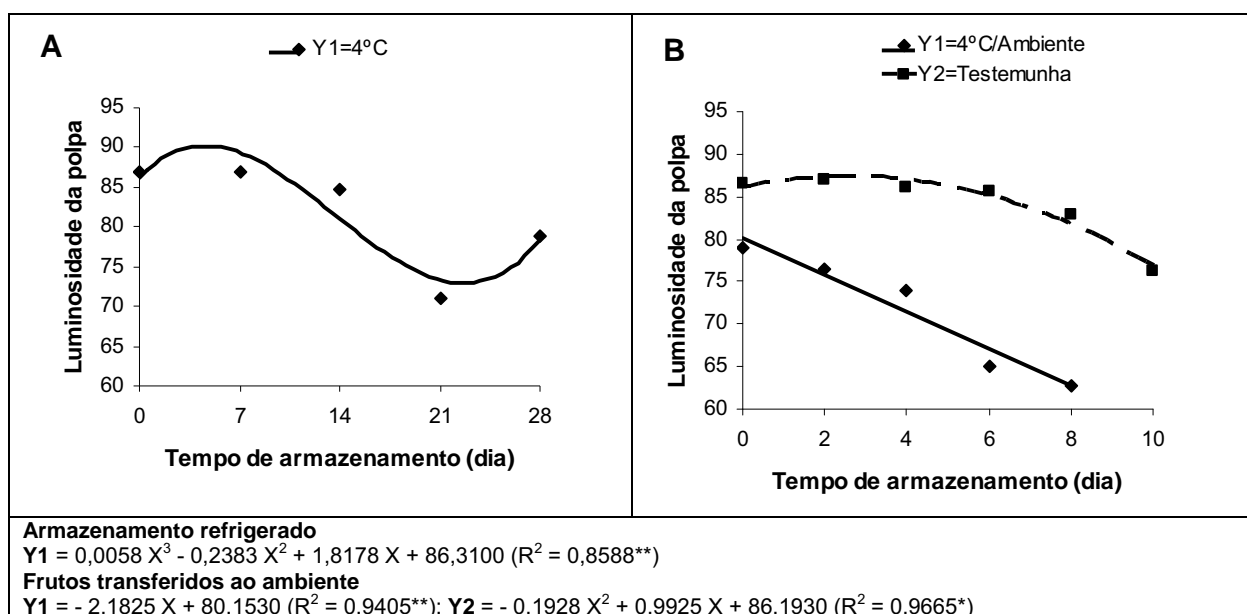


Figura 79. Variação da luminosidade da polpa em abacates 'Quintal' armazenados a 4°C por 28 dias (A) e depois de transferidos ao ambiente, assim como em frutos armazenados ao ambiente, testemunha (B).

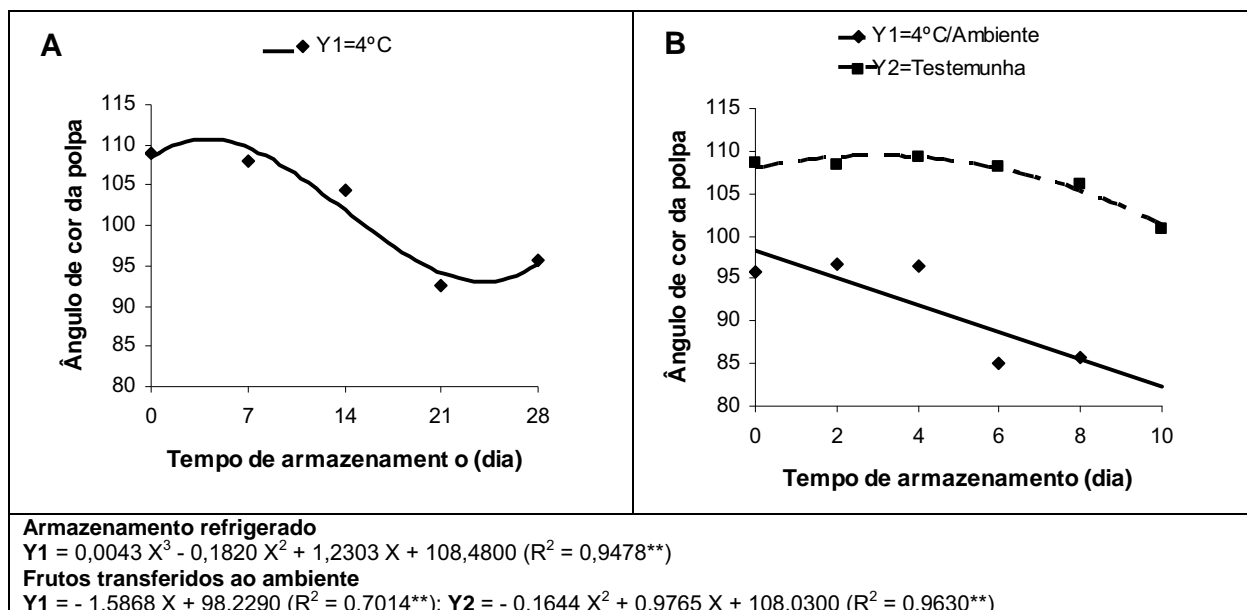


Figura 80. Variação no ângulo de cor da polpa em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (B).

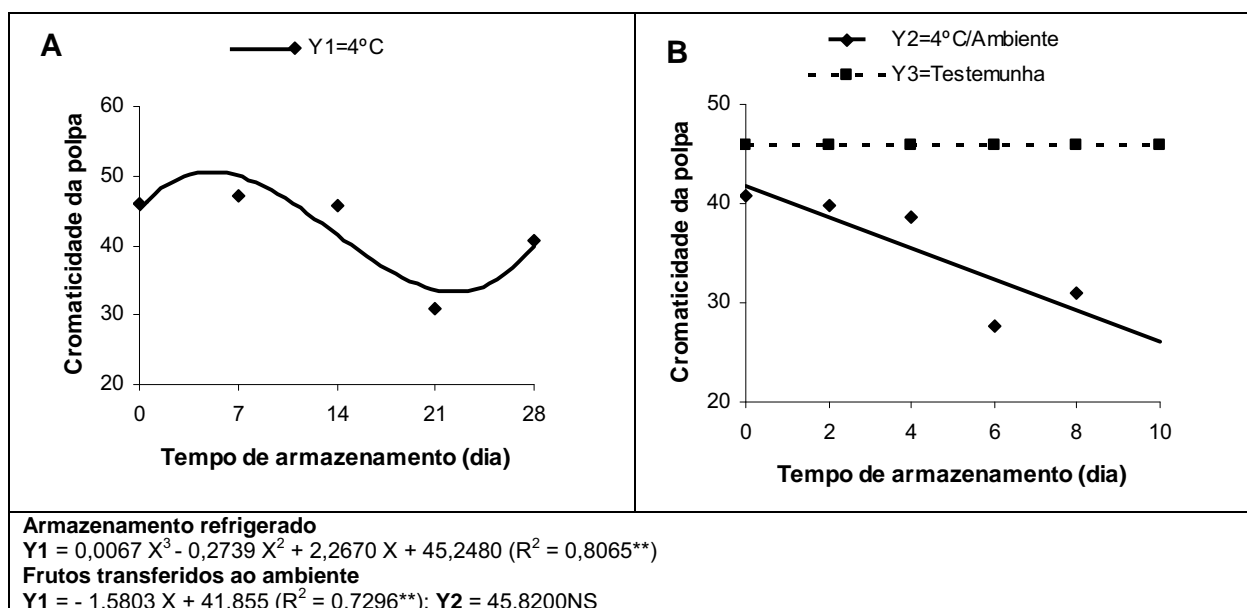


Figura 81. Variação da cromaticidade da polpa em abacates 'Quintal' armazenados a 4°C por 28 dias (A) e depois de transferidos ao ambiente, assim como em frutos armazenados ao ambiente, testemunha (B).

Diferente do observado em abacates 'Geada', manchas escuras apareceram após 21 dias de armazenamento refrigerado, 42,6% da superfície e se manteve até o 28° dia, quando estes frutos ainda apresentavam firmeza maior que 127,4N (Tabela

45). Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a porcentagem de manchas aumentou, enquanto a firmeza diminuiu, indicando amadurecimento. Assim como ocorreu em abacates 'Geadá', nos frutos da testemunha, as manchas escurecidas só apareceram no final do armazenamento, coincidindo com a senescência, enquanto a firmeza diminuiu. Estes frutos completaram o amadurecimento em 6 dias (Tabela 45). Essas manchas escurecidas prejudicaram a manutenção da boa aparência da polpa e de sua coloração. Estes sintomas devem estar relacionados com a ação da polifenoloxidase, que segundo SEYMOUR & TUCKER (1993) e HONÓRIO & MORETTI (2002), oxida os compostos fenólicos liberados do vacúolo por ocasião da injúria.

A evolução observada na firmeza (Tabela 45) é indicador de que os frutos amadureceram normalmente, o que também foi relatado em abacates 'Fuerte' (SHARON & KAHN, 1979) e do 'Clone II' (VIEIRA, 1985) transferidos ao ambiente, depois de mantidos a 0°C e 2°C por 2 e 4 semanas, respectivamente.

Redução na firmeza da polpa, durante o armazenamento, também foi relatada por ZAUBERMAN et al. (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) em abacates 'Fuerte' e 'Hass' armazenados 0°C, 2°C e 5°C, por 4 semanas, antes de levá-los ao ambiente, assim como por MORGADO (2007), em frutos do 'Geadá' e 'Quintal', a 6-8°C.

Tabela 45- Variação no índice de escurecimento e na firmeza da polpa em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

| Tempo<br>(dia)                             | ÍNDICE DE ESCURECIMENTO<br>(%)            |            | FIRMEZA<br>(N) |            |
|--|---|------------|----------------|------------|
|  | Armazenamento refrigerado (4±1°C, 89% UR) |            |                |            |
| 0  |   | 0,0        |                | >124,7     |
| 7  |   | 0,0        |                | >124,7     |
| 14   |   | 0,0        |                | >124,7     |
| 21   |   | 42,6       |                | >124,7     |
| 28   |   | 31,3       |                | >124,7     |
| Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 80% UR) |   |            |                |            |
|  | 4°C                                       | testemunha | 4°C            | testemunha |
| 0  | 14,0                                      | 0,0        | >124,7         | >124,7     |
| 2  | 15,8                                      | 0,0        | 28,42          | 122,5      |
| 4  | 51,0                                      | 0,0        | 16,7           | 39,2       |
| 6  | 48,0                                      | 0,0        | 14,7           | 0,0        |
| 8  | -   | 5,3        | 0,0            | 0,0        |
| 10   | -   | 25,7       | -              | 0,0        |

Assim como ocorreu em abacates 'Hass' e 'Geadá', a atividade da peroxidase (POD) se manteve inalterada durante armazenamento refrigerado (1,799  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) reafirmando o observado por ZAUBERMAN et al. (1985) e MORGADO (2007). Esta atividade aumentou nas áreas não escurecidas, assim que os frutos foram transferidos ao ambiente, e manteve-se inalterada ao longo desse armazenamento (1,8430  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Nas áreas escurecidas (AE) esta atividade diminuiu, assim que os frutos foram transferidos ao ambiente, e se manteve ao longo do tempo (1,2420  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), o que não foi o observado em abacates 'Geadá', mas também ocorreu nos frutos da testemunha (1,417  $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$  degradado.  $\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ),

Esses resultados não concordam com o observado por MORGADO (2007), que armazenou abacates 'Quintal' ao ambiente, e com SANCHES (2006), que detectou redução nesta atividade em abacates 'Quintal' e 'Fuerte' e aumento em 'Hass'.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) também se manteve inalterada durante o período refrigerado (0,635  $\mu\text{moles de fenol degradado mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), bem como após a transferência dos frutos para a condição ambiente (0,636  $\mu\text{moles de fenol degradado mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), o que também foi relatado por MORGADO (2007). Comportamento semelhante também se repetiu nos frutos da testemunha (0,480  $\mu\text{moles de fenol degradado mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Estes resultados mostram que apesar da estabilidade na atividade dos frutos mantidos sob refrigeração, e que quando eles foram transferidos ao ambiente, ela foi maior que nos frutos da testemunha, indicando a maior intensidade de oxidação nos compostos fenólicos, o que também foi observado em abacates 'Hass' e 'Geadá'.

A atividade respiratória nos frutos da 'Quintal' se reduziu de 26,85 para 5,34  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , em 2 dias, e se manteve praticamente inalterada. Com a transferência para o ambiente, esta atividade aumentou para 126,15  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , em dois dias, para depois diminuir a 87,66  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ . Nos frutos da testemunha, esta atividade aumentou até o 4º dia, 180,05  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , para depois diminuir a 80,10  $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (Figura 82). O pico climatérico apresentou atividade respiratória mais baixa e antecipada nos frutos submetidos a refrigeração, indicando que a refrigeração

teve efeito na redução da atividade metabólica dos frutos transferidos ao ambiente. Comportamento semelhante foi observado em abacates 'Hass' e 'Geda' e também foi relatado por VIEIRA (1985) em frutos do 'Clone II' armazenados a 16-24°C, depois de mantidos a 0-4°C por 2-4 semanas, e por SHARON & KAHN (1979) em abacates 'Fuerte' armazenados a 17°C, depois de mantidos a 5°C por 13 dias e a 2°C por 14 dias.

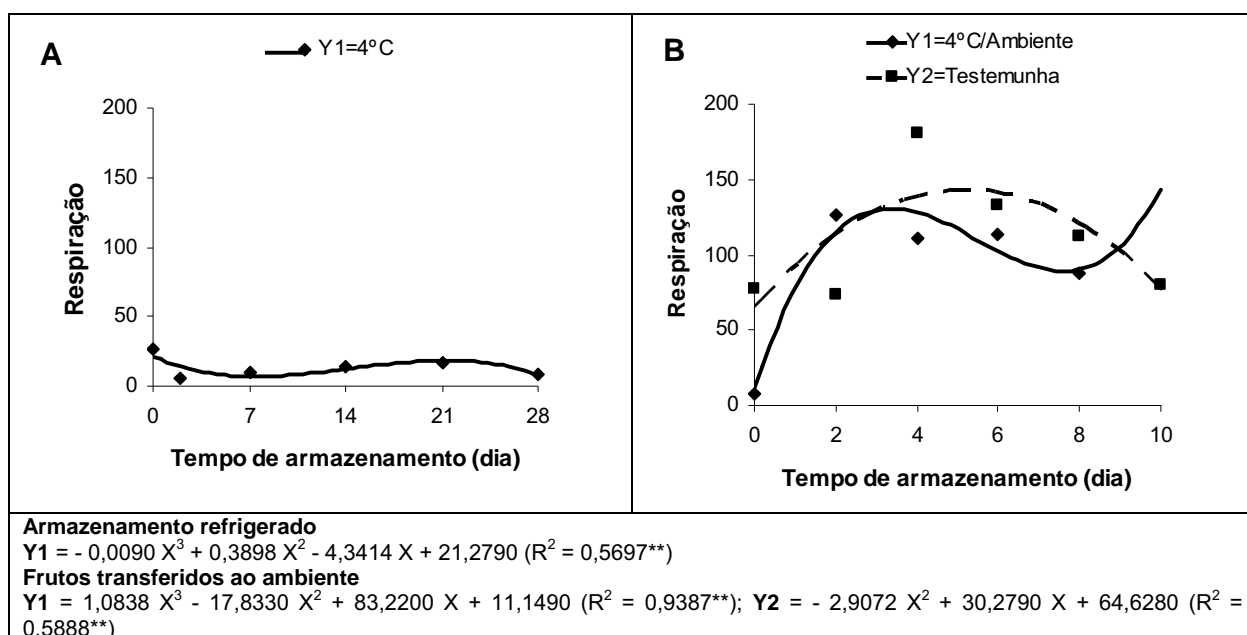


Figura 82. Variação na atividade respiratória em abacates 'Quintal', armazenados a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass' e 'Geda', a atividade da poligalacturonase (PG) se manteve baixa durante armazenamento refrigerado (50,48 UAE.g<sup>-1</sup>). Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, esta atividade aumentou durante o período de armazenamento, o que também ocorreu nos frutos da testemunha. Esse aumento foi observado em abacates 'Hass', mas não em 'Geda', ao se levar os frutos submetidos a refrigeração para o ambiente. Os frutos mantidos sob refrigeração, quando transferidos ao ambiente, mantiveram atividade mais elevada que os frutos da testemunha, em especial nas áreas lesionadas (Figura 83A).

Aumento na atividade da PG também foi relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) em abacates 'Hass', transferidos ao ambiente, depois de armazenados

2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas, assim como por SANCHES (2006), que armazenou abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal' ao ambiente, com ou sem injúrias mecânicas.

A atividade da pectinametilesterase (PME) não se alterou durante armazenamento refrigerado ( $2809,03 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), o que não foi observado em abacates 'Hass', mas o foi em 'Geada'. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, sua atividade diminuiu de  $2790,60 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  para  $1427,15 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , o que não ocorreu na área escurecida dos frutos, cujos valores se mantiveram inalterados ( $1525,71 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), mas foi observada nos frutos da testemunha, com valores evoluindo de  $2851,89$  para  $510,63 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Figura 83B). Esta tendência também foi observada em abacates 'Hass' e 'Geada'. Esses resultados não reafirmam o relatado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995), em abacates 'Hass' armazenados ao ambiente, depois de armazená-los a 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas. No entanto, a tendência de redução também foi relatada por VIEIRA (1985), que armazenou abacates do 'Clone II' a 16-24°C, depois de submetidos a refrigeração, e por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Fuerte', e 'Quintal' armazenados ao ambiente.

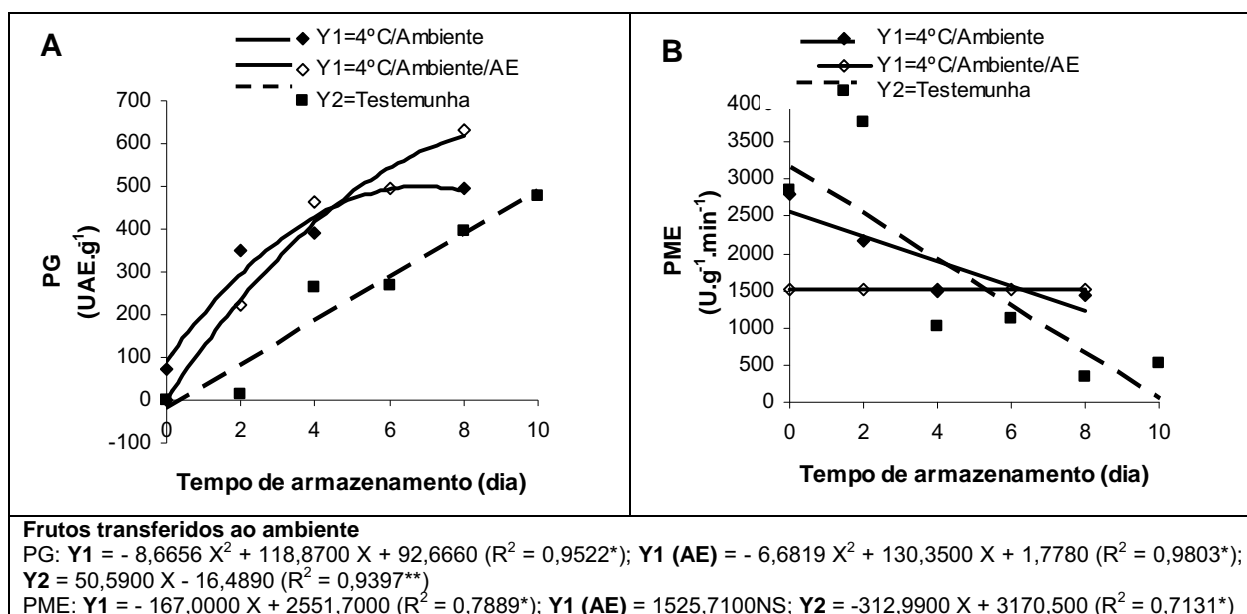


Figura 83. Variação na atividade da poligalacturonase, PG (A), e na pectinametilesterase, PME (B) em abacates 'Quintal' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois de armazenados a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha.

A atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase tem como resultado a evolução na firmeza, apresentada na Tabela 3 (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O conteúdo de pectina total não se alterou durante o tempo que os frutos permaneceram armazenados sob refrigeração ( $478,33 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ ) e nos da testemunha,  $474,07 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$  (Figura 84), o que também foi observada em abacates 'Hass' e 'Geada'. Depois que estes frutos foram transferidos ao ambiente, observou-se redução nos seus teores e mais acentuada nas áreas com sintomas de injúrias pelo frio, de  $569,60$  para  $339,02 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$  (Figura 84). Resultados semelhantes foram obtidos por SANCHES (2006), quando armazenou abacates 'Hass' injuriados ao ambiente, mas não em abacates 'Hass' e 'Geada'.

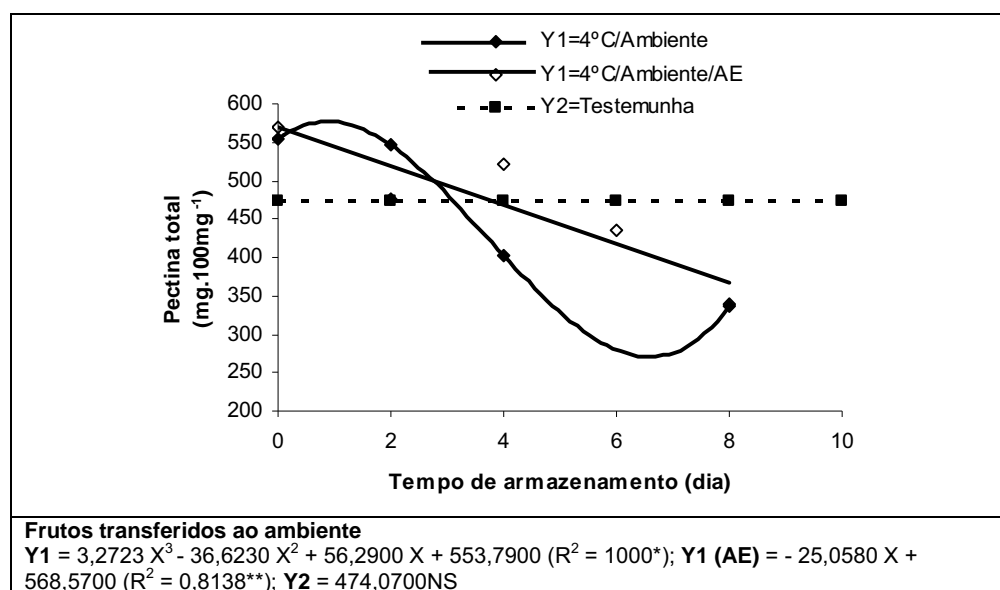


Figura 84. Teores de pectina total em abacates 'Quintal' transferidos a condição de ambiente ( $22^\circ\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), depois do armazenamento a  $4^\circ\text{C}$  por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), testemunha.

