

STELITO ASSIS DOS REIS NETO

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO (*Carica papaya*) cv. GOLDEN  
ARMAZENADO SOB ATMOSFERAS MODIFICADAS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

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

T

R375q  
2006

Reis Neto, Stelito Assis dos, 1979-

Qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*)  
cv. Golden armazenado sob atmosferas modificadas \  
Stelito Assis dos Reis Neto.

– Viçosa : UFV, 2006.

xi, 76f. : il. ; 29cm.

Orientador: Paulo Cesar Corrêa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 67-73.

1. Mamão - Tecnologia pós-colheita. 2. Mamão -  
Armazenamento. 3. Mamão - Perdas pós-colheita -  
Preservação. 4. Etileno. 5. Mamão - Efeito do frio.  
6. Permanganato de potássio. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 634.6516

STELITO ASSIS DOS REIS NETO

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAMÃO (*Carica papaya*) cv. GOLDEN  
CONSERVADO EM BAIXAS TEMPERATURAS E ATMOSFERAS  
MODIFICADAS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de junho de 2006.

---

Prof. Afonso Mota Ramos

---

Prof. Fernando Luiz Finger  
(Co-orientador)

---

Prof. José Antônio Marques Pereira

---

Prof. Márcio Aredes Martins

---

Prof. Paulo Cesar Corrêa  
(Orientador)

*A Deus, autor de toda a vida .  
Aos meus pais, Stelito e Eiene.*

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, amor incondicional e presença constante na minha vida.

À minha família, Stelito, Eliene e Stephano pelo amor, carinho e apoio, fundamentais para esta vitória.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialmente ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Paulo Cesar Corrêa, pela dedicação, orientação e valiosos ensinamentos.

Aos professores conselheiros Fernando Luíz Finger e Paulo Roberto Cecon, pelas críticas e sugestões.

Ao professor Afonso Mota Ramos, pela valiosa colaboração e ensinamentos sobre viscosidade e utilização do viscosímetro.

Ao laboratório de Tecnologia de Amido (DTA), representado pela professora Mônica Pirozzi, pela utilização dos reagentes e aparelhos durante as análises químicas.

À Caliman Agrícola S/A, pela doação dos frutos e, em especial ao Geraldo Ferregueti.

À Empresa Soloeste, pela doação dos sachês absorvedores de etileno.

À Deise, pela amizade e importante colaboração durante a realização do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Propriedades Físicas, Osvaldo, Ana Paula, Andre, Fernando, Bruna, Acácio e Rodrigo, pelo companheirismo, pela colaboração durante os experimentos e pela experiência compartilhada.

À Michelle, pelo amor, paciência e constante incentivo.

Ao Igor, amigo de todas as horas, pelo auxílio nas análises químicas e pelo companheirismo durante esta caminhada.

Ao professor Tetuo Hara, pelos valiosos ensinamentos.

Aos amigos Mozart, Evaldo, José Luiz e Carlos Henrique, pela agradável convivência e experiências compartilhadas.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

STELITO ASSIS DOS REIS NETO, nasceu em 28 de julho de 1979 na cidade de Vitória da Conquista, Estado da Bahia.

Em outubro de 2003, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), em São Luís-MA.

Em março de 2004, ingressou na Vigilância Sanitária Municipal de São Luís-MA, desligando-se em agosto do mesmo ano para iniciar o Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se à defesa de dissertação 30 de junho de 2006.

## INDICE

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1. Avaliação física .....	25
3.1.1. Perda de matéria fresca .....	25
3.1.2. Avaliação da cor .....	25
3.1.3