Ao contrário do observado em abacates 'Hass', mas similar ao observado em 'Geada', o conteúdo de pectina solúvel aumentou durante o armazenamento refrigerado, de  $0,051 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$  para  $0,176 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$  (Figura 85). Assim como em abacates 'Hass', quando os frutos foram transferidos ao ambiente, a atividade se manteve em  $0,253 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ , nas áreas sem sintomas visíveis de injúrias pelo frio, e

em  $0,185 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$  nas áreas escurecidas. Apesar da estabilidade nos teores de pectina solúvel quando os frutos foram transferidos ao ambiente, estes teores mostraram-se maiores do que quando estavam armazenados sob refrigeração, indicando solubilização das pectinas durante o amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Nos frutos da testemunha, este conteúdo aumentou até o 8º dia ( $0,201 \text{ mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$ ), para depois se reduzir até o último dia de armazenamento (Figura 85). Resultados semelhantes foram obtidos em abacates 'Hass' e 'Geada' e relatados por SANCHES (2006), quando armazenou abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal', com ou sem injúrias mecânicas.

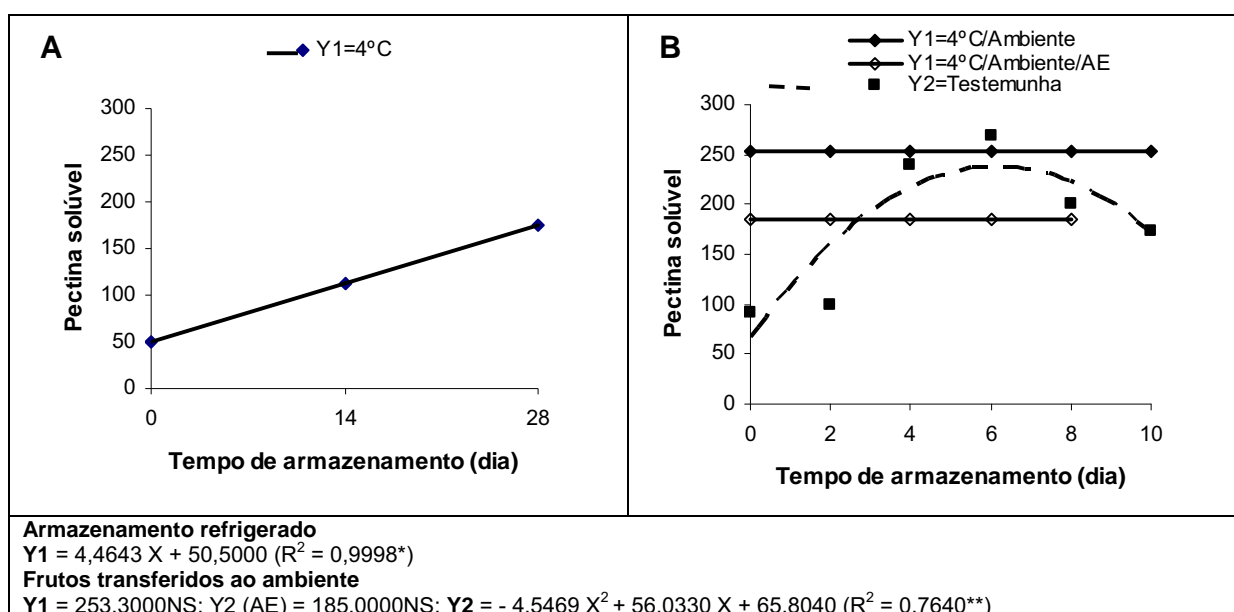


Figura 85. Teores de pectina solúvel em abacates 'Quintal', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Os frutos, depois de amadurecidos, foram avaliados por analistas não treinados quanto a aparência da casca e da polpa, e o odor da polpa. A aparência da casca dos frutos armazenados sob refrigeração ou ao ambiente, testemunha, foi prejudicada pela presença de manchas de antracnose, nota < 4 (Figura 86), o que também foi observado em abacates 'Hass' e 'Geada'. Os analistas só aprovaram a aparência da polpa dos frutos testemunha (nota=7,26) (Figura 86), o que também foi observado em

abacates 'Hass' e 'Geda'. O odor da polpa destes frutos foi considerado aceitável (nota>6), segundo uma escala não estruturada em que 0=muito ruim e 10= muito bom.

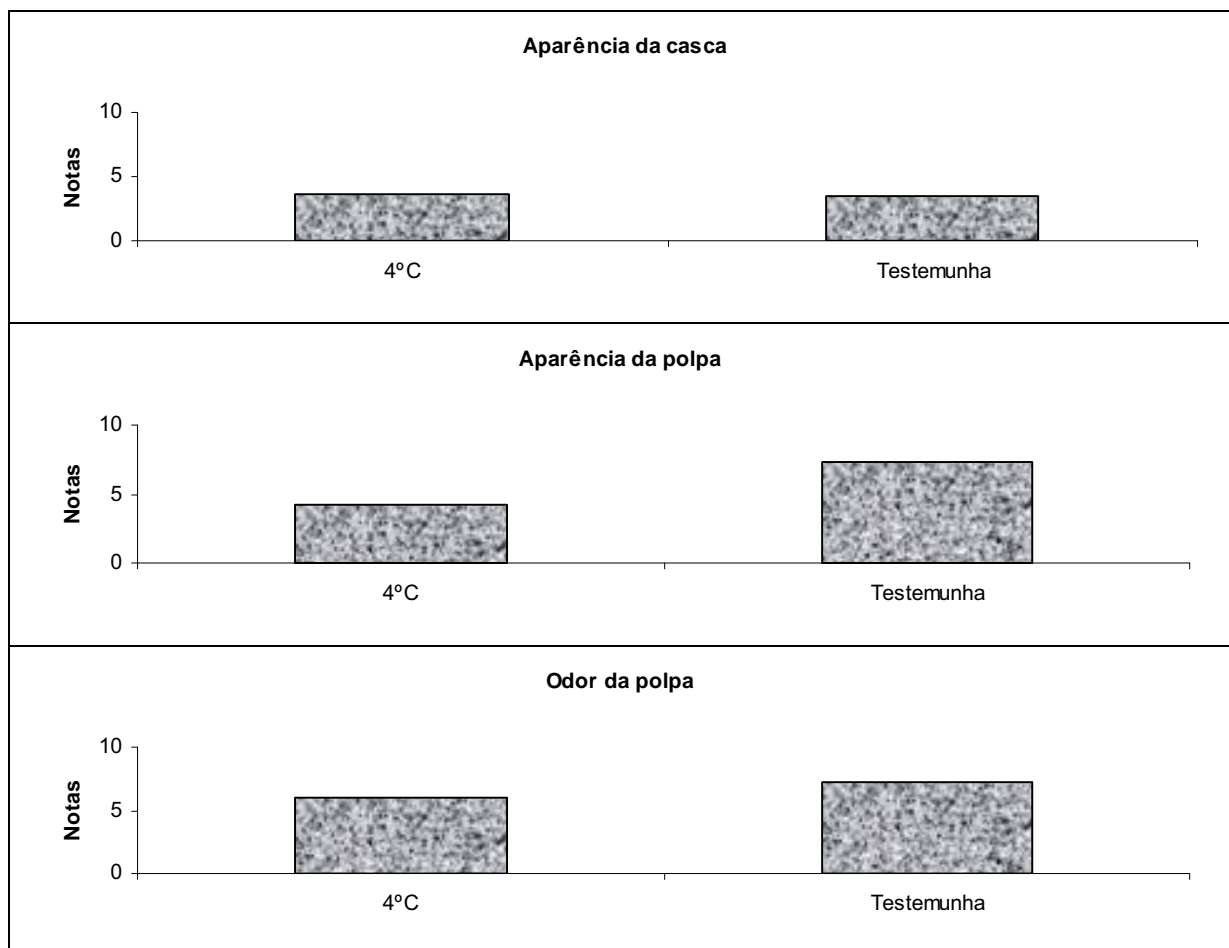


Figura 86. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor da polpa de frutos 'Quintal' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 8 dias, depois do armazenamento a 1±0,5°C por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

O armazenamento de abacates 'Quintal' a 4°C, por 28 dias, levou a alterações metabólicas nos frutos, cujos sintomas foram manchas escuras na casca e na polpa. Esse armazenamento levou a antecipação no pico respiratório, quando os frutos foram transferidos ao ambiente, mas não afetou o amadurecimento dos mesmos, indicado por redução na textura e no conteúdo de pectina total, e aumento no de pectina solúvel e na atividade da poligalacturonase.

As manchas escuras na polpa dos frutos podem estar associadas com a atividade da peroxidase, que se manteve mais elevada durante o armazenamento refrigerado e da polifenoloxidase, que aumentou quando os frutos foram transferidos ao ambiente.

#### 4.2.4 Abacate 'Fortuna'

A aparência da polpa evoluiu de ótima (nota=5) para boa (nota=4) nos primeiros sete dias de armazenamento refrigerado, tornou-se regular (nota = 3) em 14 dias, e permaneceu com essa aparência (Figura 87A). Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, a aparência manteve-se regular por 4 dias e evoluiu para ruim. Os frutos do tratamento testemunha, mantiveram boa aparência até o 4º dia de armazenamento, que se tornou regular em 6 dias e péssima (nota = 1) após 8 dias (Figura 87B). A evolução da aparência dos frutos armazenados sob refrigeração, bem como depois de transferidos ao ambiente, foi similar ao encontrado em abacates 'Quintal', e foi atribuído ao aparecimento de manchas escuras na casca dos frutos.

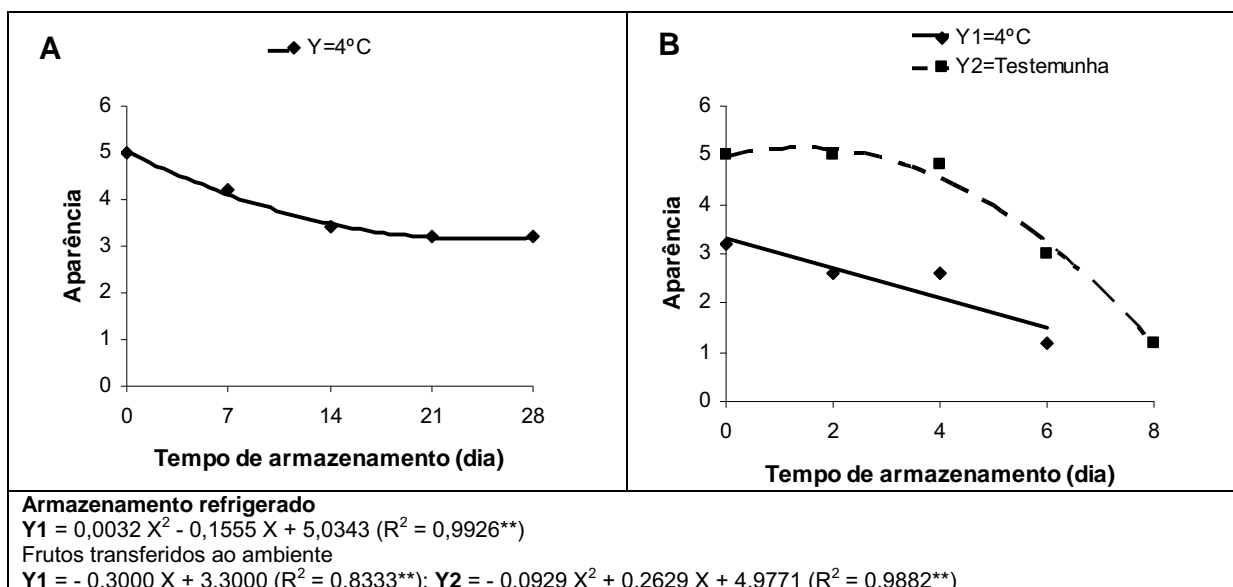


Figura 87. Variação na aparência da casca em abacates 'Fortuna', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A) e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B). (Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regula, 2 = ruim e 1 = péssima).

No início essas manchas eram de coloração marrom claro, que com o tempo se tornaram enegrecidas, coalesceram e, tomaram maior área do fruto. Estas manchas, em frutos submetidos a refrigeração são tidas como sintomas de injúrias pelo frio (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Sintomas de injúrias por frio também foram detectados por BOWER et al. (2003), em abacates 'Pinkerton' armazenados a 2°C, 5,5°C e 8°C, e em 'Fuerte', armazenados a 2°C, o que não foi detectado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) em abacates 'Hass' armazenados a 2°C, por até 4 semanas.

Durante armazenamento refrigerado observou-se, nos abacates 'Fortuna' redução na luminosidade, no ângulo de cor e na cromaticidade, de  $L=42,98$ ,  $h^{\circ}=129,38$  e  $Cr=32,04$  para  $L=36,26$ ,  $h^{\circ}=105,84$  e  $Cr=18,45$  (Figuras 88A, 89A e 90A). A redução na luminosidade e na cromaticidade indicam que os frutos tornaram-se mais escurecidos, enquanto a evolução no ângulo de cor indica que os frutos passaram de verde escuro para verde amarelado, o que não foi percebido visualmente. Esta tendência de redução também foi detectada em abacates 'Geada', e na luminosidade e ângulo de cor em abacates 'Hass' e 'Quintal'.

Quando os frutos do 'Fortuna' foram transferidos a condição de ambiente, a luminosidade se manteve em 34,36, o ângulo de cor em 100,06 e a cromaticidade em 17,50, indicando que os frutos mantiveram a mesma coloração. Nos frutos do testemunha, a coloração passou de verde escuro ( $L=42,63$ ,  $h^{\circ}=129,07$ ,  $Cr=29,04$ ), para verde amarelado e brilhante ( $L=45,80$ ,  $h^{\circ}=112,16$ ,  $Cr=63,38$ ) (Figuras 88B, 89B e 90B). Resultados similares também foram encontrados em abacates 'Geada', e 'Quintal'.

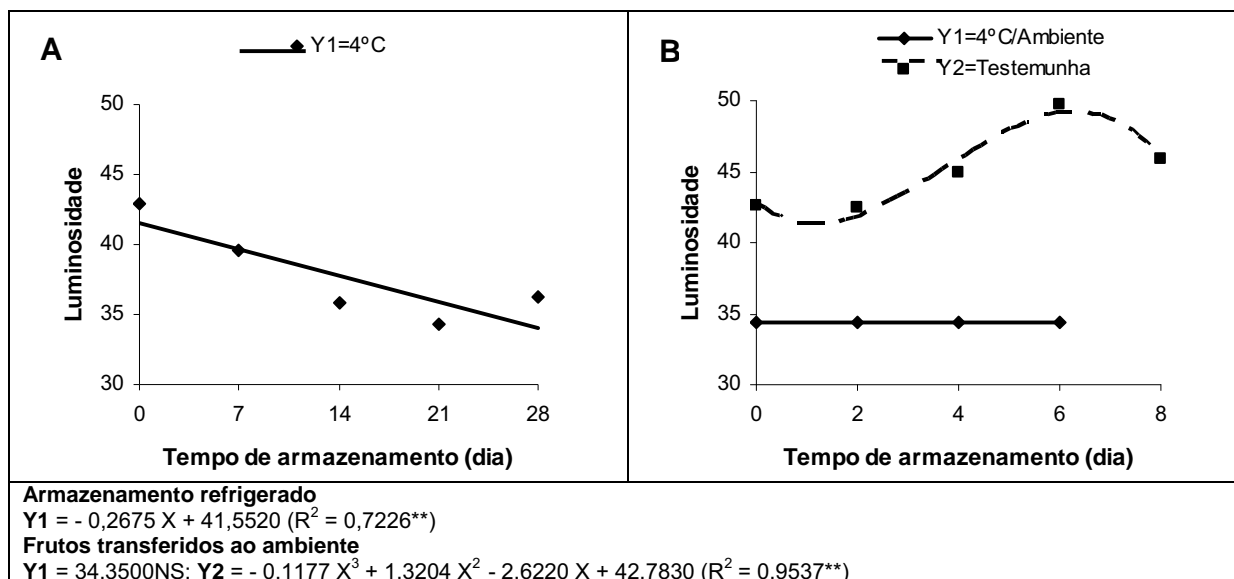


Figura 88. Variação na luminosidade da casca em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A) e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

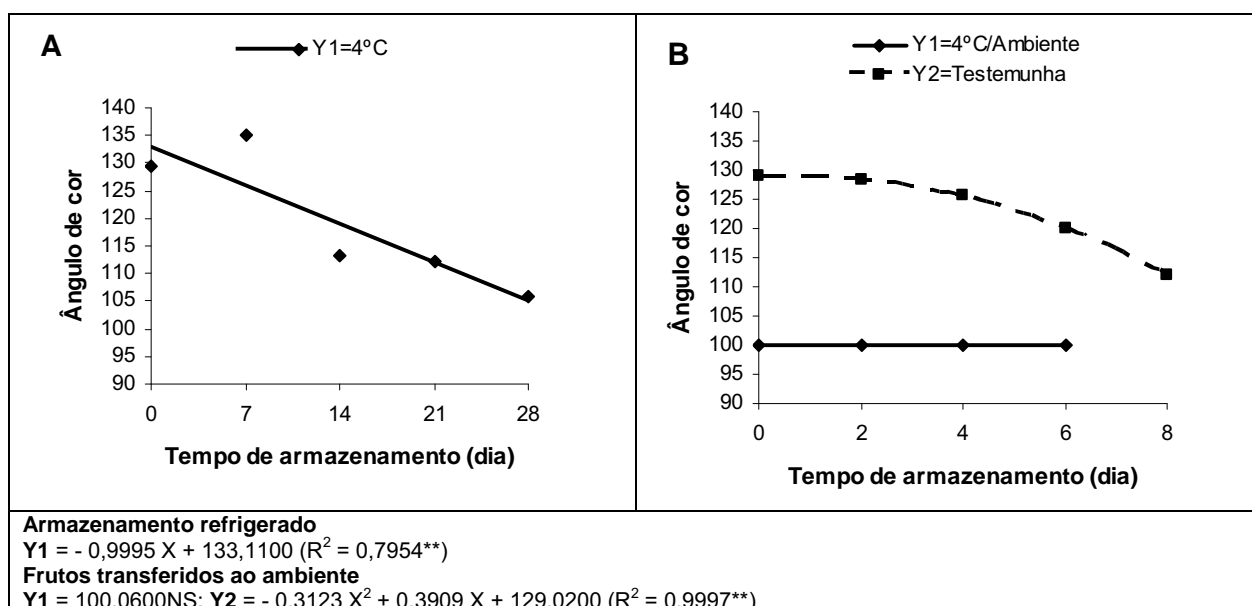


Figura 89. Variação no ângulo de cor da casca em abacates 'Fortuna', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

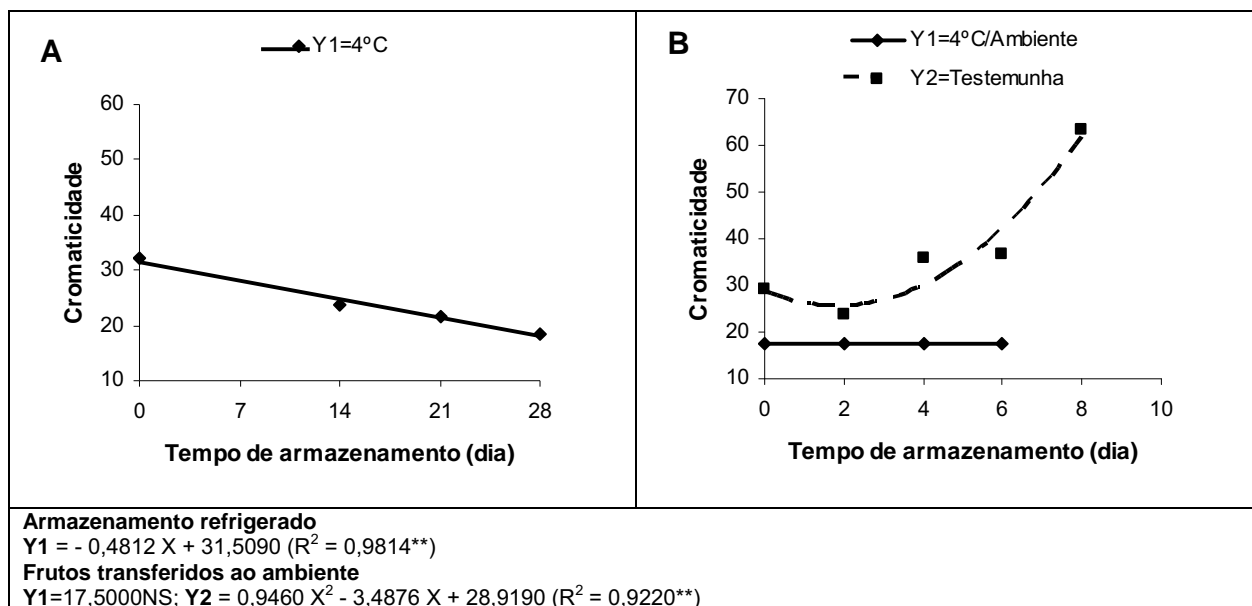


Figura 90. Variação na cromaticidade da casca em abacates 'Fortuna', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Assim como ocorreu em abacates 'Hass', 'Geada', e 'Quintal', os frutos do 'Geada' também perderam massa durante o armazenamento refrigerado, ou ao ambiente, sendo que as maiores perdas ocorreram no armazenamento ao ambiente, depois de período sob refrigeração (9,0% em 8 dias) (Figura 91). Resultados semelhantes foram relatados por BOWER et al. (2003), que sugeriram que a desidratação dos tecidos está fortemente associada com os sintomas de injúrias pelo frio.

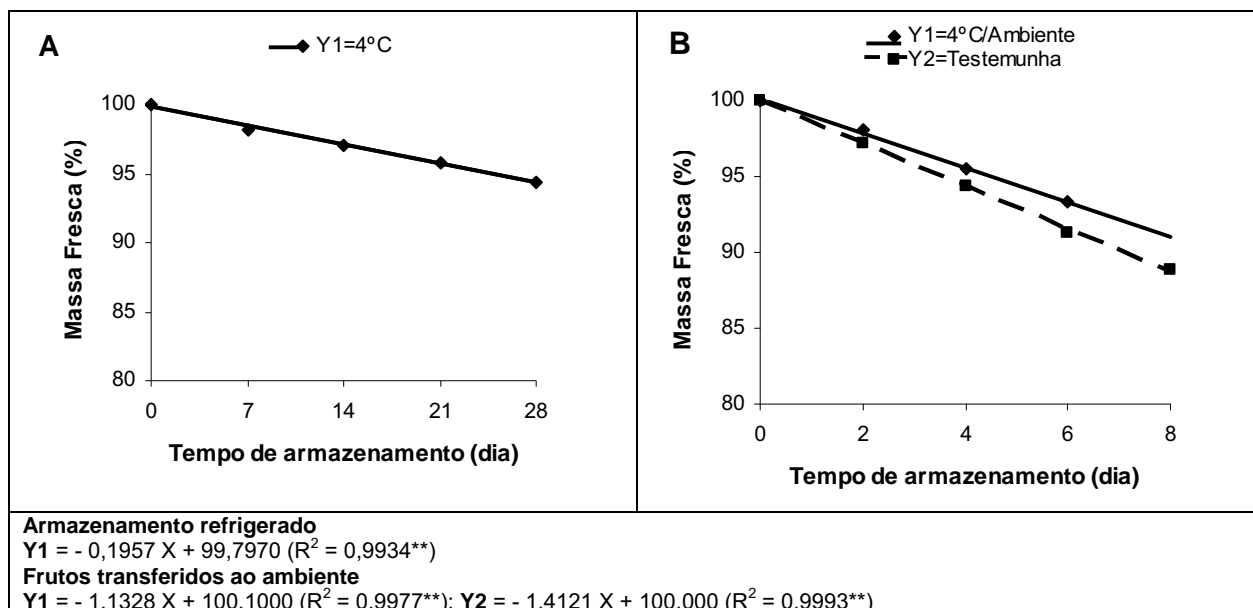


Figura 91. Variação da perda de massa fresca em abacates 'Fortuna', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (B).

A aparência da polpa manteve-se ótima (nota=5), ao longo do armazenamento refrigerado, mas quando os frutos foram transferidos ao ambiente, ela se tornou regular (nota=3), e se manteve ao longo do tempo (Figura 92A). Esta evolução na aparência da polpa foi devido à presença de manchas escurecidas na polpa e também foi observada em abacates 'Hass', 'Geadá' e 'Quintal'. Nos frutos da testemunha, a aparência manteve-se ótima até o 4º dia e boa (nota=4) até o 8º dia (Figura 92A).

A coloração da polpa evoluiu de verde pálido ( $L=87,35$ ,  $h^{\circ}=125,42$ ,  $Cr=34,47$ ) para amarelo claro ( $L=80,41$ ,  $h^{\circ}=96,67$ ,  $Cr=42,24$ ) durante o período refrigerado (Figuras 92B, 93A e 93B), o que não foi observado em abacates 'Hass' e 'Geadá', mas o foi em 'Quintal'. Os frutos mantiveram a coloração amarela quando transferidos ao ambiente, porém um pouco mais escuros ( $L=72,87$ ,  $h^{\circ}=105,33$ ,  $Cr=34,61$ ). Os frutos da testemunha mantiveram-na verde-amarelo claro ao longo do armazenamento ( $L=85,46$ ,  $h^{\circ}=105,33$ ,  $Cr=45,65$ ), o que também foi observado, em abacates 'Geadá' e 'Quintal' e relatado por MORGADO (2007).

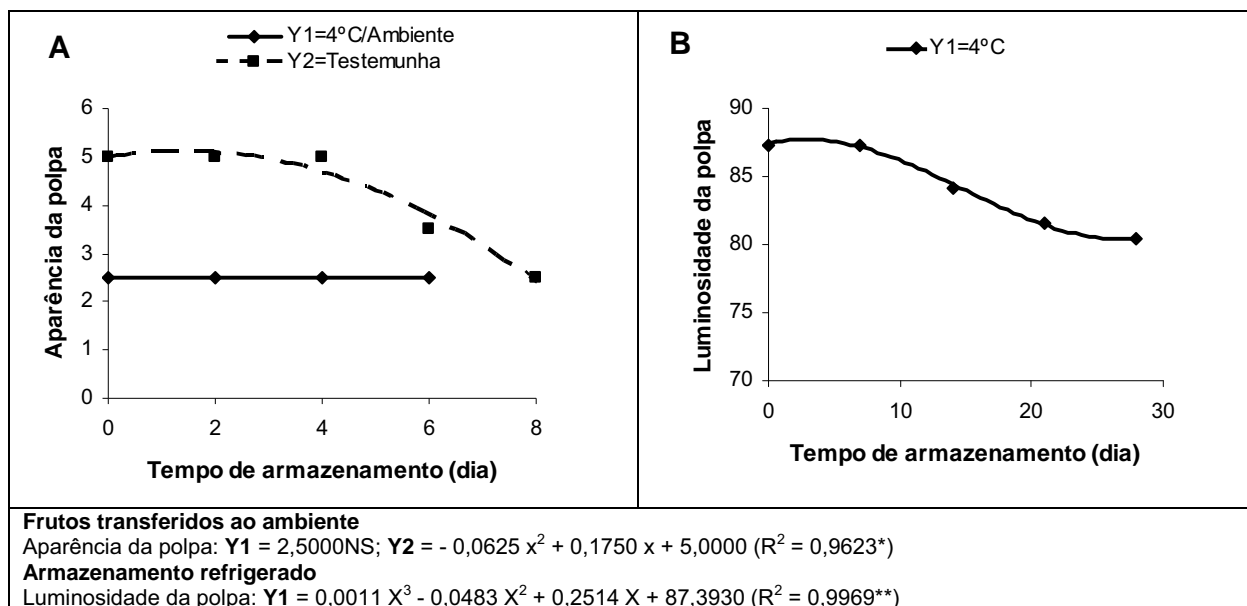


Figura 92. Variação na aparência da polpa em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias (A), na luminosidade da polpa, em frutos armazenados a 4°C por 28 dias (B), assim como na aparência da polpa em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (A).

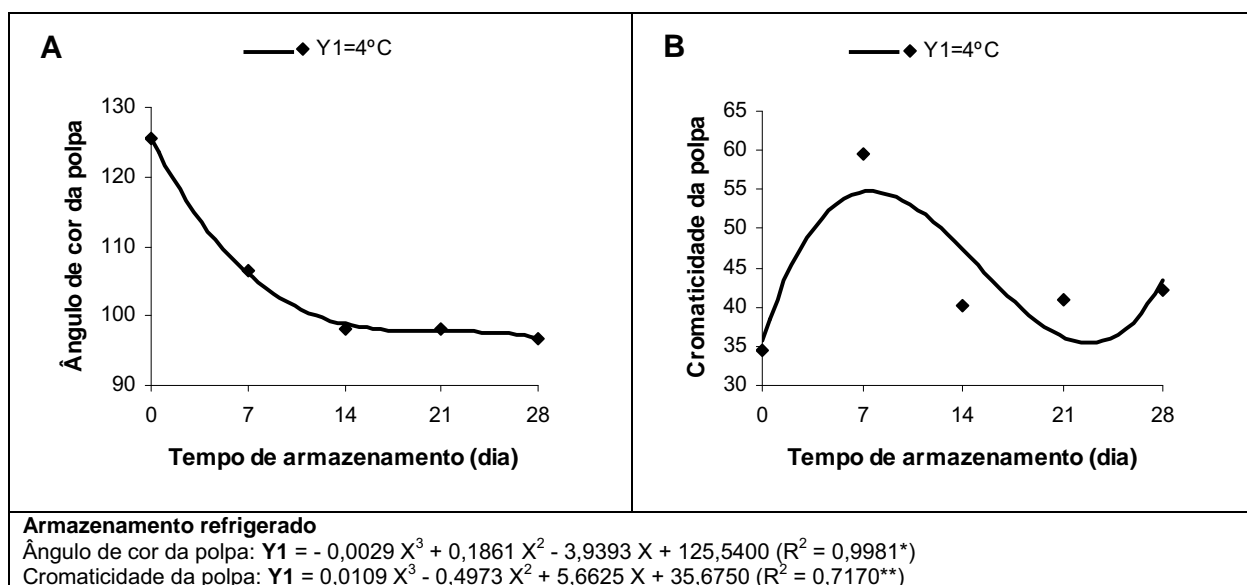


Figura 93. Variação no ângulo de cor da polpa (A) e da cromaticidade da polpa (B) em abacates 'Fortuna' durante o armazenamento a 4°C por 28 dias.

Assim como em abacates 'Quintal', após o 21° dia de armazenamento refrigerado apareceram manchas escuras na polpa dos frutos, em baixa porcentagem, (0,1%) que em 28 dias aumentou para 1,54%. Durante este período, a polpa manteve-se com firmeza maior que 127,4N, indicando que o processo de amadurecimento ainda não tinha se iniciado. Com a transferência destes frutos para o ambiente, a firmeza reduziu-se de >127,4N para 5,9N, em 8 dias, e coincidente com aumento na porcentagem de escurecimento (42,37%). Nos frutos da testemunha, a firmeza também diminuiu, de >127,4N para 0,0N, em 4 dias, indicando amadurecimento, mas sem que se detectasse manchas escuras na polpa (Tabela 46) o que também foi observado em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal'.

Redução na firmeza da polpa de abacates, também foi relatada por ZAUBERMAN et al. (1985) e ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) em abacates 'Fuerte' e 'Hass' armazenados 0-5°C, por até 18 dias e por MORGADO (2007) em abacates 'Geada' e 'Quintal', a 6-8°C.

Tabela 46- Variação no índice de escurecimento e na firmeza da polpa em abacates 'Fortuna', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos a condição de ambiente (22°C, 77% UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                       | ÍNDICE DE ESCURECIMENTO (%) |            | FIRMEZA (N) |            |
|---|-----------------------------|------------|-------------|------------|
|   | 4±1°C                       | testemunha | 4±1°C       | testemunha |
| <b>Armazenamento refrigerado (4±1°C, 99% UR)</b>  |                             |            |             |            |
| 0   |                             | 0,0        |             | >127,4     |
| 7   |                             | 0,0        |             | >127,4     |
| 14  |                             | 0,0        |             | >127,4     |
| 21  |                             | 0,1        |             | >127,4     |
| 28  |                             | 1,54       |             | >127,4     |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 90% UR)</b> |                             |            |             |            |
|   | 4±1°C                       | testemunha | 4±1°C       | testemunha |
| 0   | 1,54                        | 0,0        | >127,4      | >127,4     |
| 2   | 30,33                       | 0,0        | 60,8        | 102,9      |
| 4   | 42,37                       | 0,0        | 14,7        | 0,0        |
| 6   | -                           | 3,7        | 14,7        | 0,0        |
| 8   | -                           | 8,3        | 5,9         | 0,0        |

A atividade da peroxidase (POD) manteve-se em 1,603 µmoles de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> degradado. g<sup>-1</sup>. min<sup>-1</sup> durante o armazenamento refrigerado, o que também foi detectado em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal' e por MORGADO (2007) em abacates 'Geada' e 'Quintal'. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, esta

atividade mostrou-se mais elevada nas áreas com sintomas de injúrias pelo frio, que diminuiu durante o armazenamento (Figura 94A), o que também foi detectado em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal'. Nas áreas sem sintomas essa atividade apresentou menor, quando os frutos foram transferidos ao ambiente, mas não se alterou com o tempo (Figura 94A). Nos frutos da testemunha também se observou estabilidade nessa atividade, que se mostrou elevada.

A estabilidade na atividade da POD durante o armazenamento sob baixas temperaturas também foi relatado por ZAUBERMAN et al. (1985) em abacates 'Fuerte' armazenados a 0°C, 2°C e 5°C, por até 18 dias, assim por MORGADO (2007), em abacates 'Quintal' armazenados a 6-8°C. Quando ZAUBERMAN et al. (1985) levaram os frutos ao ambiente, depois do período sob refrigeração, verificaram redução na atividade desta enzima. Isto não foi observado neste trabalho, apesar da menor atividade nas áreas sem injúrias, quando os frutos foram transferidos ao ambiente.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) aumentou de 0,459  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  para 0,728  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Figura 94B) durante o armazenamento refrigerado, o que não foi observado em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal'. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, essa atividade manteve-se em 0,586  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , nas áreas sem sintomas de injúrias pelo frio, e em 0,595  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , nas áreas com sintomas.

Nos frutos da testemunha, a atividade desta enzima também não apresentou alterações durante o armazenamento (0,469  $\mu\text{moles de fenol degradado. mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), mas era menor que a dos frutos refrigerados, quando foram transferidos ao ambiente, indicando escurecimento. Maior atividade desta enzima, em relação aos frutos da testemunha, também foi observada em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal', quando transferidos ao ambiente. Segundo SEYMOUR & TUCKER (1993) e HONÓRIO & MORETTI (2002) esta enzima atua sobre os compostos fenólicos, que são liberados do vacúolo por ocasião da injúria.

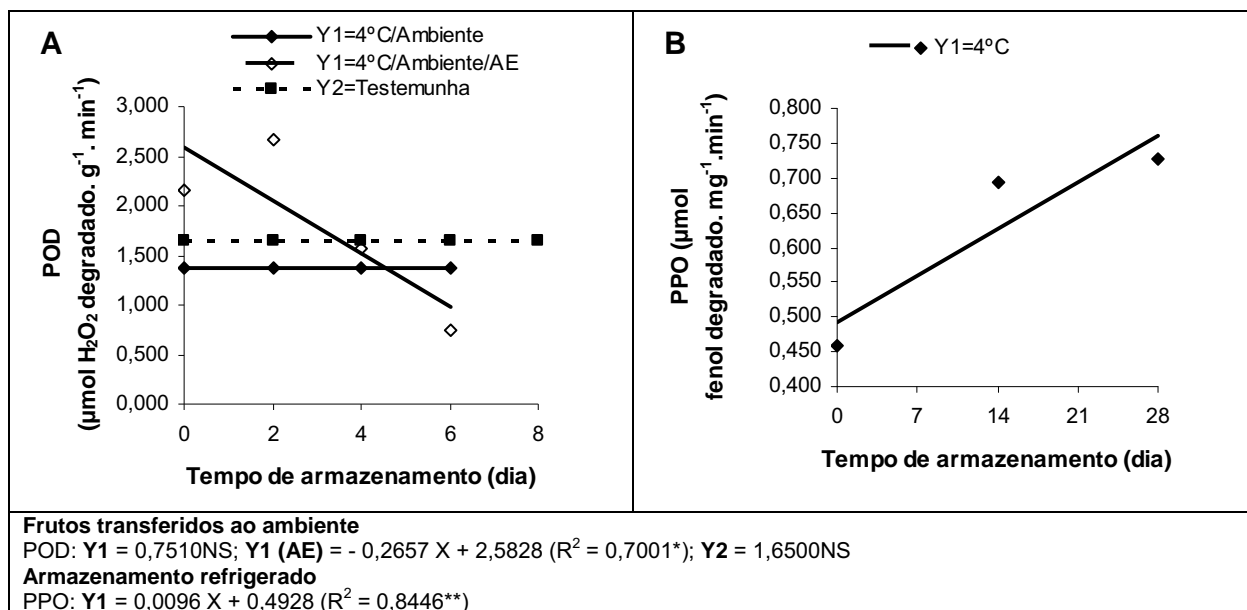


Figura 94. Variação na atividade da peroxidase, POD, em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias (A), na polifenoloxidase, PPO, em frutos armazenados a 4°C por 28 dias (B), assim como na atividade da peroxidase em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77% UR), testemunha (A).

Assim como o observado em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal', a atividade respiratória dos abacates 'Fortuna' diminuiu de  $34,84 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  para  $5,59 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , em sete 7 dias de armazenamento refrigerado. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, a atividade respiratória aumentou e atingiu o pico climatérico em 2 dias,  $106,77 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (Figura 95). Esse pico ocorreu em quatro dias nos frutos mantidos sob condição ambiente (testemunha), com  $158,97 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  (Figura 95B), indicando que o período sob refrigeração antecipou e reduziu a atividade respiratória durante o climatérico. Este efeito também foi relatado por VIEIRA (1985) em frutos do 'Clone II' armazenados a 16-24°C, depois de mantidos a 0 ou 4°C, por 4 ou 2 semanas e por SHARON & KAHN (1979), em abacates 'Fuerte' armazenados a 17°C, depois de mantidos a 5°C, por 13 dias e a 2°C, por 14 dias

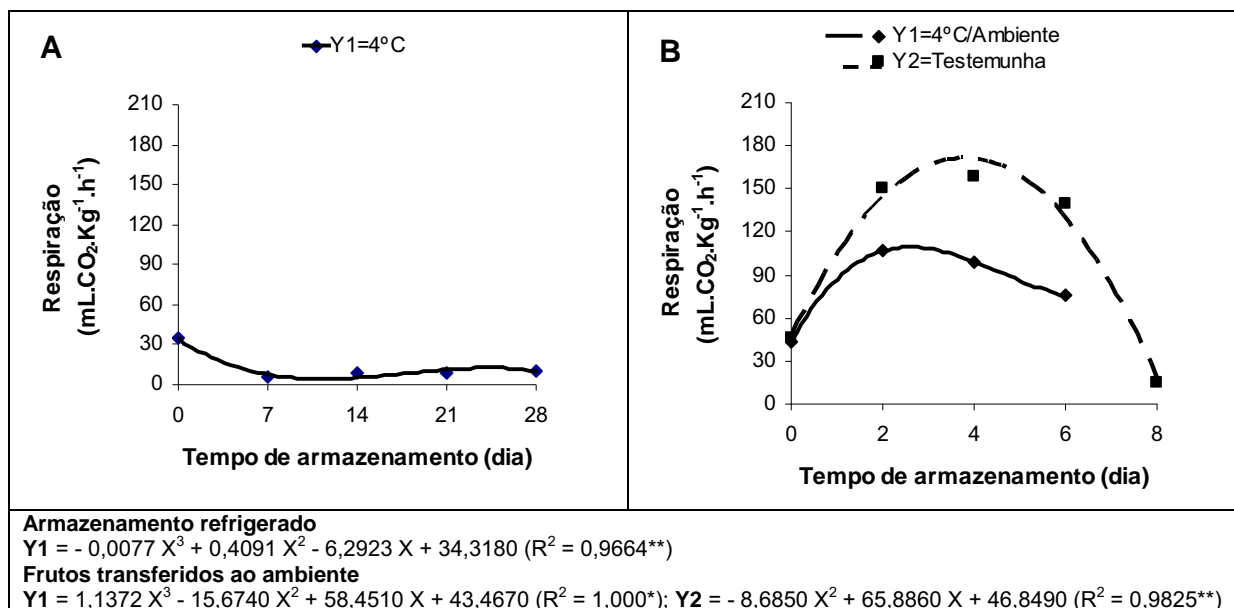


Figura 95. Variação na atividade respiratória em abacates 'Fortuna', durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (A), e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 77%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha (B).

Os frutos armazenados sob refrigeração apresentaram baixa atividade da poligalacturonase (PG), 71,03 UAE.g<sup>-1</sup>, mas quando transferidos ao ambiente, ela aumentou de maneira constante e se tornou mais elevada nas partes sem sintomas de injúrias pelo frio (526,53 UAE.g<sup>-1</sup>). Esta atividade também aumentou nos frutos da testemunha, que apresentaram o maior valor (613,76 UAE.g<sup>-1</sup>), após 6 dias de armazenamento (Figura 96A). Aumento semelhante também foi observado por ZAUBERMAN & JOBIN-DECOR (1995) em abacates 'Hass', armazenados ao ambiente, depois de armazenados 2°C, 5°C e 8°C por 4 semanas, assim como por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal' armazenados ao ambiente, com ou sem injúrias mecânicas.

A atividade da pectinametilsterase (PME) não se alterou durante o armazenamento refrigerado (982,15 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), mas quando esses frutos foram transferidos ao ambiente, após 28 dias, esta atividade diminuiu nas partes sem sintomas de injúria pelo frio, de 1300,29 para 282,22 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, e se manteve, em 880,38 U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, nas áreas com sintomas (Figura 96B). Nos frutos da testemunha,

esta atividade também se reduziu de  $741,2 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  para  $0,0 \text{ U.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Figura 96B). Resultados similares foram obtidos em abacates 'Geadá' e 'Quintal'. Tendência de redução também foi relatada por VIEIRA (1985), quando armazenou, a  $16\text{-}24^\circ\text{C}$ , abacates do 'Clone II' submetidos ou não a refrigeração, e por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal', armazenados ao ambiente.

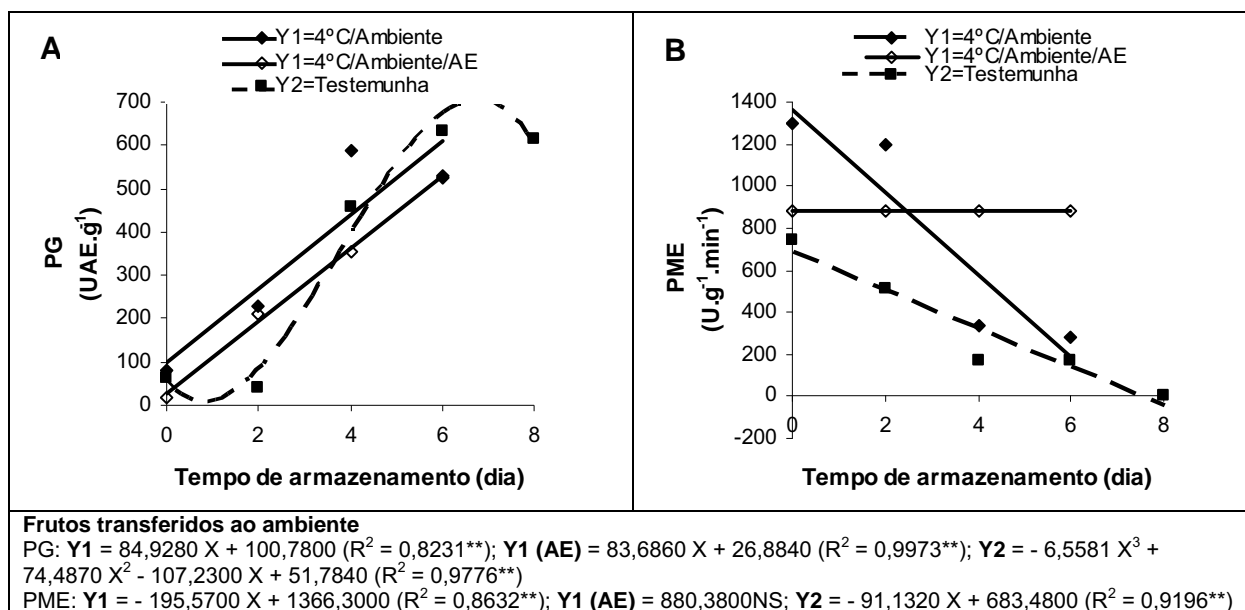


Figura 96. Variação na atividade da poligalacturonase, PG (A) e da pectinametilsterase, PME (B) em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente ( $22^\circ\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), depois do armazenamento a  $4^\circ\text{C}$  por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ ,  $77\%\text{UR}$ ), testemunha.

Os teores de pectina total se mantiveram inalterados durante o armazenamento refrigerado ( $810,99 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ), bem como depois desses frutos serem transferidos ao ambiente ( $739,40 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ), o que também foi observado nos frutos da testemunha ( $784,99 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ), mas com maior atividade. Resultados similares também foram observados em abacates 'Hass' e 'Geadá'. Essa manutenção nos teores de pectina total não foram relatados por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Quintal' e 'Fuerte', armazenados sob condição de ambiente.

Assim como ocorreu em abacates 'Hass' e 'Geadá', os teores de pectina solúvel mantiveram-se baixos e inalterados durante o armazenamento refrigerado ( $91,37 \text{ mg.}100\text{mg}^{-1}$ ). Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, seus conteúdos

aumentaram com o tempo e com valores mais etransferidos nos frutos da testemunha, e sem diferenças entre as partes, com ou sem sintomas de injurias pelo frio (Figura 97). Esse comportamento não foi detectado em abacates 'Geada' e 'Quintal', depois de transferidos ao ambiente, após o período sob refrigeração, mas foi relatada por SANCHES (2006) em abacates 'Hass', 'Fuerte' e 'Quintal' armazenados ao ambiente.

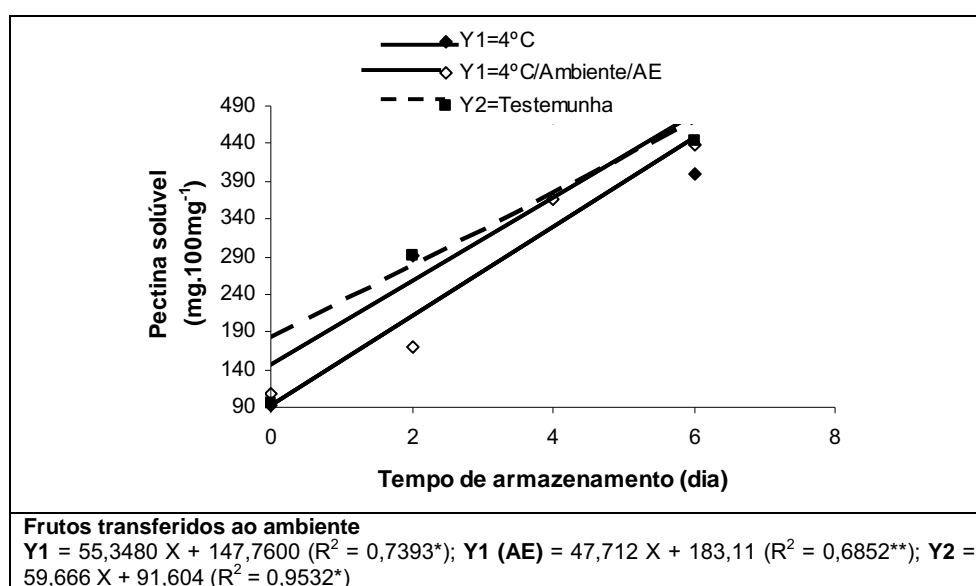


Figura 97 Teores de pectina solúvel em abacates 'Fortuna' transferidos a condição de ambiente (22°C, 77%UR), depois do armazenamento a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha.

O aumento da atividade da poligalacturonase (PG), após transferência dos frutos ao ambiente, depois de período sob refrigeração, com manutenção dos teores de pectina total e aumento nos de pectina solúvel, confirma a evolução detectada na firmeza (Tabela 46), ou seja, os frutos não perderam a capacidade de amadurecer depois de período sob refrigeração.

Frutos amadurecidos (firmeza 0,0N) foram oferecidos a analistas não treinados para avaliarem a aparência da casca e da polpa, e o odor da polpa, os quais registraram que os mesmos foram bastante prejudicados pelo armazenamento refrigerado e expresso por notas inferiores a 4, enquanto os frutos testemunha, receberam nota 7 (Figura 98). Essa preferência também foi observada em abacates 'Hass', 'Geada' e 'Quintal'.

Este experimento indicou que o armazenamento refrigerado levou a alterações no metabolismo de abacates 'Fortuna', cujos sintomas foram manchas escurecidas na casca e na polpa dos frutos. O aumento na atividade da POD e da PPO, quando os frutos foram transferidos ao ambiente, deve ter sido a resposta para esse escurecimento. Durante o período refrigerado, os frutos injuriados apresentaram menor atividade respiratória, mas quando transferidos ao ambiente apresentaram antecipação no pico climatérico, em relação aos frutos da testemunha e sem perder a capacidade de amadurecer, indicada pela redução na firmeza, aumento na atividade da PG e aumento no conteúdo de pectina solúvel, apesar do amolecimento mais rápido.

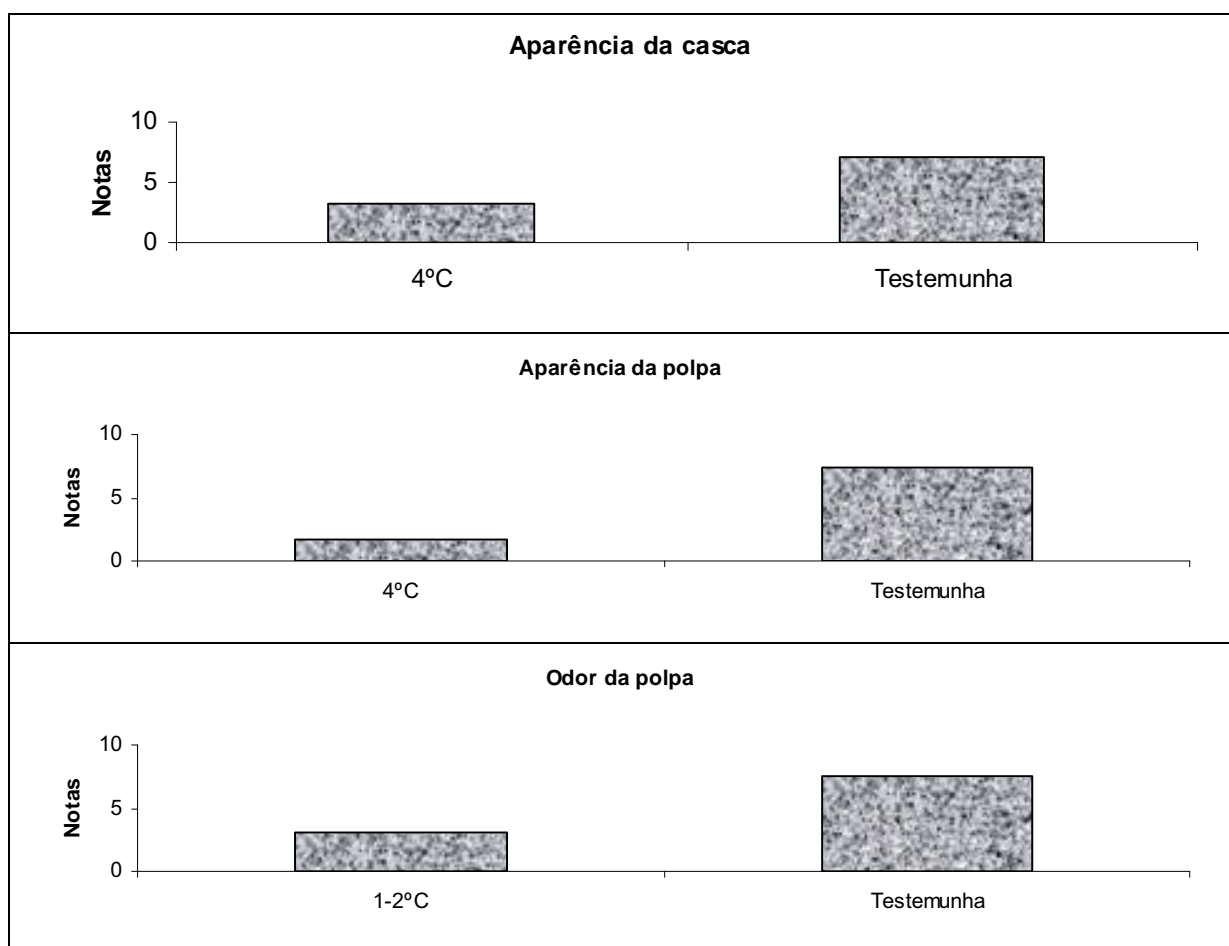


Figura 98. Avaliação sensorial da aparência da casca e da polpa e do odor da polpa de frutos 'Fortuna' armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), por até 8 dias, depois do armazenamento a 1±0,5°C por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 77%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

#### 4. 3. 0. Tratamento térmico na prevenção ou minimização de injúrias pelo frio

##### 4. 3. 1 Abacate ‘Geada’

A aparência dos abacates ‘Geada’ não tratados hidrotêrmicamente (testemunha) manteve-se ótima (nota = 5) ou boa (nota = 4) por 7 dias, quando evoluiu para ruim, enquanto armazenados sob refrigeração. Nos frutos tratados hidrotêrmicamente, esta evolução ocorreu mais lentamente, sendo que o tratamento a 38°C/90 min foi o mais eficiente (Tabela 47). Depois de transferidos ao ambiente, a aparência dos frutos de todos os tratamentos continuou sua evolução tornando-se péssima em 6 dias, tratados a 38°C.

Estes resultados indicam que o tratamento hidrotérmico retardou a degradação da aparência dos frutos, que foi tanto mais eficiente quanto maior a intensidade do tratamento, o que também foi relatado por WOOLF (1997), quando tratou abacates ‘Hass’, por imersão em água quente (38°C) por 0-120 minutos, antes de armazená-los a 0,5°C por 28 dias.

É importante deixar observado que pontuações amarronzadas apareceram na casca dos frutos, durante armazenamento refrigerado (SANXTER et al. 1994), independentemente do tratamento, as quais aumentaram de tamanho e tornaram-se enegrecidas. Esse sintoma foi denominado por CHITARRA & CHITARRA (2005) de injúria por frio ou “chilling” e ocorreu associada às áreas lesionadas pela antracnose.

Resultados semelhantes também encontrados por SANXTER et al. (1994), que trataram abacates ‘Sharwil’ com ar quente (37-38°C) por 17-18 horas, antes do armazenamento a 1,1°C. Os frutos não aquecidos e armazenados sob refrigeração apresentaram superfície descolorida e pintas escuras (“*pitting*”), o que prejudicaram a qualidade dos mesmos.

ORNELAS-PAZ et al. (2003) também detectaram que a melhor preservação da aparência, em abacates ‘Hass’, foi o aquecimento a 38°C, por 6 horas, em ambiente com 50% de umidade relativa após armazenamento a 5°C.

Tabela 47 - Variação na aparência\* da casca em abacates 'Geada', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha** | 38°C/30 min | 38°C/60 min | 38°C/90 min |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b>  |              |             |             |             |
| 0   | 5            | 5           | 5           | 5           |
| 7   | 4            | 4           | 4           | 5           |
| 14  | 2            | 3           | 4           | 4           |
| 21  | 2            | 2           | 3           | 4           |
| 28  | 2            | 2           | 3           | 3           |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 79% UR)</b> |              |             |             |             |
| 0   | 2            | 2           | 3           | 3           |
| 3   | 1            | 2           | 3           | 3           |
| 6   | 1            | 1           | 1           | 1           |
| 9   | 1            | 1           | 1           | 1           |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

\*\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

Durante o armazenamento refrigerado, os frutos aquecidos a 38°C/60 min. e 38°C/90 min. apresentaram os maiores valores de luminosidade e de cromaticidade, sem que o ângulo de cor fosse modificado pelos tratamentos. Deve-se deixar registrado que durante o período refrigerado, a casca dos frutos apresentou redução na luminosidade, no ângulo de cor e na cromaticidade, indicando evolução da coloração de verde escuro para verde mais escuro (Tabela 48).

Quando transferidos ao ambiente, os tratamentos hidrotérmicos mais prolongados mostraram-se os mais eficientes em retardar o escurecimento e manter a cromaticidade, sem interferir na evolução do ângulo de cor. Durante este armazenamento a luminosidade reduziu-se, assim como o ângulo de cor e a cromaticidade, indicando que a coloração externa dos frutos tornou-se ainda mais escurecida (Tabela 48).

Tabela 48 – Coloração da casca em abacates 'Geada', tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tratamento  | Coloração    |               |               |
|---|--------------|---------------|---------------|
|   | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b>    |              |               |               |
| testemunha*                                       | 34,80 b      | 125,23 a      | 20,97 c       |
| 38°C/30 min.                                      | 34,59 b      | 127,31 a      | 21,68 bc      |
| 38°C/60 min.                                      | 37,40 a      | 128,99 a      | 25,66 a       |
| 38°C/90 min.                                      | 36,04 ab     | 128,54 a      | 24,23 ab      |
| Teste F   | 8,72 **      | 2,64 ns       | 7,10 **       |
| dms (5%)  | 1,63         | 3,84          | 3,05          |
| Tempo (dia)                                       |              |               |               |
| 0   | 39,53 a      | 129,83 a      | 26,96 a       |
| 7   | 36,68 b      | 130,40 a      | 25,57 a       |
| 14  | 35,21 bc     | 127,47 ab     | 23,53 bc      |
| 21  | 34,40 cd     | 126,42 ab     | 20,62 bc      |
| 28  | 32,73 d      | 123,47 b      | 19,00 c       |
| Teste F   | 27,43 **     | 5,84 **       | 13,06 **      |
| dms (5%)  | 1,94         | 4,56          | 3,63          |
| Tratamento x tempo                                | 0,69 NS      | 1,01 NS       | 0,64 NS       |
| CV (%)  | 6,14         | 4,05          | 17,77         |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 79% UR)</b> |              |               |               |
| testemunha  | 32,60 bc     | 110,87 a      | 12,64 bc      |
| 38°C/30 min.                                      | 31,50 c      | 110,06 a      | 10,50 c       |
| 38°C/60 min.                                      | 35,72 a      | 110,00 a      | 17,65 a       |
| 38°C/90 min.                                      | 34,38 ab     | 110,10 a      | 15,61 ab      |
| Teste F   | 7,36 **      | 0,02 NS       | 7,20 **       |
| dms (5%)  | 2,57         | 10,34         | 4,40          |
| Tempo (dia)                                       |              |               |               |
| 0   | 32,73 bc     | 123,47 a      | 19,00 a       |
| 3   | 35,71 a      | 117,54 a      | 17,50 a       |
| 6   | 34,25 ab     | 102,77 b      | 11,48 b       |
| 9   | 31,50 c      | 97,25 b       | 8,41 b        |
| Teste F   | 7,02 **      | 19,68 **      | 17,96 **      |
| dms (5%)  | 2,57         | 10,34         | 4,40          |
| Tratamento x tempo                                | 1,28 NS      | 2,29 *        | 1,07 NS       |
| CV (%)  | 9,19         | 11,24         | 37,38         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os frutos de todos os tratamentos perderam massa durante o armazenamento refrigerado, sendo que o aquecimento por 30 min. foi o que proporcionou a maior intensidade de perda, não diferindo da testemunha. Quando transferidos ao ambiente, os tratamentos não diferiram entre si, quanto a perda de massa (Tabela 49). ORNELAS-PAZ et al. (2003), observaram que frutos aquecidos com ar quente apresentaram perdas de massa mais elevadas.

A aparência da polpa, de todos os tratamentos, manteve-se ótima durante armazenamento refrigerado e evoluiu, em 6 dias, de ótima para boa nos aquecidos a 38°C/30 min. e para regular nos outros tratamentos, quando eles foram transferidos ao ambiente (Tabela 50), devido ao aparecimento de manchas escuras na polpa e podridões. WOOLF & LAYEE (1997) também observaram redução na intensidade das desordens internas, em frutos submetidos a aquecimento antes do armazenamento refrigerado.

Tabela 49 – Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates ‘Geada’, tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tratamentos                                     | Y = A + BX            | R           | Teste t |
|---|-----------------------|-------------|---------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b>  |                       |             |         |
| testemunha*                                     | Y = 100,17 – 0,3403 X | - 0,9982 ** | ab      |
| 38°C/30 min.                                    | Y = 99,96 – 0,3674 X  | - 0,9997 ** | a       |
| 38°C/60 min.                                    | Y = 99,86 – 0,3061 X  | - 0,9993 ** | b       |
| 38°C/90 min.                                    | Y = 99,61 – 0,3449 X  | - 0,9968 ** | ab      |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 79% UR)</b> |                       |             |         |
| testemunha                                      | Y = 100,09 – 1,73 X   | - 0,9990 ** | a       |
| 38°C/30 min.                                    | Y = 98,69 – 2,07 X    | - 0,9851 ** | a       |
| 38°C/60 min.                                    | Y = 99,88 – 1,84 X    | - 0,9990 ** | a       |
| 38°C/90 min.                                    | Y = 96,22 – 2,72 X    | - 0,9354 ** | a       |

Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

\*\*significativo a 1% de probabilidade

No teste t equações seguidas de letras iguais, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 50 - Variação da aparência\* da polpa em abacates ‘Geada’, tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha** | 38°C/30 min. | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b>  |              |              |              |              |
| 0   | 5            | 5            | 5            | 5            |
| 7   | 5            | 5            | 5            | 5            |
| 14  | 5            | 5            | 5            | 5            |
| 21  | 5            | 5            | 5            | 5            |
| 28  | 5            | 5            | 5            | 5            |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 79% UR)</b> |              |              |              |              |
| 0   | 5            | 5            | 5            | 5            |
| 3   | 5            | 5            | 4            | 5            |
| 6   | 3            | 4            | 3            | 3            |
| 9   | 2            | 2            | 1            | 2            |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

\*\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

A coloração da polpa dos frutos submetidos ao tratamento térmico não diferiram da testemunha, indicado pela luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade, mas enquanto armazenados sob refrigeração, somente a cromaticidade diminuiu. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, os tratamentos não influenciaram na coloração da polpa, mas observou-se redução nos valores de seus parâmetros, indicando que a polpa amarelo claro tornou-se mais pálida (Tabela 51), o que também foi detectado por ORNELAS-PAZ et al. (2003).

Tabela 51 – Coloração da polpa em abacates ‘Geada’, tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tratamento                                 | Coloração    |               |               |
|--|--------------|---------------|---------------|
|  | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| Armazenamento refrigerado (°C, 77% UR)     |              |               |               |
| testemunha*                                | 84,74 ab     | 107,66 a      | 48,63 a       |
| 38°C/30 min.                               | 84,28 b      | 108,27 a      | 49,67 a       |
| 38°C/60 min.                               | 85,24 a      | 107,03 a      | 50,07 a       |
| 38°C/90 min.                               | 84,66 ab     | 107,90 a      | 48,99 a       |
| Teste F                                    | 3,46 *       | 1,94 NS       | 1,43 NS       |
| dms (5%)                                   | 0,84         | 1,49          | 2,15          |
| Tempo (dia)                                |              |               |               |
| 0  | 85,19 a      | 108,01 a      | 50,01 a       |
| 7  | 84,66 ab     | 108,25 a      | 51,56 a       |
| 14   | 85,06 a      | 107,32 a      | 51,57 a       |
| 21   | 85,02 a      | 107,32 a      | 46,45 b       |
| 28   | 83,72 b      | 107,68 a      | 45,12 b       |
| Teste F                                    | 6,34 **      | 0,98 NS       | 29,12 **      |
| dms (5%)                                   | 1,01         | 1,77          | 2,57          |
| Tratamento x tempo                         | 0,65 NS      | 0,79 NS       | 0,67 NS       |
| CV (%)                                     | 0,79         | 1,10          | 3,49          |
| Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 79% UR) |              |               |               |
| testemunha                                 | 77,63 a      | 102,85 a      | 39,48 a       |
| 38°C/30 min.                               | 78,36 a      | 104,39 a      | 39,79 a       |
| 38°C/60 min.                               | 73,77 a      | 101,62 a      | 38,50 a       |
| 38°C/90 min.                               | 76,05 a      | 102,58 a      | 39,49 a       |
| Teste F                                    | 1,49 NS      | 2,90 NS       | 1,47 NS       |
| dms (5%)                                   | 6,73         |               | 1,89          |
| Tempo (dia)                                |              |               |               |
| 0  | 83,72 a      | 107,68 a      | 45,12 a       |
| 3  | 81,42 a      | 106,51 a      | 42,89 b       |
| 6  | 73,32 b      | 100,62 b      | 36,51 c       |
| 9  | 67,35 b      | 96,62 c       | 32,75 d       |
| Teste F                                    | 20,52 **     | 58,83 **      | 150,74 **     |
| dms (5%)                                   | 6,73         | 2,73          | 1,88          |
| Tratamento x tempo                         | 0,36 NS      | 0,39 NS       | 0,80 NS       |
| CV (%)                                     | 6,15         | 1,86          | 3,34          |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Após transferência ao ambiente, a polpa dos frutos apresentou manchas escurecidas, que aumentaram significativamente, em todos os tratamentos, e com maior intensidade nos submetidos a 38°C/60 e 38°C/90 min. Em 9 dias, a porcentagem de escurecimento era superior a 60% da área da polpa (Tabela 52). WOOLF et al. (1995) observaram que os frutos submetidos a períodos mais longos de aquecimento podem ter sofrido injúrias pelo calor.

Tabela 52 - Escurecimento interno (%) em abacates 'Geadá', tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/30 min. | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b>  |             |              |              |              |
| 0   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 7   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 14  | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 21  | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 28  | 1,6         | 0,0          | 0,0          | 1,0          |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 79% UR)</b> |             |              |              |              |
| 0   | 1,6         | 0,0          | 0,0          | 1,0          |
| 3   | 0,0         | 0,3          | 1,6          | 1,1          |
| 6   | 13,3        | 6,6          | 28,7         | 40,4         |
| 9   | 60,8        | 75,1         | 84,4         | 77,9         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

A firmeza dos frutos de todos os tratamentos não alterou-se durante o armazenamento refrigerado, mantendo-se >127,4N (Tabela 53). Quando foram transferidos ao ambiente, independente ao tratamento, amoleceram gradativamente. Isto não reafirma o indicado por ORNELAS-PAZ et al. (2003), que detectaram menor firmeza em frutos não aquecidos com ar quente a 37-38°C, antes do armazenamento sob refrigeração.

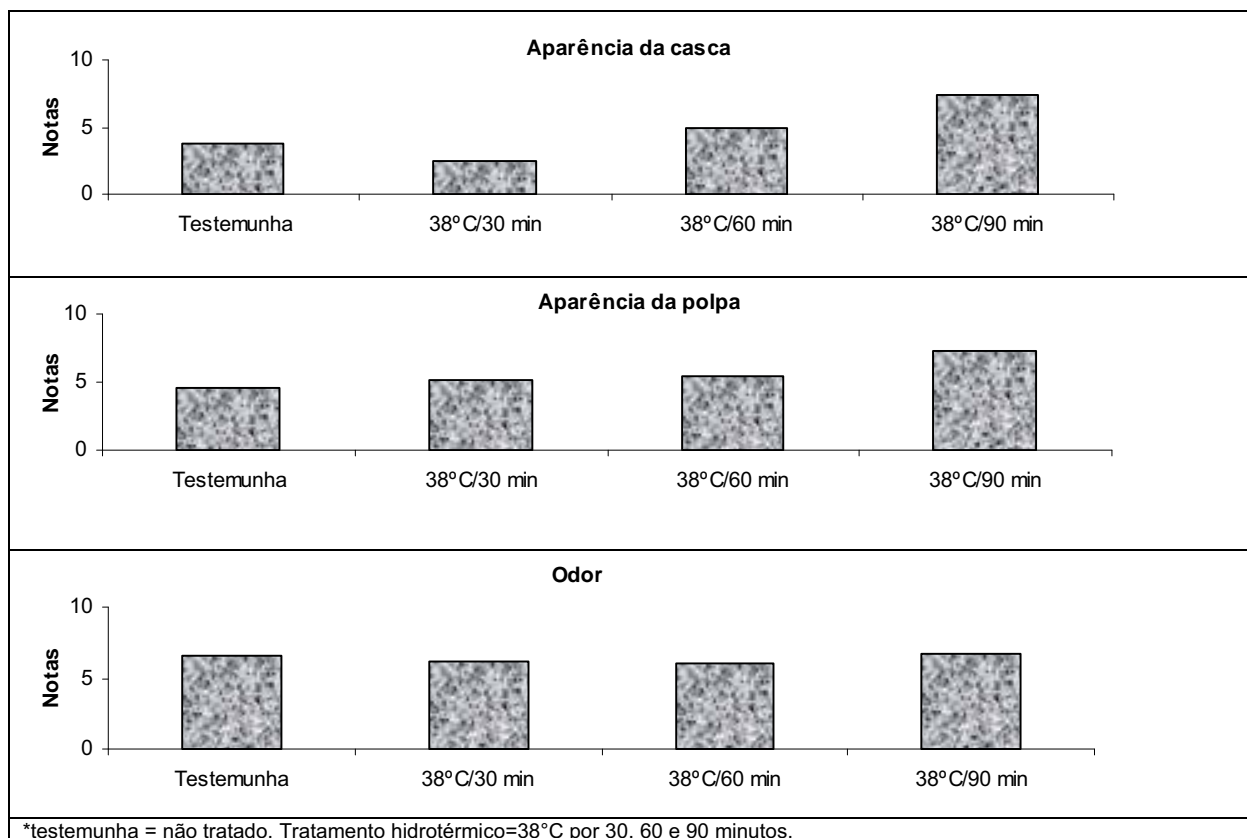
Quando os frutos adquiriram textura amolecida, indicando amadurecimento, os frutos foram avaliados por analistas não treinados quanto a aparência da casca dos frutos e da polpa e odor. Os frutos submetidos a aquecimento por 90 minutos foram os preferidos quanto a aparência da casca e da polpa, enquanto os analistas não observaram alterações no odor dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos (Figura 99).

Quanto maior o tempo de aquecimento dos frutos, menores foram seus teores de acidez titulável durante o armazenamento refrigerado, o que não foi observado quando os frutos foram transferidos ao ambiente. Os teores de sólidos solúveis da polpa não foram afetados pelos tratamentos. Durante o período de armazenamento ao ambiente os teores de acidez titulável e sólidos solúveis reduziram-se (Tabela 54).

Tabela 53. Variação da firmeza (Newtons) em abacates 'Gêada', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                               | testemunha* | 38°C/30 min. | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4±1°C)</b>  |             |              |              |              |
| 0   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4       |
| 7   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4       |
| 14  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4       |
| 21  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4       |
| 28  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4       |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22±1°C)</b> |             |              |              |              |
| 0   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4       |
| 3   | 8,8         | 3,9          | 7,8          | 3,9          |
| 6   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 9   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotêrmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.



\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

Figura 99 - Avaliação da aparência da casca e da polpa, e do odor da polpa de frutos 'Geada', armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), por até 12 dias, depois de tratados ou não hidrotérmicamente, e armazenados a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Tabela 54 – Acidez titulável e sólidos solúveis na polpa de abacates ‘Geadá’, tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tratamento                                      | Acidez titulável<br>(g de ácido cítrico. 100g <sup>-1</sup> ) | Sólidos solúveis<br>(°Brix) |
|---|---|-----------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 77% UR)</b>  |   |                             |
| testemunha*                                     | 0,095 a   | 7,67 a                      |
| 38°C/30 min.                                    | 0,084 ab  | 7,53 a                      |
| 38°C/60 min.                                    | 0,073 bc  | 7,42 a                      |
| 38°C/90 min.                                    | 0,066 c   | 7,78 a                      |
| Teste F   | 15,75**   | 1,88 NS                     |
| dms (5%)  | 0,013   | 0,49                        |
| Tempo (dia)                                     |   |                             |
| 0   | 0,093 a   | 7,17 b                      |
| 14  | 0,073 b   | 7,51 b                      |
| 28  | 0,072 b   | 8,11 a                      |
| Teste F   | 18,66 **  | 21,31 **                    |
| dms (5%)  | 0,010   | 0,34                        |
| Tratamento x tempo                              | 1,26 NS   | 2,57 NS                     |
| CV (%)  | 9,92  | 3,74                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 79% UR)</b> |   |                             |
| testemunha                                      | 0,067 a   | 7,30 a                      |
| 38°C/30 min.                                    | 0,056 a   | 7,27 a                      |
| 38°C/60 min.                                    | 0,063 a   | 7,49 a                      |
| 38°C/90 min.                                    | 0,0603 a  | 7,22 a                      |
| Teste F   | 1,42 NS   | 0,50 NS                     |
| dms (5%)  | 0,016   | 0,66                        |
| Tempo (dia)                                     |   |                             |
| 0   | 0,072 a   | 8,11 a                      |
| 3   | 0,069 ab  | 7,82 a                      |
| 6   | 0,056 bc  | 7,10 b                      |
| 9   | 0,049 c   | 6,25 c                      |
| Teste F   | 8,43 **   | 26,34 **                    |
| dms (5%)  | 0,016   | 0,66                        |
| Tratamento x tempo                              | 1,09 NS   | 1,16 NS                     |
| CV (%)  | 17,57   | 6,26                        |

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 30, 60 e 90 minutos.

O tratamento hidrotérmico não inibiu o aparecimento de sintomas de injúria pelo frio em abacates ‘Geadá’, tais como manchas na casca e escurecimento da polpa, porém os tratamentos 38°C/60min e 38°C/90min minimizaram esses sintomas, proporcionando a melhor manutenção da aparência do fruto. A vida útil dos frutos foi de até 3 dias ao ambiente (22°C, 79% UR), depois de mantidos por 28 dias a 4°C e 77% UR.

### 4. 3. 2 Abacate 'Quintal'

Como os resultados não se mostraram satisfatórios na redução dos sintomas de injúrias pelo frio em abacates 'Geadá', decidiu-se modificar os tratamentos nos Experimentos com abacates 'Quintal', 'Fortuna' e 'Hass'. O tratamento 38°C/30 min foi eliminado, enquanto que os 38°C/60 min. e 38°C/90 min. se mantiveram. Associou-se também ao tratamento 38°C/90 min. um adicional, 50°C/1 min.

Durante o armazenamento refrigerado, a aparência de abacates 'Quintal', não tratados hidrotermicamente e dos aquecidos por 38°C/90min. + 50°C/1min., passou de ótima (nota = 5) para regular (nota = 4), em 14 dias, enquanto a dos aquecidos a 38°C/60 min. e 38°C/90 min., se manteve boa (nota = 4) por até 28 dias. Quando levados ao ambiente, a aparência dos frutos, de todos os tratamentos, tornou-se ruim (nota = 2), em 6 dias (Tabela 55). Este efeito do tratamento hidrotérmico, por 60 e 90 minutos também foi observado em abacates 'Geadá', o que também reafirma o relatado por SANXTER et al. (1994), WOOLF (1997), WOOLF & LAY-YEE, 1997), e ORNELAS-PAZ & YAHIA et al. (2003).

Tabela 55 - Variação da aparência\* da casca em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min + 50°C/1 min |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 99% UR)</b>  |             |              |              |                          |
| 0   | 5           | 5            | 5            | 5                        |
| 7   | 4           | 4            | 4            | 4                        |
| 14  | 3           | 4            | 4            | 3                        |
| 21  | 3           | 4            | 4            | 3                        |
| 28  | 3           | 4            | 4            | 3                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 90% UR)</b> |             |              |              |                          |
| 0   | 3           | 4            | 4            | 3                        |
| 3   | 2           | 3            | 3            | 3                        |
| 6   | 2           | 2            | 2            | 2                        |
| 9   | 1           | 1            | 1            | 1                        |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

\*\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Durante armazenamento refrigerado, bem como depois de transferidos para condição de ambiente, os frutos submetidos a banho térmico apresentaram os maiores valores de luminosidade e cromaticidade. Este efeito também foi observado em abacates 'Geadá'. O ângulo de cor não se modificou com os tratamentos (Tabela 56).

Durante o armazenamento refrigerado, observou-se redução nos valores da luminosidade e da cromaticidade, nos frutos da testemunha e nos tratados hidrotermicamente a 38°C/90 min. + 50°C/1 min. enquanto o ângulo de cor se manteve inalterado. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente, os valores dos parâmetros de coloração diminuíram, o que também foi observado em abacates 'Geada' (Tabelas 56, 57, 58, e 59).

Tabela 56 - Coloração da casca em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tratamento                               | Coloração    |               |               |
|--|--------------|---------------|---------------|
|  | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| Armazenamento refrigerado (4°C, 99% UR)  |              |               |               |
| testemunha*                              | 40,45 b      | 120,27 a      | 28,23 b       |
| 38°C/60 min                              | 43,87 a      | 120,26 a      | 33,64 a       |
| 38°C/90 min                              | 43,18 a      | 120,59 a      | 31,70 a       |
| 38°C/90 min + 50°C/1 min                 | 42,97 a      | 119,89 a      | 31,50 a       |
| Teste F                                  | 11,55 **     | 0,07 NS       | 9,84 **       |
| dms (5%)                                 | 1,64         | 3,95          | 2,66          |
| Tempo (dia)                              |              |               |               |
| 0  | 45,33 a      | 125,62 a      | 31,70 ab      |
| 7  | 44,30 a      | 126,48 a      | 34,70 a       |
| 14                                       | 43,52 a      | 125,16 a      | 31,24 b       |
| 21                                       | 39,80 b      | 113,25 b      | 28,04 c       |
| 28                                       | 40,15 b      | 110,74 b      | 29,64 bc      |
| Teste F                                  | 25,77 **     | 40,89 **      | 10,52 **      |
| dms (5%)                                 | 1,95         | 4,70          | 3,16          |
| Tratamento x tempo                       | 5,16 **      | 2,41 *        | 3,06 **       |
| CV (%)                                   | 5,17         | 4,42          | 11,44         |
| Armazenamento ao ambiente (22°C, 90% UR) |              |               |               |
| testemunha*                              | 40,45 b      | 95,78 a       | 21,04 b       |
| 38°C/60 min                              | 43,87 a      | 94,76 a       | 27,08 a       |
| 38°C/90 min                              | 43,18 a      | 96,05 a       | 28,37 a       |
| 38°C/90 min + 50°C/1 min                 | 42,97 a      | 93,44 a       | 25,03 ab      |
| Teste F                                  | 11,55 **     | 0,17 NS       | 3,44 **       |
| dms (5%)                                 | 1,64         | 10,54         | 6,44          |
| Tempo (dia)                              |              |               |               |
| 0  | 45,33 a      | 110,74 a      | 31,04 a       |
| 3  | 44,30 a      | 104,70 a      | 26,80 a       |
| 6  | 43,52 a      | 91,50 b       | 25,54 a       |
| 9  | 39,80 b      | 73,08 c       | 18,14 b       |
| Teste F                                  | 40,15 b      | 34,88 **      | 9,68 **       |
| dms (5%)                                 | 25,77 **     | 10,54         | 6,44          |
| Tratamento x tempo                       | 1,95         | 0,48 NS       | 0,91          |
| CV (%)                                   | 5,16 **      | 13,29         | 30,42         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 57 - Variação da luminosidade em abacates 'Quintal' tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a 4°C (99% UR) por 28 dias.

| Tempo (dia) | testemunha | 38°C/60 min. | 38°C/90 min, | 38°C/90 min. + 50°C/1 min. |
|-------------|------------|--------------|--------------|----------------------------|
| 0           | 46,76 Aa   | 44,63 Aa     | 43,83 Aa     | 46,10 Aa                   |
| 7           | 43,49 Aab  | 45,23 Aa     | 43,49 Aa     | 44,99 Aab                  |
| 14          | 40,25 Bbc  | 45,32 Aa     | 43,72 ABa    | 44,79 Aab                  |
| 21          | 37,06 Bcd  | 42,59 Aa     | 42,51 Aa     | 37,06 Bc                   |
| 28          | 34,68 Bd   | 41,61 Aa     | 42,36 Aa     | 41,93 Ab                   |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos, e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 58 - Variação de ângulo de cor em abacates 'Quintal' tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a 4°C (99% UR) por 28 dias.

| Tempo (dia) | testemunha | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min. + 50°C/1 min. |
|-------------|------------|--------------|--------------|----------------------------|
| 0           | 133,08 Aa  | 119,74 Bab   | 122,72 Bab   | 126,94 Aba                 |
| 7           | 127,22 Aab | 125,94 Aa    | 127,22 Aa    | 125,52 Aa                  |
| 14          | 123,04 Ab  | 126,74 Aa    | 126,47 Aa    | 124,41 Aa                  |
| 21          | 110,92 Ac  | 114,54 Ab    | 116,73 Abc   | 110,80 Ab                  |
| 28          | 107,11 Ac  | 114,33 Ab    | 109,80 Ac    | 111,72 Ab                  |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos, e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 59 - Variação da cromaticidade em abacates 'Quintal' tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a 4°C (99% UR) por 28 dias.

| Tempo (dia) | testemunha | 38°C/60 min | 38°C/90 min | 38°C/90 min + 50°C/1 min |
|-------------|------------|-------------|-------------|--------------------------|
| 0           | 31,99 Aab  | 32,51 Aa    | 30,19 Aa    | 36,11 Aa                 |
| 7           | 34,30 Aa   | 36,75 Aa    | 34,30 Aa    | 33,47 Aa                 |
| 14          | 27,77 Abc  | 31,92 Aa    | 32,30 Aa    | 32,97 Aa                 |
| 21          | 24,10 Bc   | 33,80 Aa    | 29,91 Aba   | 24,37 Bb                 |
| 28          | 22,98Bc    | 33,20 Aa    | 31,81 Aa    | 30,59 Aab                |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos, e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O tratamento hidrotérmico, a 38°C/90 min. e 38°C/90min.+ 50°C/1min., provocou maior perda de massa durante o armazenamento refrigerado (Tabela 60), o que não ocorreu em abacates 'Geadá', mas foi relatado por ORNELAS-PAZ et al. (2003), em frutos aquecidos com ar quente. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, os tratamentos não se mostraram diferentes quanto a perda de massa (Tabela 60), como observado nos da 'Geadá'.

Tabela 60 - Equações representativas da evolução da perda de massa fresca em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tratamentos                                     | Y = A + BX            | R           | Teste t |
|---|-----------------------|-------------|---------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 99% UR)</b>  |                       |             |         |
| testemunha*                                     | Y = 99,92 – 0,2076 X  | - 0,9993 ** | b       |
| 38°C/60 min.                                    | Y = 100,03 – 0,2173 X | - 0,9998 ** | b       |
| 38°C/90 min.                                    | Y = 100,11 – 0,2419 X | - 0,9991 ** | a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/ 1 min.                     | Y = 100,12 – 0,2520 X | - 0,9994 ** | a       |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 90% UR)</b> |                       |             |         |
| testemunha                                      | Y = 98,89 – 1,5220 X  | - 0,9802 *  | a       |
| 38°C/60 min.                                    | Y = 99,76 – 1,9977 X  | -0,9988 **  | a       |
| 38°C/90 min.                                    | Y = 99,90 – 1,9730 X  | - 0,9995 ** | a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/ 1 min.                     | Y = 99,87 – 2,0150 X  | -0,9993 **  | a       |

Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

\*\*significativo a 1% de probabilidade

No teste t equações seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A aparência da polpa não foi afetada pelos diferentes tratamentos, enquanto os frutos permaneceram armazenados sob refrigeração, e se manteve ótima ou boa por até 21 dias, quando evoluiu para regular. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, a aparência se manteve regular por 3 dias, que nos da 'Geadá' foi de 6 dias (Tabela 61).

Tabela 61 - Variação da aparência\* da polpa em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 99% UR)</b>  |             |              |              |                               |
| 0   | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 7   | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 14  | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 21  | 4           | 5            | 3            | 4                             |
| 28  | 3           | 3            | 3            | 1                             |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 90% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0   | 3           | 3            | 3            | 2                             |
| 3   | 3           | 4            | 3            | 3                             |
| 6   | 2           | 2            | 1            | 1                             |
| 9   | 1           | 1            | 1            | 1                             |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

\*\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

A coloração da polpa não foi afetada pelos tratamentos hidrotérmicos. Os valores de luminosidade e cromaticidade só se reduziram a partir do 21º dia, sob condição

refrigerada, enquanto o ângulo de cor reduziu-se a partir do 14° dia, indicando que a polpa passou de amarelo para amarelo mais escuro (Tabela 62). A interação tratamento x tempo (Tabelas 63 e 64) indica que no 28° dia, os frutos tratados a 38°C/90 min. + 50°C/1 min. foram os que apresentaram a menor luminosidade e cromaticidade. Durante o armazenamento ao ambiente, os parâmetros da coloração, luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade, continuaram a diminuir, tornando-a coloração acinzentada, devido a senescência ou injúria pelo frio, conforme o relatado para abacates 'Geada'.

Tabela 62 - Coloração da polpa de abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tratamento                                      | Coloração    |               |               |
|---|--------------|---------------|---------------|
|   | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 99% UR)</b>  |              |               |               |
| testemunha*                                     | 83,38 a      | 102,68 a      | 45,91 a       |
| 38°C/60 min                                     | 83,12 a      | 102,91 a      | 42,47 a       |
| 38°C/90 min.                                    | 82,63 a      | 103,92 a      | 41,81 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | 82,66 a      | 102,97 a      | 41,78 a       |
| Teste F   | 0,59 NS      | 2,42 NS       | 2,62 NS       |
| dms (5%)  | 1,89         | 1,34          | 4,82          |
| <b>Tempo (dia)</b>                              |              |               |               |
| 0   | 83,37 a      | 109,47 a      | 48,64 a       |
| 7   | 85,85 a      | 108,40 a      | 46,09 a       |
| 14  | 86,59 a      | 105,27 b      | 46,28 a       |
| 21  | 78,65 b      | 97,06 c       | 37,49 b       |
| 28  | 77,26 b      | 95,41 c       | 36,46 b       |
| Teste F   | 73,55 **     | 275,06 **     | 16,90 **      |
| dms (5%)  | 2,26         | 1,66          | 5,76          |
| Tratamento x tempo                              | 2,36 *       | 1,52 NS       | 2,80 *        |
| CV (%)  | 1,82         | 1,07          | 8,96          |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 90% UR)</b> |              |               |               |
| testemunha*                                     | 65,00 a      | 84,69 a       | 29,68 a       |
| 38°C/60 min.                                    | 64,93 a      | 86,84 a       | 27,84 a       |
| 38°C/90 min.                                    | 65,38 a      | 84,89 a       | 27,55 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | 63,89 a      | 85,25 a       | 26,45 a       |
| Teste F   | 0,13 NS      | 0,07 NS       | 0,96 NS       |
| dms (5%)  | 7,04         | 15,20         | 5,53          |
| <b>Tempo (dia)</b>                              |              |               |               |
| 0   | 77,26 a      | 102,91 a      | 36,40 a       |
| 3   | 68,51 b      | 86,62 b       | 32,75 a       |
| 6   | 61,67 b      | 82,12 bc      | 24,74 b       |
| 9   | 51,77 c      | 70,03 c       | 17,57 c       |
| Teste F   | 38,46 **     | 13,13 **      | 38,11 **      |
| dms (5%)  | 7,04         | 15,20         | 5,53          |
| Tratamento x tempo                              | 0,48 NS      | 0,96 NS       | 0,74 NS       |
| CV (%)  | 7,59         | 12,43         | 13,86         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotêrmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 63 – Variação da luminosidade da polpa em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (99% UR).

| Tempo (dia) | Testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min. +50°C/ 1 min. |
|-------------|-------------|--------------|--------------|----------------------------|
| 0           | 86,92 Aa    | 86,46 Aa     | 86,17 Aab    | 85,92 Aa                   |
| 7           | 86,90 Aa    | 86,85 Aa     | 82,50 Bbc    | 87,13 Aa                   |
| 14          | 86,20 Aa    | 86,50 Aa     | 87,13 Aa     | 86,53 Aa                   |
| 21          | 77,92 Ab    | 77,31 Ab     | 79,83 Acd    | 79,53 Ab                   |
| 28          | 78,95 Ab    | 78,45 Ab     | 77,48 ABd    | 74,16 Bc                   |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 64 – Variação da cromaticidade da polpa em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias (99% UR).

| Tempo (dia) | Testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min. +50°C/ 1 min. |
|-------------|-------------|--------------|--------------|----------------------------|
| 0           | 45,96 Aab   | 47,56 Aa     | 45,63 Aa     | 55,40 Aa                   |
| 7           | 47,13 Aab   | 46,71 Aa     | 44,77 Aa     | 45,73 Aab                  |
| 14          | 57,46 Aa    | 40,70 Ba     | 45,77 Ba     | 41,22 Bbc                  |
| 21          | 38,29 Ab    | 39,61 Aa     | 36,49 Aa     | 35,56 Abc                  |
| 28          | 40,70 Ab    | 37,75 Aa     | 36,39 Aa     | 30,98 Ac                   |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A partir do 21° dia sob armazenamento refrigerado, manchas escuras apareceram na polpa dos frutos, exceto nos que receberam tratamento hidrotérmico por 60 min. Esta ocorrência aumentou com o tempo e tornou-se mais intensa com transferência dos frutos para condição de ambiente. Os frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico, a 38°C/ 90 min. + 50°C/1 min., apresentaram as maiores porcentagens de escurecimento e os tratados por 60 minutos, as menores (Tabela 65).

Tabela 65 - Escurecimento interno (%), em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                       | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min. + 50°C/1 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|----------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4±1°C, 99% UR)</b>  |             |              |              |                            |
| 0   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                        |
| 7   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                        |
| 14  | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                        |
| 21  | 3,9         | 0,0          | 6,5          | 20,5                       |
| 28  | 14,8        | 8,2          | 16,1         | 71,4                       |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 90% UR)</b> |             |              |              |                            |
| 0   | 14,8        | 8,2          | 16,1         | 71,4                       |
| 3   | 29,7        | 16,1         | 25,0         | 34,2                       |
| 6   | 47,2        | 50,0         | 69,5         | 72,2                       |
| 9   | 94,3        | 93,7         | 90,6         | 95,2                       |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Assim como ocorreu em abacates 'Geada', os frutos submetidos aos diferentes tratamentos amoleceram quando transferidos ao ambiente, com evolução mais lenta nos que receberam os tratamentos hidrotérmicos, 38°C/ 90 min. e 38°C/ 90 min. + 50°C/1 min. (Tabela 66) e também foi relatado por ORNELAS-PAZ et al. (2003).

Tabela 66 - Variação da firmeza (Newtons) em abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 90%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 99% UR)</b>  |             |              |              |                               |
| 0   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 7   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 14  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 21  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 28  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 90% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 3   | 28,4        | 15,7         | 30,4         | 54,9                          |
| 6   | 7,8         | 8,8          | 22,5         | 24,5                          |
| 9   | 1,0         | 1,0          | 7,8          | 8,8                           |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Quando os frutos amadureceram, indicado pela textura amolecida, foram avaliados por analistas não treinados quanto a aparência da casca e polpa e odor da polpa (Figura 100). Estes analistas não aprovaram a aparência da casca e da polpa, devido ao escurecimento da casca e ao aparecimento de manchas escuras na polpa, mas indicaram que o odor era o característico da fruta amadurecimento.

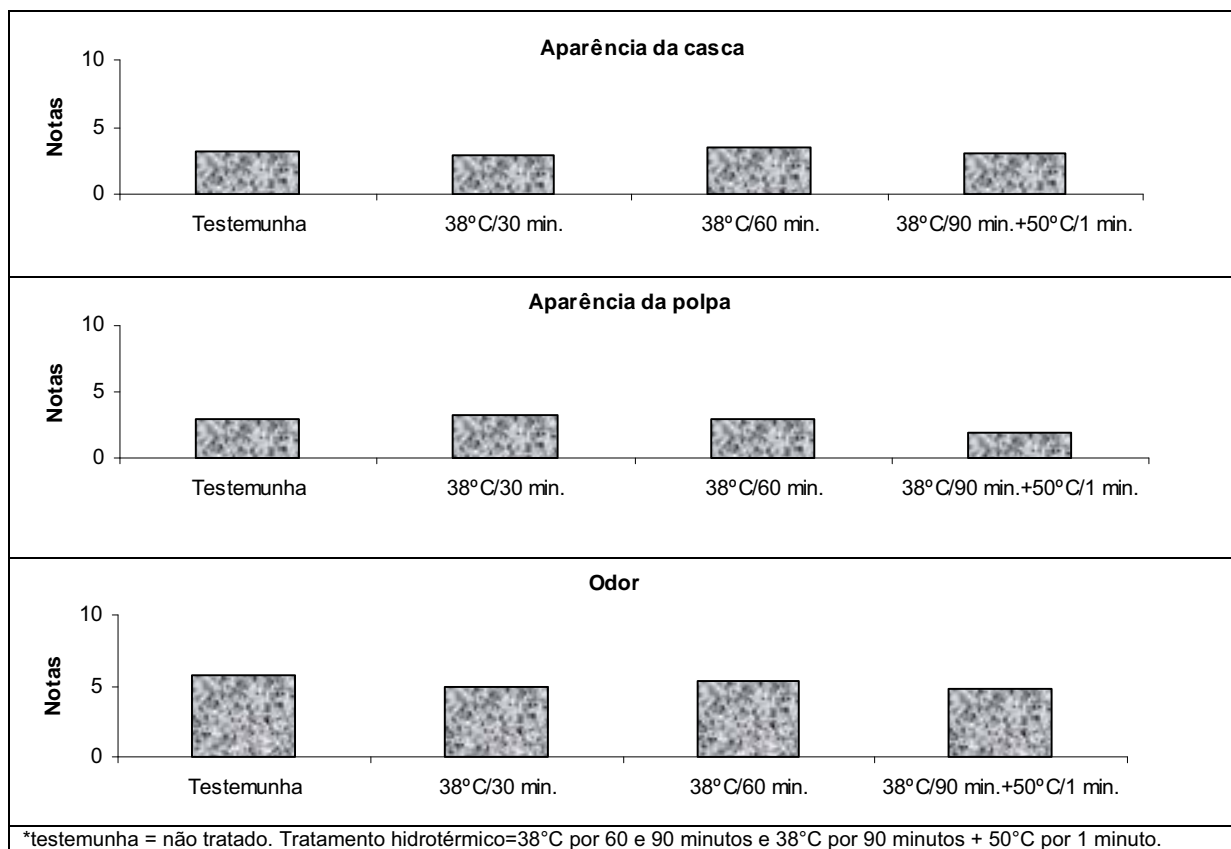


Figura 100 - Avaliação da aparência da casca e da polpa e do odor da polpa em abacates 'Quintal' armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), por até 12 dias, depois de tratados ou não hidrotérmicamente, e armazenados a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 90%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Durante armazenamento refrigerado, os frutos submetidos aos diferentes tratamentos não diferiram entre si quanto aos teores de acidez titulável e sólidos solúveis, como ocorreu em abacates 'Geada' (Tabela 67). Os frutos dos apresentaram redução nos valores de acidez a partir do 14º dia de armazenamento, com exceção dos submetidos ao tratamento, 38°C/90 min. + 50°C/1min., cujos valores se mantiveram inalterados, enquanto os teores de sólidos solúveis só mostraram redução após 28 dias. Quando transferidos ao ambiente, os frutos submetidos ao tratamento, 38°C/90 min. + 50°C/1 min., apresentaram a maior acidez titulável, mas não se detectou diferenças nos teores de sólidos solúveis, 7,36°Brix. Quando estes frutos foram transferidos ao ambiente, observou-se aumento na acidez e nos sólidos solúveis, o que também foi observado em abacates 'Geada' (Tabelas 67 e 68).

Tabela 67 - Acidez titulável e sólidos solúveis na polpa de abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 79%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 79%UR), testemunha.

| Tratamento                              | Acidez titulável<br>(g de ácido cítrico. 100g <sup>-1</sup> ) | Sólidos solúveis<br>(°Brix) |
|---|---|-----------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C)</b>  |   |                             |
| Testemunha                              | 0,112 a   | 7,33 a                      |
| 38°C/60 min.                            | 0,124 a   | 7,33 a                      |
| 38°C/90 min.                            | 0,110 a   | 7,38 a                      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.              | 0,109 a   | 7,33 a                      |
| Teste F                                 | 0,74 NS   | 0,04 NS                     |
| dms (5%)                                | 0,035   | 0,50                        |
| Tempo (dia)                             |   |                             |
| 0                                       | 0,161 a   | 7,47 a                      |
| 14                                      | 0,119 b   | 7,54 a                      |
| 28                                      | 0,061 c   | 7,02 b                      |
| Teste F                                 | 49,11 **  | 7,39 **                     |
| dms (5%)                                | 0,027   | 0,40                        |
| Tratamento x tempo                      | 3,81 *  | 0,91 NS                     |
| CV (%)                                  | 17,85   | 3,96                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C)</b> |   |                             |
| Testemunha                              | 0,072 b   | 7,67 a                      |
| 60 min.                                 | 0,080 ab  | 7,30 a                      |
| 90 min.                                 | 0,071 b   | 7,47 a                      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.              | 0,090 a   | 7,01 a                      |
| Teste F                                 | 4,18 *  | 2,86 NS                     |
| dms (5%)                                | 0,018   |                             |
| Tempo (dia)                             |   |                             |
| 0                                       | 0,061 b   | 7,02 b                      |
| 3                                       | 0,086 a   | 7,96 a                      |
| 6                                       | 0,087 a   | 7,32 ab                     |
| 9                                       | 0,079 a   | 7,15 b                      |
| Teste F                                 | 7,75 **   | 6,30 **                     |
| dms (5%)                                | 0,017   | 0,67                        |
| Tratamento x tempo                      | 2,20 NS   | 1,36 NS                     |
| CV (%)                                  | 15,39   | 6,37                        |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotêrmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1min.  
Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 68 - Acidez titulável (g de ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup>) de abacates 'Quintal', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C (99% UR) por 28 dias.

| Tempo (dia) | testemunha* | 38°C/60 min | 38°C/90 min | 38°C/90 min+50°C/1 min |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| 0           | 0,187 Aa    | 0,184 Aa    | 0,155 Aba   | 0,118 Ba               |
| 14          | 0,100 Ab    | 0,141 Aa    | 0,117 Aa    | 0,116 Aa               |
| 28          | 0,049 Ab    | 0,047 Ab    | 0,056 Ab    | 0,091 Aa               |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotêrmico=38°C por 60 e 90 minutos, e 38°C por 90 minutos + 50°C/1minuto.  
Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula, nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Assim como observado em abacates 'Geadá', o tratamento hidrotérmico não impediu o aparecimento de manchas escuras na casca e na polpa, porém minimizou os sintomas, em especial a 38°C/60 minutos.

A vida útil dos abacates 'Quintal', armazenados ao ambiente depois de mantidos sob refrigeração (4°C, 99% UR) por até 28 dias, foi de 3 dias.

### 4. 3. 3 Abacate 'Fortuna'

Os frutos de todos os tratamentos mantiveram ótima (nota=5) aparência por 7 dias, quando se tornou boa (nota=4) e se manteve boa até o final do armazenamento refrigerado, e quando eles foram transferidos ao ambiente, manteve-se boa por 3 dias, antes de se tornar péssima (nota=1) (Tabela 69). Estes resultados não reafirmam o obtido nos experimentos com abacates 'Geada' e 'Quintal', em que se observou melhor aparência nos frutos submetidos a tratamento hidrotérmico, durante o armazenamento refrigerado e ao ambiente, e com os relatos de SANXTER et al. (1994), WOOLF et al. (1997), WOOLF & LAY-YEE (1997), e ORNELAS-PAZ et al. (2003).

Assim como ocorreu nos outros experimentos, o aparecimento de manchas escuras na casca, interferiu na avaliação da aparência da casca (SANXTER et al. 1994).

Tabela 69 - Variação da aparência\* da casca em abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha** | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |              |              |              |                               |
| 0   | 5            | 5            | 5            | 5                             |
| 7   | 5            | 5            | 5            | 5                             |
| 14  | 4            | 4            | 4            | 4                             |
| 21  | 4            | 4            | 4            | 4                             |
| 28  | 4            | 4            | 4            | 4                             |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |              |              |              |                               |
| 0   | 4            | 4            | 4            | 4                             |
| 3   | 4            | 4            | 4            | 4                             |
| 6   | 1            | 1            | 1            | 1                             |

\*Notas para aparência: 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

\*\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Durante o armazenamento refrigerado, bem como depois da transferência dos frutos para o ambiente, os submetidos ao tratamento térmico (38°C/90 min.) apresentaram os maiores valores de luminosidade e de cromaticidade, indicando frutos com coloração verde mais intensa e brilhante. O ângulo de cor não foi afetado pelos tratamentos (Tabela 70). Resultados semelhantes foram encontrados nos experimentos com abacates 'Geada', e 'Quintal', sob refrigeração e ao ambiente.

O ângulo de cor e a cromaticidade diminuíram durante armazenamento refrigerado e ao ambiente (Tabela 70 e 71) também foi observado em abacates 'Geadá' e 'Quintal', sob as duas condições de armazenamento. A luminosidade só diminuiu nos frutos armazenados sob refrigeração, o que não ocorreu nos abacates 'Geadá' e 'Quintal'.

Tabela 70 - Coloração da casca em abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tratamento  | Coloração    |               |               |
|---|--------------|---------------|---------------|
|   | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| <b>Armazenamento refrigerado (4±1°C, 92% UR)</b>  |              |               |               |
| testemunha*                                       | 38,06 b      | 120,14 a      | 30,36 ab      |
| 38°C/60 min.                                      | 38,73 ab     | 120,35 a      | 31,04 ab      |
| 38°C/90 min.                                      | 40,26 a      | 114,62 a      | 32,71 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                        | 38,44 b      | 119,55 a      | 28,69 b       |
| Teste F   | 4,79 **      | 2,76 *        | 2,64 ns       |
| dms (5%)  | 1,64         | 6,08          | 3,80          |
| Tempo (dia)                                       |              |               |               |
| 0   | 42,40 a      | 126,55 a      | 32,83 ab      |
| 7   | 39,02 b      | 122,61 ab     | 34,98 a       |
| 14  | 37,82 b      | 112,30 c      | 28,59 b       |
| 21  | 38,06 b      | 116,16 bc     | 28,36 b       |
| 28  | 37,07 b      | 115,69 bc     | 28,75 b       |
| Teste F   | 17,88 **     | 9,95 **       | 6,98 **       |
| dms (5%)  | 1,95         | 7,23          | 4,52          |
| Tratamento x tempo                                | 0,55 NS      | 2,42 **       | 0,81 NS       |
| CV (%)  | 5,68         | 6,90          | 16,67         |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22±1°C, 76% UR)</b> |              |               |               |
| testemunha*                                       | 37,22 b      | 105,77 a      | 24,52 b       |
| 38°C/60 min.                                      | 37,72 b      | 108,12 a      | 26,19 ab      |
| 38°C/90 min.                                      | 41,57 a      | 108,53 a      | 30,27 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                        | 37,64 b      | 105,53 a      | 24,71 b       |
| Teste F   | 5,16 **      | 1,45 ns       | 5,67 **       |
| dms (5%)  | 3,36         | 4,86          | 4,23          |
| Tempo (dia)                                       |              |               |               |
| 0   | 36,57 b      | 115,69 a      | 28,75 a       |
| 3   | 41,99 a      | 112,46 a      | 29,81 a       |
| 6   | 36,57 b      | 92,82 b       | 20,71 b       |
| Teste F   | 15,03 **     | 122,41 **     | 26,22 **      |
| dms (5%)  | 2,65         | 3,83          | 3,32          |
| Tratamento x tempo                                | 0,16 NS      | 0,47 NS       | 0,25 NS       |
| CV (%)  | 8,98         | 4,67          | 16,45         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 71 – Variação do ângulo de cor de abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C (92% UR).

| Tempo (dia) | testemunha* | 38°C/60 min | 38°C/90 min | 38°C/90 min+50°C/1 min |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| 0           | 124,28 Aa   | 127,87 Aa   | 127,53 Aa   | 126,54 Aa              |
| 7           | 128,86 Aa   | 121,19 Aa   | 117,84 Aa   | 122,56 Aa              |
| 14          | 116,69 Aa   | 117,74 Aa   | 94,74 Bb    | 120,04 Aa              |
| 21          | 115,80 Aa   | 117,47 Aa   | 116,46 Aa   | 114,91 Aa              |
| 28          | 115,06 Aa   | 117,49 Aa   | 116,52 Aa   | 113,68 Aa              |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotêrmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os tratamentos não influenciaram na perda de massa pelos frutos armazenados sob refrigeração ou ao ambiente (Tabela 72). Apesar dos tratamentos não diferirem estatisticamente entre si, os frutos submetidos a aquecimento a 38°C/90 min. + 50°C/90 min. foram os que apresentaram as maiores perdas de massa, sob as duas condições de armazenamento. Esses resultados foram diferentes daqueles encontrados em abacates 'Geadá' e 'Quintal'.

Durante armazenamento refrigerado, a aparência da polpa manteve-se ótima (nota=5) até o 21º dia de armazenamento, quando evoluiu para boa (nota=4), com exceção dos frutos submetidos ao tratamento, 38°C/90 min + 50°C/1 min, cuja aparência evoluiu para ruim. Esses resultados indicam que o tratamento hidrotêrmico não influenciou na manutenção da boa aparência da polpa. Após transferência ao ambiente, esta aparência tornou-se ruim (nota = 2) em 3 dias (Tabela 73). Nas outras variedades estudadas, o tratamento hidrotêrmico e em especial o a 38°C/60 min., manteve o aspecto da polpa dos frutos.

Tabela 72– Equações de regressão representativas da perda da massa fresca em abacates ‘Quintal’, tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tratamentos                                     | Y = A + BX            | R                      | Teste t |
|---|-----------------------|------------------------|---------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |                       |                        |         |
| testemunha*                                     | Y = 99,85 – 0,1411 X  | - 0,9965 **            | a       |
| 38°C/60 min.                                    | Y = 99,98 – 0,1479 X  | - 0,9996 **            | a       |
| 38°C/90 min.                                    | Y = 100,03 – 0,1497 X | - 0,9749 **            | a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | Y = 99,70 – 0,1657 X  | - 0,9899 **            | a       |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |                       |                        |         |
| testemunha                                      | Y = 100,04 – 1,3300 X | - 0,9998 *             | a       |
| 38°C/60 min                                     | Y = 100,02 – 1,3783 X | - 0,9999 **            | a       |
| 38°C/90 min                                     | Y = 100,04 – 1,3467 X | - 0,9999 *             | a       |
| 38°C/90 min + 50°C/1 min                        | Y = 100,74 – 2,0517 X | - 0,9787 <sup>ns</sup> | a       |

Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento.

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

\*\*significativo a 1% de probabilidade

No teste t equações seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 73. Variação da aparência\* da polpa em abacates ‘Fortuna’, tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |             |              |              |                               |
| 0   | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 7   | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 14  | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 21  | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 28  | 4           | 4            | 4            | 2                             |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0   | 4           | 4            | 4            | 2                             |
| 3   | 2           | 2            | 2            | 2                             |
| 6   | 1           | 1            | 1            | 1                             |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Abacates submetidos a tratamento hidrotérmico, 38°C/60 min. ou 38°C/90 min. + 50°C/1 min. apresentaram menores valores de luminosidade da polpa que os frutos submetidos aos outros tratamentos, enquanto armazenados sob refrigeração. Não se detectou diferenças entre os tratamentos quanto ao ângulo de cor e cromaticidade, assim como ocorreu com abacates ‘Geada’.

Quando transferidos ao ambiente, os frutos submetidos aos tratamentos hidrotérmicos, 38°C/90 min. e 38°C/90 min. + 50°C/1 min. apresentaram os maiores valores de luminosidade, enquanto para a cromaticidade e o ângulo de cor diferenças não foram observadas. A maior luminosidade nos frutos que receberam tratamentos

térmicos mais longos também foi observado em abacates 'Quintal', mas não em e 'Geada'. Os abacates 'Geada', e 'Quintal', não apresentaram diferenças entre os tratamentos quanto o ângulo de cor e a cromaticidade. Durante o período de armazenamento, nas duas condições, foi observado redução nos valores de luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade, indicando que a coloração da polpa evoluiu de amarelo para amarelo mais intenso, durante armazenamento refrigerado, e para amarelo acinzentado quando transferidos ao ambiente. Estes resultados são concordantes com abacates 'Geada', e 'Quintal', e não reafirmam com o relatado por ORNELAS-PAZ et al. (2003) (Tabela 74 e 75).

Tabela 74 - Coloração da polpa de abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tratamento                                      | Coloração    |               |               |
|---|--------------|---------------|---------------|
|   | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |              |               |               |
| testemunha*                                     | 83,65 a      | 102,54 a      | 45,30 a       |
| 38°C/60 min.                                    | 82,37 b      | 101,27 a      | 46,56 a       |
| 38°C/90 min.                                    | 83,73 a      | 101,43 a      | 47,01 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | 82,90 ab     | 100,74 a      | 46,10 a       |
| Teste F   | 5,65 **      | 1,94 NS       | 1,16 NS       |
| dms (5%)  | 1,08         | 2,15          | 2,68          |
| <b>Tempo (dia)</b>                              |              |               |               |
| 0   | 86,10 a      | 108,50 a      | 46,07 b       |
| 7   | 85,43 a      | 106,73 a      | 63,67 a       |
| 14  | 83,91 b      | 98,08 b       | 42,27 c       |
| 21  | 81,25 c      | 97,65 b       | 40,15 cd      |
| 28  | 79,08 d      | 96,50 b       | 39,05 d       |
| Teste F   | 94,17 **     | 86,49 **      | 177,83 **     |
| dms (5%)  | 1,29         | 2,57          | 3,20          |
| Tratamento x tempo                              | 3,78 **      | 0,87 NS       | 1,26 NS       |
| CV (%)  | 1,03         | 1,69          | 4,63          |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |              |               |               |
| testemunha*                                     | 65,61 ab     | 86,53 a       | 29,25 a       |
| 38°C/60 min.                                    | 63,29 b      | 83,94 a       | 27,97 a       |
| 38°C/90 min.                                    | 67,95 a      | 89,87 a       | 30,89 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | 64,75 ab     | 79,97 a       | 29,38 a       |
| Teste F   | 5,32 *       | 1,12 NS       | 1,44 NS       |
| dms (5%)  | 3,56         | 12,04         | 4,18          |
| <b>Tempo (dia)</b>                              |              |               |               |
| 0   | 79,08 a      | 96,50 a       | 39,05 a       |
| 3   | 65,54 b      | 90,10 a       | 29,81 b       |
| 6   | 51,57 c      | 68,65 b       | 19,26 c       |
| Teste F   | 351,93 **    | 34,49 **      | 131,68 **     |
| dms (5%)  | 2,76         | 9,36          | 3,25          |
| Tratamento x tempo                              | 3,63 *       | 1,24 NS       | 1,91 NS       |
| CV (%)  | 3,17         | 8,26          | 8,31          |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 75 -Variação da luminosidade da polpa em abacates 'Fortuna' tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C (92% UR) por 28 dias.

| Tempo (dia) | testemunha | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.+50°C/1 min. |
|-------------|------------|--------------|--------------|--------------------------|
| 0           | 79,49 Aa   | 78,42 Aa     | 80,31 Aa     | 79,08 Aa                 |
| 3           | 65,39 Ab   | 66,44 Ab     | 67,41 Ab     | 69,93 Ab                 |
| 6           | 51,95 Ac   | 45,00 Bc     | 56,13 Ac     | 53,22 Ac                 |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas e de pelo menos uma letra maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

No 21° dia de armazenamento refrigerado observou-se o aparecimento de manchas escuras na polpa dos abacates submetidos aos tratamentos hidrotérmicos,

38°C/60 min. ou 38°C/ 90 min. Com o passar do tempo, os frutos de todos os tratamentos apresentaram esse escurecimento, sendo que frutos submetidos a 38°C/90 min. + 50°C/1 min apresentaram a maior porcentagem (31,4%). Estas manchas tornaram-se maiores durante o armazenamento ao ambiente, que em 3 dias era maior que 40% (Tabela 76). Essas manchas tornaram a aparência da polpa ruim ou péssima, reduzindo a vida útil dos frutos. Estes resultados indicam que o tratamento hidrotérmico não foi eficiente na manutenção da qualidade de abacates 'Fortuna', enquanto em abacates 'Geada' e 'Quintal' observou-se que o tratamento a 38°C/60 min levou à menor porcentagem de manchas na polpa.

Tabela 76 - Escurecimento interno (%) em abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |             |              |              |                               |
| 0   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                           |
| 7   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                           |
| 14  | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                           |
| 21  | 0,0         | 0,6          | 4,7          | 0,0                           |
| 28  | 4,0         | 3,7          | 0,3          | 31,4                          |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0   | 4,0         | 3,7          | 0,3          | 31,4                          |
| 3   | 55,4        | 76,1         | 44,8         | 53,3                          |
| 6   | 31,2        | 29,5         | 39,5         | 57,0                          |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 1 minuto a 50°C.

Assim como ocorreu nos experimentos anteriores, os frutos submetidos aos diferentes tratamentos não apresentaram diferenças, com a polpa mantendo firmeza > 127,4 N, durante armazenamento refrigerado. Quando os frutos foram transferidos ao ambiente todos amoleceram, sendo que nos submetidos ao banho térmico 38°C/60 minutos ele foi mais lento (Tabela 77), o que não é concordante com o relatado por ORNELAS-PAZ et al. (2003).

Tabela 77. Variação da firmeza (Newtons) em abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tempo (dia)                                     | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|---|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |             |              |              |                               |
| 0   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 7   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 14  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 21  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 28  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 3   | 8,8         | 29,4         | 9,8          | 16,7                          |
| 6   | 5,9         | 2,9          | 1,0          | 0,0                           |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Os frutos amolecidos foram provados e receberam aprovação para aparência externa dos frutos, em especial os submetidos a tratamento hidrotérmico, 38°C/60 min. e 38°C/90 min. + 50°C/1 minuto. Com relação a aparência da polpa, a preferência recaiu nos frutos submetidos ao banho térmico, 38°C/90 min. Resultados semelhantes foram encontrados em abacates 'Quintal', mas não concordam em abacates 'Geadá', em que os analistas preferiram a aparência da casca e da polpa dos frutos submetidos a banho térmico por períodos superiores a 60 minutos. O odor não foi considerado bom, e o mais característico foi encontrado nos frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico 38°C/90 min., não reafirmando os resultados obtidos nos Experimentos anteriores (Figura 101).

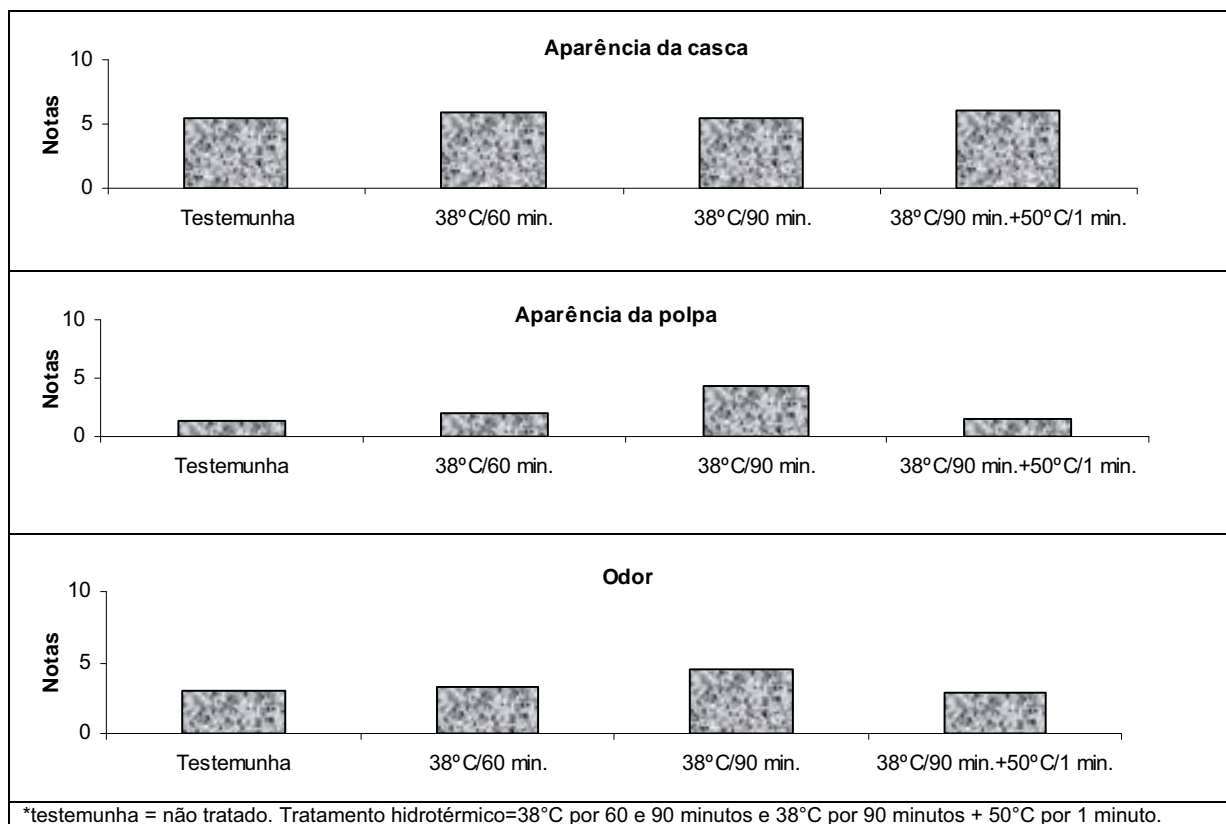


Figura 101- Avaliação da aparência da casca e da polpa, e do odor da polpa de frutos 'Fortuna' armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), por até 12 dias, depois de tratados ou não hidrotérmicamente, e armazenados a 4°C por 28 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Durante armazenamento refrigerado e ao ambiente, os frutos dos diferentes tratamentos não diferiram entre si quanto aos teores de acidez titulável e sólidos solúveis, o que também foi o encontrado em abacates 'Quintal'. Esses teores se mantiveram inalterados durante o armazenamento refrigerado, bem como depois dos frutos transferidos ao ambiente, enquanto nos 'Geadá', o armazenamento refrigerado levou a redução nos teores de acidez e aumento nos de sólidos solúveis, e nos 'Quintal', estes teores diminuíram (Tabela 78).

Tabela 78 - Teores de acidez titulável e sólidos solúveis na polpa de abacates 'Fortuna', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a 4°C por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente (22°C, 76%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 76%UR), testemunha.

| Tratamento                                      | Acidez titulável<br>(g de ácido cítrico.100g <sup>-1</sup> ) | Sólidos solúveis<br>(°Brix) |
|---|--|-----------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (4°C, 92% UR)</b>  |  |                             |
| testemunha*                                     | 0,074 a  | 7,00 a                      |
| 38°C/60 min.                                    | 0,070 a  | 7,32 a                      |
| 38°C/90 min.                                    | 0,062 a  | 7,28 a                      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | 0,063 a  | 7,40 a                      |
| Teste F   | 1,14 NS  | 0,63 NS                     |
| dms (5%)  | 0,023  | 0,92                        |
| Tempo (dia)                                     |  |                             |
| 0   | 0,065 a  | 7,54 a                      |
| 14  | 0,075 a  | 7,17 a                      |
| 28  | 0,062 a  | 7,04 a                      |
| Teste F   | 1,82 NS  | 1,87 NS                     |
| dms (5%)  | 0,018  | 0,71                        |
| Tratamento x tempo                              | 0,075 NS   | 1,95 NS                     |
| CV (%)  | 20,42  | 7,37                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (22°C, 76% UR)</b> |  |                             |
| testemunha                                      | 0,075 a  | 7,08 a                      |
| 38°C/60 min                                     | 0,066 a  | 6,38 a                      |
| 38°C/90 min                                     | 0,059 a  | 7,23 a                      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.                      | 0,061 a  | 7,12 a                      |
| Teste F   | 1,89 NS  | 3,14 NS                     |
| dms (5%)  | 0,022  | 0,92                        |
| Tempo (dia)                                     |  |                             |
| 0   | 0,062 a  | 7,04 a                      |
| 3   | 0,066 a  | 6,99 a                      |
| 6   | 0,067 a  | 6,84 a                      |
| Teste F   | 0,34 NS  | 0,31 NS                     |
| dms (5%)  | 0,017  | 0,71                        |
| Tratamento x tempo                              | 0,74 NS  | 0,38 NS                     |
| CV (%)  | 19,98  | 7,64                        |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os tratamentos hidrotérmicos não impediram o desenvolvimento de sintomas de injúrias pelo frio em abacates 'Fortuna'. Esses sintomas eram mais acentuados nos frutos transferidos para a condição ambiente. Abacates 'Fortuna' conservaram-se bons enquanto mantiveram-se refrigerados, mas quando transferidos ao ambiente, se deterioraram rapidamente.

#### 4. 3. 4 Abacate 'Hass'

A aparência ótima (nota=5) dos frutos submetidos ao banho térmico, independente do tempo, e armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , passou para boa (nota=4) em 45 dias, enquanto que a dos não aquecidos, de ótima para regular (nota=3), devido ao aparecimento de áreas enegrecidas (Tabela 79). Quando transferidos ao ambiente, a aparência passou de ótima para regular nos frutos tratados hidrotérmicamente, sendo que esta evolução ocorreu, entre 0 e 3 dias, nos frutos imersos por 60 minutos, e mais lentamente nos tratados a  $38^{\circ}\text{C}/90\text{ min} + 50^{\circ}\text{C}/1\text{ min.}$ , entre 6 e 9 dias, e manteve-se regular nos frutos não tratados (testemunha).

Essas injúrias são apontadas por WOOLF et al. (1995) como "*blacking*". Esses autores também notaram que abacates 'Hass' apresentaram menores danos quando submetidos a aquecimento antes do armazenamento refrigerado.

Estes resultados evidenciam o efeito benéfico do tratamento hidrotérmico na melhoria da aparência de abacates 'Hass', em especial o  $38^{\circ}\text{C}/90\text{ min} + 50^{\circ}\text{C}/1\text{ min.}$ , o que também foi o relatado nos Experimentos com abacates 'Geada', e 'Quintal' para frutos pré-aquecidos a  $38^{\circ}\text{C}/60\text{ min.}$  e  $38^{\circ}\text{C}/90\text{ min.}$ , e por WOOLF (1997), WOOLF & LAY-YEE (1997), e ORNELAS-PAZ et al. (2003).

Estes resultados também são coerentes com os encontrados por SANXTER et al. (1994), que notaram superfície descolorida e pintas escuras ("*pitting*"), em frutos não aquecidos antes do armazenamento refrigerado, o que prejudicam a qualidade dos mesmos.

Os resultados apresentados na Tabela 48 indicam que o tratamento térmico não influenciou na luminosidade e no ângulo de cor dos abacates, enquanto armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , o que não foi o observado nos Experimentos com abacate 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna', para a luminosidade. A coloração verde dos frutos tornou-se mais escurecida durante este armazenamento, devido a redução na luminosidade e na cromaticidade, e sem alteração apreciável no ângulo de cor, assim como ocorreu com abacates 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna', com alteração considerável no ângulo de cor. O tratamento térmico não retardou o escurecimento dos frutos durante armazenamento refrigerado, embora

tenha lhe reduzido a intensidade, o que se refletiu na aparência dos frutos quando estes foram transferidos ao ambiente (Tabela 80).

A evolução nos parâmetros que definem a coloração dos frutos, durante armazenamento ao ambiente, caracteriza o amadurecimento dos mesmos, cuja coloração passa de verde para púrpura e de púrpura para preto (COSE et al., 2004).

Tabela 79 - Variação da aparência\* da casca em abacates 'Hass', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tempo (dia)  | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|--|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0  | 5           | 5            | 5            | 5                             |
| 15   | 3           | 5            | 5            | 5                             |
| 30   | 4           | 5            | 5            | 5                             |
| 45   | 3           | 4            | 4            | 4                             |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |             |              |              |                               |
| 0  | 3           | 4            | 4            | 4                             |
| 3  | 3           | 3            | 4            | 4                             |
| 6  | 3           | 3            | 3            | 4                             |
| 9  | 3           | 3            | 3            | 3                             |
| 12   | 3           | 3            | 3            | 3                             |

\*Notas para aparência: : 5 = ótima, 4 = boa, 3 = regular, 2 = ruim e 1 = péssima

\*\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

Quanto a perda de massa, os frutos tratados hidrotêrmicamente não diferiram dos não tratados, durante o armazenamento refrigerado, bem como depois de transferidos ao ambiente. Considerando-se o armazenamento sob refrigeração, resultados contraditórios foram obtidos com as variedades 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna'. Nas duas condições, a perda de massa intensificou-se com o tempo (Tabela 81). ORNELAS-PAZ et al. (2003), no entanto observaram que frutos aquecidos com ar quente apresentavam perdas de massa mais elevadas.

Tabela 80 - Coloração da casca em abacates 'Hass', tratados ou não hidrotérmicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tratamento   | Coloração    |               |               |
|--|--------------|---------------|---------------|
|  | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |              |               |               |
| testemunha*  | 30,97 a      | 122,30 a      | 12,00 b       |
| 38°C/60 min.   | 31,50 a      | 125,28 a      | 12,14 b       |
| 38°C/90 min.   | 32,32 a      | 124,38 a      | 15,29 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | 31,55 a      | 125,06 a      | 12,33 b       |
| Teste F  | 1,41 NS      | 2,59 NS       | 5,23 **       |
| dms (5%)   | 1,75         | 3,14          | 2,56          |
| Tempo (dia)  |              |               |               |
| 0  | 34,18 a      | 123,29 bc     | 20,40 a       |
| 15   | 30,76 b      | 127,83 a      | 10,69 bc      |
| 30   | 31,26 b      | 124,66 b      | 11,64 b       |
| 45   | 30,14 b      | 121,25 c      | 9,03 c        |
| Teste F  | 14,63 **     | 10,77 **      | 54,98 **      |
| dms (5%)   | 1,75         | 3,14          | 2,56          |
| Tratamento x tempo   | 0,29 NS      | 1,22 NS       | 0,46 NS       |
| CV (%)   | 6,62         | 3,03          | 23,72         |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |              |               |               |
| testemunha   | 28,59 a      | 164,45 b      | 5,82 a        |
| 38°C/60 min  | 27,69 ab     | 250,73 a      | 5,26 a        |
| 38°C/90 min  | 27,52 ab     | 188,36 ab     | 7,23 a        |
| 38°C/90 min + 50°C/1 min   | 27,03 b      | 234,75 ab     | 5,51 a        |
| Teste F  | 4,75 **      | 3,87 *        | 2,76 NS       |
| dms (5%)   | 1,11         | 76,01         | 1,97          |
| Tempo (dia)  |              |               |               |
| 0  | 30,69 a      | 121,25 b      | 9,02 a        |
| 3  | 30,71 a      | 177,53 b      | 4,50 b        |
| 6  | 28,10 b      | 305,15 a      | 5,78 b        |
| 9  | 24,60 c      | 315,13 a      | 5,09 b        |
| 12   | 24,45 c      | 330,07 a      | 5,37 b        |
| Teste F  | 86,37 **     | 19,78 **      | 8,96 **       |
| dms (5%)   | 1,31         | 90,35         | 2,34          |
| Tratamento x tempo   | 0,26 NS      | 1,44 NS       | 0,80 NS       |
| CV (%)   | 5,37         | 48,75         | 44,50         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Tabela 81 – Equações de regressão representativas da perda de massa fresca em abacates 'Hass', tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 28 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tratamentos  | Y = A + BX            | R           | Teste t |
|--|-----------------------|-------------|---------|
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |                       |             |         |
| testemunha*  | Y = 100,28 – 0,2095 X | - 0,9918 ** | a       |
| 38°C/60 min.   | Y = 100,10 – 0,1713 X | - 0,9991 ** | a       |
| 38°C/90 min.   | Y = 100,11 – 0,1673 X | - 0,09990** | a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | Y = 100,09 – 0,1641 X | -0,9995 **  | a       |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |                       |             |         |
| testemunha   | Y = 99,97 – 0,8423 X  | - 0,9944 ** | a       |
| 38°C/60 min.   | Y = 100,37 – 0,8633 X | -0,9944 **  | a       |
| 38°C/90 min.   | Y = 99,82 – 0,8240 X  | - 0,9984 ** | a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | Y = 99,92 – 0,9083 X  | - 0,9987 ** | a       |

Y = massa dos frutos (g) e X = dias de armazenamento

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto.

\*\*significativo a 1% de probabilidade

No teste t equações seguidas de letras iguais, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

A aparência da polpa dos abacates armazenados a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  manteve-se ótima, por até 30 dias, durante o armazenamento refrigerado, e depois deste período tornou-se boa, nos frutos do testemunha e nos aquecidos a 38°C/90 min + 50°C/1 min. Quando transferidos ao ambiente, os frutos aquecidos a 38°C/60 min. mantiveram a ótima aparência por 9 dias, enquanto que os submetidos aos demais tratamentos, mantiveram a boa aparência por até 6 dias (Tabela 82). O tratamento hidrotérmico 38°C/ 60 min também manteve a boa aparência da polpa de abacates 'Geada' e 'Quintal' por períodos mais extensos.

A ausência de diferenças significativas na aparência da polpa dos diferentes tratamentos foi referendada pela ausência de diferenças na luminosidade e no ângulo de cor, com a cromaticidade indicando o efeito redutor do aquecimento mais intenso na concentração dos pigmentos. Durante o armazenamento refrigerado a luminosidade manteve-se inalterada, enquanto que o ângulo de cor e a cromaticidade apresentaram diminuição, indicando que a polpa ficou mais amarelada (Tabela 83). ORNELAS-PAZ et al. (2003) também detectaram pequena variação na coloração da polpa durante armazenamento refrigerado.

Tabela 82. Variação da aparência\* da polpa em abacates 'Hass', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tempo (dia)  | testemunha* | $38^{\circ}\text{C}/60$ min. | $38^{\circ}\text{C}/90$ min. | $38^{\circ}\text{C}/90$ min.<br>+ $50^{\circ}\text{C}/1$ min. |
|--|-------------|------------------------------|------------------------------|---|
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |             |                              |                              |   |
| 0  | 5           | 5                            | 5                            | 5   |
| 15   | 5           | 5                            | 5                            | 5   |
| 30   | 5           | 5                            | 5                            | 5   |
| 45   | 4           | 5                            | 5                            | 4   |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |             |                              |                              |   |
| 0  | 4           | 5                            | 5                            | 4   |
| 3  | 5           | 5                            | 4                            | 4   |
| 6  | 4           | 5                            | 4                            | 4   |
| 9  | 3           | 5                            | 2                            | 2   |
| 12   | 2           | 1                            | 2                            | 2   |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico= $38^{\circ}\text{C}$  por 60 e 90 minutos e  $38^{\circ}\text{C}$  por 90 minutos +  $50^{\circ}\text{C}$  por 1 minuto.

Os tratamentos não influíram na coloração da polpa, quando os abacates foram transferidos ao ambiente, mas durante este armazenamento a luminosidade, o ângulo de cor e a cromaticidade diminuíram, indicando que a polpa tornou-se acinzentada, devido a podridões e sintomas de injúrias pelo frio ou "*chilling injury*" (Tabela 83).

Esses resultados são coerentes aos encontrados com abacates 'Geadá', e 'Quintal'. Em 'Fortuna' foi possível verificar maior luminosidade na polpa dos frutos aquecidos a  $38^{\circ}\text{C}/90$  min.

Durante o armazenamento refrigerado não foi detectado manchas escuras na polpa dos frutos submetidos a tratamento hidrotérmico por 60 e 90 minutos. Essas manchas apareceram no 30° dia, nos frutos submetidos a  $38^{\circ}\text{C}/90$  min +  $50^{\circ}\text{C}/1$  min, em baixa porcentagem (0,5%), que aumentou com o tempo (2,4%). Nos frutos da testemunha, essas manchas ocorreram no 45° dia (2,3%). Essas manchas se intensificaram com o armazenamento ao ambiente, tendo o tratamento  $38^{\circ}\text{C}/90$  min +  $50^{\circ}\text{C}$  por 1 min apresentando as maiores porcentagens. Os frutos submetidos a tratamento hidrotérmico por 60 min apresentaram manchas no 9° dia de armazenamento ao ambiente, e os tratados por 90 min, logo no 2° dia (2,3%), com porcentagem aumentando com o tempo (Tabela 84). A redução na porcentagem de manchas também foi detectada em abacates 'Geadá' tratados hidrotêrmicamente a  $38^{\circ}\text{C}/30$  min.

Tabela 83 – Coloração da polpa de abacates 'Hass', tratados ou não hidrotêrmicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tratamento   | Coloração    |               |               |
|--|--------------|---------------|---------------|
|  | Luminosidade | Ângulo de cor | Cromaticidade |
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |              |               |               |
| testemunha*  | 79,00 a      | 101,56 a      | 42,51 ab      |
| 38°C/60 min.   | 77,98 a      | 100,96 a      | 43,39 a       |
| 38°C/90 min.   | 78,20 a      | 101,58 a      | 40,26 bc      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | 77,10 a      | 102,04 a      | 39,95 c       |
| Teste F  | 2,79 NS      | 0,52 NS       | 7,99 **       |
| dms (5%)   | 1,89         | 2,47          | 2,41          |
| Tempo (dia)  |              |               |               |
| 0  | 77,86 a      | 102,87 a      | 44,03 a       |
| 15   | 78,92 a      | 102,34 ab     | 41,45 b       |
| 30   | 78,07 a      | 100,19 b      | 42,33 ab      |
| 45   | 77,43 a      | 100,73 ab     | 38,31 c       |
| Teste F  | 1,78 ns      | 4,35 *        | 16,20 **      |
| dms (5%)   | 1,89         | 2,47          | 2,41          |
| Tratamento x tempo   | 0,66 NS      | 1,66 NS       | 1,45 NS       |
| CV (%)   | 1,69         | 1,70          | 4,06          |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |              |               |               |
| testemunha*  | 72,34 a      | 98,82 a       | 32,95 a       |
| 38°C/60 min.   | 73,40 a      | 99,66 a       | 32,30 a       |
| 38°C/90 min.   | 71,95 a      | 96,27 a       | 31,10 a       |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | 70,47 a      | 95,44 a       | 26,71 a       |
| Teste F  | 1,60 NS      | 3,13 *        | 3,04 NS       |
| dms (5%)   | 3,80         | 4,51          | 6,37          |
| Tempo (dia)  |              |               |               |
| 0  | 77,42 a      | 100,73 a      | 38,31 a       |
| 3  | 76,64 a      | 100,13 ab     | 34,12 ab      |
| 6  | 73,28 ab     | 99,83 ab      | 27,52 bc      |
| 9  | 69,08 b      | 94,88 bc      | 27,72 bc      |
| 12   | 63,79 c      | 92,17 c       | 26,26 c       |
| Teste F  | 27,84 **     | 8,95 **       | 8,43 **       |
| dms (5%)   | 4,54         | 5,39          | 7,61          |
| Tratamento x tempo   | 0,89 NS      | 1,03 NS       | 1,19 NS       |
| CV (%)   | 4,22         | 3,69          | 16,54         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotêrmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 minuto. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Durante armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , os frutos de todos os tratamentos apresentaram firmeza maior que 127,4 N, que evoluiu para 0,0 N quando os frutos foram transferidos ao ambiente. Essa evolução não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 85), assim como ocorreu com abacates 'Geada'. Ao armazenar frutos sob refrigeração, depois de aquecidos com ar quente a 37-38°C, ORNELAS-PAZ et al. (2003) observaram menor firmeza nos não aquecidos.

Tabela 84 - Escurecimento interno (%), em abacates 'Hass', tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tempo (dia)  | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.+<br>50°C/1 min. |
|--|-------------|--------------|--------------|------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |             |              |              |                              |
| 0  | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                          |
| 15   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                          |
| 30   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,5                          |
| 45   | 2,3         | 0,0          | 0,0          | 2,4                          |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |             |              |              |                              |
| 0  | 2,3         | 0,0          | 0,0          | 2,4                          |
| 3  | 1,5         | 0,0          | 2,3          | 1,9                          |
| 6  | 1,9         | 0,0          | 1,2          | 2,3                          |
| 9  | 8,4         | 0,4          | 22,1         | 24,9                         |
| 12   | 18,2        | 16,2         | 30,1         | 30,5                         |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico= $38^{\circ}\text{C}$  por 60 e 90 minutos e  $38^{\circ}\text{C}$  por 90 minutos +  $50^{\circ}\text{C}$  por 1 minuto.

Tabela 85. Variação da firmeza (Newtons) na polpa de abacates 'Hass', tratados ou não hidrotermicamente, durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tempo (dia)  | testemunha* | 38°C/60 min. | 38°C/90 min. | 38°C/90 min.<br>+ 50°C/1 min. |
|--|-------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math>, 74% UR)</b> |             |              |              |                               |
| 0  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 7  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 14   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 21   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 28   | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^{\circ}\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |             |              |              |                               |
| 0  | >127,4      | >127,4       | >127,4       | >127,4                        |
| 3  | 16,7        | 19,6         | 19,6         | 23,5                          |
| 6  | 16,7        | 7,8          | 0,0          | 5,9                           |
| 9  | 2,0         | 0,0          | 0,0          | 8,8                           |
| 12   | 0,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0                           |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico= $38^{\circ}\text{C}$  por 60 e 90 minutos e  $38^{\circ}\text{C}$  por 90 minutos + 1 minuto a  $50^{\circ}\text{C}$ .

Quando os frutos apresentavam polpa amolecida, (firmeza=0,0N), indicando o amadurecimento dos mesmos, eles foram avaliados por analistas não treinados quanto a aparência da casca e da polpa, e o odor da polpa. A aparência da casca recebeu notas menores que 5, o que foi atribuído à coloração escura da casca, à qual os analistas não estão acostumados. A preferência da polpa foi pouco afetada pelos tratamentos, diferente do que ocorreu com abacates 'Geda', e 'Fortuna', e foi

razoavelmente bem aceita pelos analistas, o que não aconteceu com abacates 'Fortuna', assim como o odor (Figura 102).

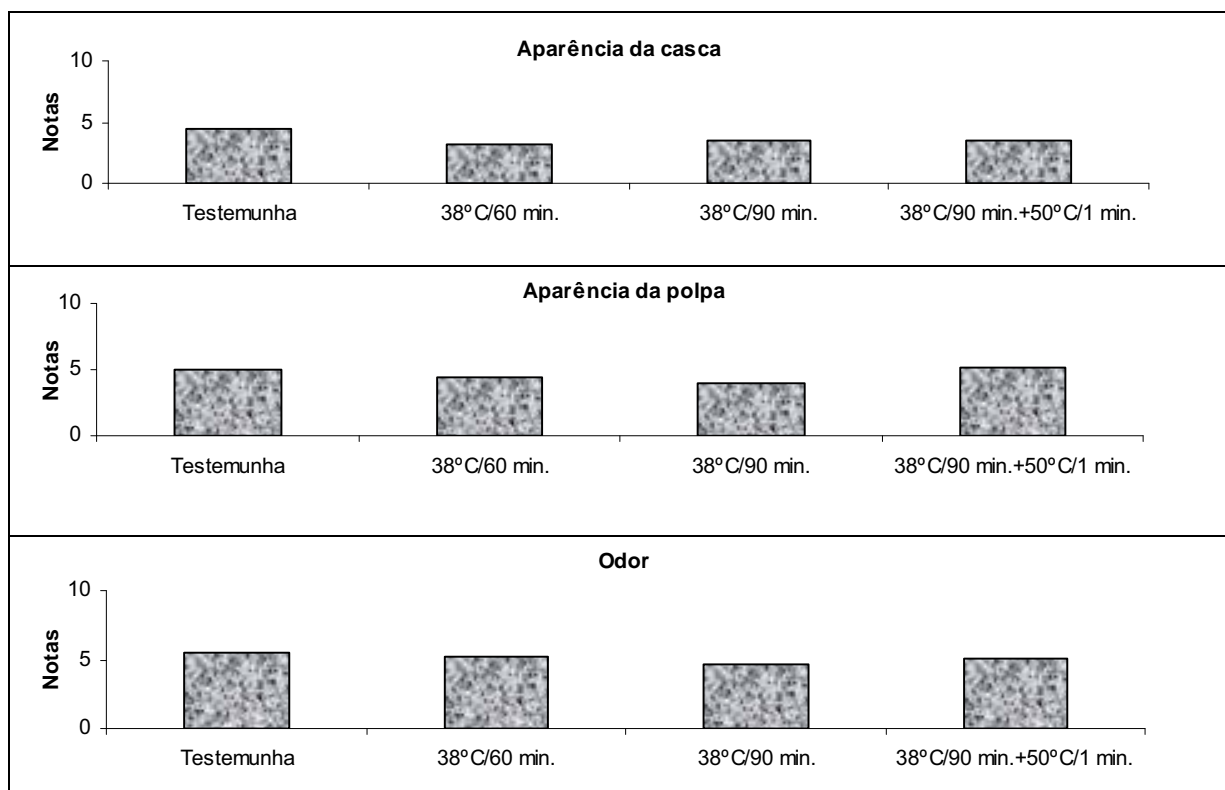


Figura 102- Avaliação da aparência da casca e da polpa, e do odor da polpa de frutos 'Hass' armazenados ao ambiente (22°C, 64%UR), por até 12 dias, depois de tratados ou não hidrotêrmicamente, e armazenados a 1±0,5°C por 45 dias, assim como em frutos armazenados ao ambiente (22°C, 64%UR), testemunha. (Notas – 10 = muito bom e 0 = muito ruim).

Assim como ocorreu com abacates 'Fortuna', os tratamentos hidrotérmicos não influenciaram nos teores de acidez titulável e de sólidos solúveis dos frutos 'Hass', durante o armazenamento refrigerado, ou depois que foram transferidos ao ambiente. Esses resultados são contraditórios aos obtidos com abacates 'Geada' e 'Quintal', pois o tratamento hidrotérmico a 38°C por 60 e 90 min, levou a redução da acidez dos frutos, quando armazenados sob refrigeração, ao se considerar a cultivar Geada, e ao ambiente ao se considerar a 'Quintal'. Durante o armazenamento refrigerado, os teores de acidez apresentaram aumento de 0,042 para 0,110g.100<sup>-1</sup>g, em 15 dias, seguido de

redução até  $0,056\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , voltando a aumentar depois que os frutos foram transferidos ao ambiente. Os teores de sólidos solúveis se mantiveram inalterados durante o armazenamento refrigerado, mas aumentou durante o armazenamento ao ambiente (Tabela 86).

Tabela 86 – Acidez titulável e sólidos solúveis na polpa em abacates ‘Hass’, tratados ou não hidrotérmicamente durante o armazenamento a  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  por 45 dias, e depois de transferidos ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 64%UR), assim como em frutos armazenados ao ambiente ( $22^\circ\text{C}$ , 64%UR), testemunha.

| Tratamento   | Acidez titulável<br>( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) | Sólidos solúveis<br>(°Brix) |
|--|--|-----------------------------|
| <b>Armazenamento refrigerado (<math>1\pm 0,5^\circ\text{C}</math>, 74% UR)</b> |  |                             |
| testemunha*  | 0,070 a  | 6,31 a                      |
| 38°C/60 min.   | 0,074 a  | 5,29 a                      |
| 38°C/90 min.   | 0,065 a  | 5,02 a                      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | 0,064 a  | 5,19 a                      |
| Teste F  | 1,65 NS  | 1,25 NS                     |
| dms (5%)   | 0,015  | 2,19                        |
| Tempo (dia)  |  |                             |
| 0  | 0,042 c  | 6,22 a                      |
| 15   | 0,110 a  | 4,80 a                      |
| 30   | 0,065 b  | 5,05 a                      |
| 45   | 0,056 bc   | 5,74 a                      |
| Teste F  | 64,01 **   | 1,56 NS                     |
| dms (5%)   | 0,015  | 2,19                        |
| Tratamento x tempo   | 1,01 NS  | 0,70 NS                     |
| CV (%)   | 15,26  | 24,65                       |
| <b>Armazenamento ao ambiente (<math>22^\circ\text{C}</math>, 64% UR)</b>       |  |                             |
| testemunha   | 0,083 a  | 8,01 a                      |
| 38°C/60 min.   | 0,084 a  | 7,54 a                      |
| 38°C/90 min.   | 0,078 a  | 7,36 a                      |
| 38°C/90 min. + 50°C/1 min.   | 0,079 a  | 7,22 a                      |
| Teste F  | 0,044 NS   | 1,51 NS                     |
| dms (5%)   | 0,016  | 1,11                        |
| Tempo (dia)  |  |                             |
| 0  | 0,056 b  | 5,74 c                      |
| 3  | 0,089 a  | 5,74 c                      |
| 6  | 0,086 a  | 9,80 a                      |
| 9  | 0,093 a  | 7,95 b                      |
| 12   | 0,081 a  | 8,44 b                      |
| Teste F  | 9,75 **  | 32,16 **                    |
| dms (5%)   | 0,02   | 1,33                        |
| Tratamento x tempo   | 0,614 ns   | 2,07 ns                     |
| CV (%)   | 16,26  | 11,74                       |

\*testemunha = não tratado. Tratamento hidrotérmico=38°C por 60 e 90 minutos e 38°C por 90 minutos + 50°C por 1 min. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Os tratamentos hidrotérmicos, especialmente a 38°C/60 min, proporcionaram manutenção da qualidade aos abacates 'Hass' permitindo manter a boa aparência da casca, e da polpa por mais tempo, sem alterações na composição da polpa. A vida útil dos frutos foi de até 9 dias ao ambiente (22°C, 74% UR) depois de mantidos a 1±0,5°C (74% UR) por 45 dias.

## 5 CONCLUSÕES

Injúrias pelo frio não ocorreram em abacates 'Hass' armazenados a 5°C, 10°C e 15°C por até 21 dias, mas ocorreram em frutos armazenados a 4°C por 30 ou 45 dias, e a 1±0,5°C por 15 dias ou mais. Em abacates 'Geadá' e 'Quintal' essas injúrias ocorreram em frutos armazenados a 4°C por períodos maiores que 14 dias, enquanto em 'Fortuna', por períodos iguais ou superiores a 21 dias. O armazenamento a 11±1°C não promoveu injúrias nos frutos, independente da cultivar, os quais amadureceram durante o armazenamento.

A vida útil dos abacates 'Hass', depois de levados ao ambiente, foi de 8 - 9 dias, quando armazenados a 1±0,5°C por 15 dias ou 30 dias. Nos armazenados a 4°C por 15 ou 30 dias, esta vida útil foi de 12 dias ao ambiente. O armazenamento a 1±0,5°C e a 4°C, por 45 dias, depreciou a aparência dos frutos, que se tornaram inaceitáveis para o consumo. Estes frutos conservaram-se por até 20 dias a 10°C e 16 dias a 15°C.

A vida útil dos frutos da 'Geadá' foi de até 4 dias, ao ambiente, depois de armazenados a 4°C por até 14 dias. Quando armazenados por períodos maiores, os frutos tornaram-se inaceitáveis para o consumo. Estes frutos conservaram-se por até 18 dias a 11°C.

Abacates 'Quintal' podem ser armazenados por até 7 dias a 4°C, com vida útil de 6 dias, quando levados ao ambiente, enquanto os 'Fortuna' por até 21 dias nesta temperatura e vida útil de 6-8 dias, depois de levados ao ambiente. A vida útil destes frutos, quando armazenados a 11°C foi de 21- 22 dias.

Abacates 'Quintal' são mais susceptíveis a friagem que os 'Hass' e menos susceptíveis que os 'Geadá'.

Tratamentos hidrotérmicos, especialmente a 38°C/60 min., mantiveram a qualidade dos abacates 'Hass' por mais tempo, cuja vida útil foi de até 9 dias ao ambiente (22°C) depois de mantidos a 1±0,5°C por 45 dias.

Os tratamentos hidrotérmicos não inibiram o aparecimento de sintomas de injúria pelo frio em abacates 'Geadá' e 'Quintal', porém os tratamentos 38°C/60 min. e 38°C/90 min. minimizaram esses sintomas em abacates 'Geadá', enquanto em 'Quintal', o mais eficiente foi o 38°C/60 min. A vida útil desses frutos foi de até 3 dias ao ambiente (22°C), depois de mantidos por 28 dias a 4°C. Em abacates 'Fortuna', os tratamentos hidrotérmicos não minimizaram os sintomas de injúrias pelo frio.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGRIANUAL 2005: **anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005, p. 159-161.

AGRIANUAL, 2008: **anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008, p. 143-147.

A. O. A. C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 3 ed. Washington: AOAC, 1997. v.2, p.37-10, 41-29,44-3, 45-16.

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

BLEINROTH, E. W. CASTRO, J. V. Matéria-prima. In: TEIXEIRA, C. G. et al. **Abacate - cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1992. p. 58-148.

BLEINROTH, E. W.; GARCIA, J. L.; SHIROSE, I.; CARVALHO, A. M. Conservação de variedades de abacate por refrigeração e em atmosfera controlada. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 8, p.587-622, 1977.

BLEINHOTH, E. W.; ZUCHINI, A. G.; POMPEO, R. M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedades de abacate e a sua conservação pelo frio. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p.29-81, 1976.

BOWER, J. P.; DENNISON, M. T.; FOWLER, K. Avocado and mango cold storage damage as related to water loss control. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 628, p. 401-406, 2003.

CAMARGO, G. F. & MANCO, J. Participação no mercado de abacate no ETSP da CEAGESP em 2002. **Net**, Jaboticabal, 2004. Disponível em:

<[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteúdo.asp?conteudo=6276](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteúdo.asp?conteudo=6276)>. Acesso em: 23 set 2008.

CASTRO, J. V.; BLEINROTH, E. W. Conservação do abacate em atmosfera controlada e à temperatura ambiente. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p.165-182, 1982.

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

COLQUHOUN, D. M.; MOORES, D.; SOMERSET, S. M.; HUMPHRIES J. Comparasion of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado, and a high-carbohydrate diet. **American Journal of Clinical Nutrition**, Baltimore, v. 56 p. 671-677, 1992.

COSE, K. A.; McGHIE, T. K.; WHITE, A.; WOOLF, A. B. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. **Postharvest Biology and Technology**, n. 31, v. 3, p. 287-294, 2004.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspéctos técnicos da produção**. Brasília: DENACOOOP, 1995. 53p. (Série de publicações técnicas da FRUPEX)

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspéctos técnicos da produção**. Brasília: DENACOOOP, 1992. 109p. (Série de publicações técnicas da FRUPEX)

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

GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. **Abacate para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 53p. (Série de publicações técnicas da FRUPEX)

GERMANO, R. M. A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates *Persea americana* Mill, variedades Fortuna e Quintal, por irradiação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n.2-3, p.249-253, 1996.

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

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The comercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Beltsville: USDA, 1986. 130p.

HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. p. 60-81.

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

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (Ed). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002. p. 39-47.

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

LEWIS, C. E. The maturity of avocados – A general review. **Journal of Science Food Agriculture**, Chicago, v. 29, n. 10, p.857-866, 1978.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: manga e abacate**. São Paulo: Nobel, 1986, 138p.

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

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

MINOLTA CORP. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**, Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, 49p.

MORGADO, C. M. A. **Conservação pós-colheita de abacates 'Geada' e 'Quintal', em diferentes pontos de colheita, com o uso de diferentes temperaturas e proteções.** 2007. 89f. Monografia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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

NISHIJIMA, K. A.; CHAN, H. T.; SANXTER, S. S.; LINSE, W. S. Reduced heat shock period of 'Sharwil' avocado for cold tolerance in quarantine cold treatment. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 5, p. 1052-1053, 1995.

ORNELAZ-PAZ, J. J.; YAHIA, E. M. Postharvest hot air treatments effect on avocado fruit quality, chilling injury and triglycerides and tocopherols content. **Acta Horticultureae**. The Hague, n. 604, p.709-713, 2003.

PANTASTICO, E. B (Ed). **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.** Westport: AVI Publish Company, 1975. 339 p.

PLUMBLEY, R. A.; JEGER, M. J. Optimal picking date of avocado in Dominica, W. Indies, in relation to flowering, fruit-growth and chilling. **Tropical Agriculture**., v.66, n. 2, p.129-134, 1989.

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

SANCHES, J. **Efeito de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de abacates.** 2006. 125f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SANXTER, S. S.; NISHIJIMA, K. A.; CHAN, Jr. H. T. H. Heat-treating 'Sharwil' avocado for cold tolerance in quarantine cold treatments. **HortScience**. Alexandria, v.29, n.10, p.1166-1168, 1994.

SCIANCELEPORE, V.; DORBESSAN, W. Influencia de la variedad sobre la composición acídica y la estructura glicerídica del aceite de aguacate. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Florence, v. 75, n. 1 p. 109-115, 1981.

SEYMOUR, G. B.; TUCKER, G. A. Avocado. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 53-76.

SHARON, O. & KAHN, V. Browning potential, PPO, catalase and acid phosphatase activities during ripening of non-chilled and chilled avocado. **Journal of Science Food Agriculture**, Chicago, v. 30, p. 634-638, 1979.

STEVENS, M. A.; ALBRIGHT, M. An approach to sensory evaluation of horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 1, p.48-50,1980.

TEIXEIRA, C.G.; BLEINROTH, E. W.; CASTRO, J. V.; MARTIN, Z. J.; TANGO, J. S.; TURATTI, J. M.; LEITE, R. S. S. F.; CASTRO, A. E. B. **Abacate: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1991. 250p.

VIEIRA, G. **Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na conservação do abacate (*Persea americana* Mill.)**. Viçosa, 1985. 41f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Postharvest. In: **Introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. Wallingford: CAB International, 1998. p. 130-143.

WOOLF, A. B. Reduction of chilling injury in stored 'Hass' avocado fruit by 38°C water treatments. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 7, p. 1247-1251, 1997.

WOOLF, A. B.; LAY-YEE, M. Pretreatments at 38°C of 'Hass' avocado confer thermotolerance to 50°C hot water treatments. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 4, p. 705-708, 1997.

WOOLF, A. B.; WATKINS, C. B.; BOWEN, J. H.; LAY-YEE, M.; MAINDONALD, J. H.; FERGUSON, I. B. Reducing external chilling injury in storage 'Hass' avocados with dry

heat treatments. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v.120 , n. 6 p. 1050-1056, 1995.

ZAUBERMAN, G.; JOBIN-DECOR, M. P. Avocado (*Persea Americana* Mill.) quality in response to low-temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam v.5, p. 235-243, 1995.

ZAUBERMAN, M. S. & YANKO, U. The response of avocado fruits to different storage temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 12, n. 4, p. 353-354, 1977.

ZAUBERMAN, G.; FUCHS, Y.; AKERMAN, M. Peroxidase activity in avocado fruit stored at chilling temperatures. **Scientia Horticulturae**, v. 26, p. 261-265, 1985.

ZAUBERMAN, M. S.; SCHIFFMAN-NADEL, M.;YANKO, U.Susceptibility to chilling injury of three avocado cultivars stages of ripening. **HortScience**, Alexandria, v. 8, n. 4, p. 511-513, 1973.

## Anexo 1

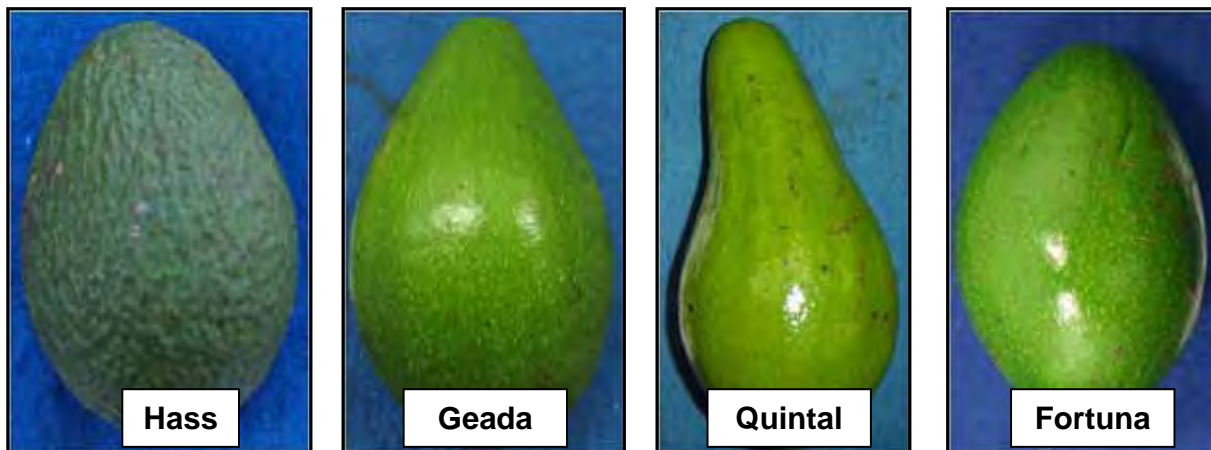


Figura 1. Aspecto geral de abacates 'Hass', 'Geada', 'Quintal' e 'Fortuna'.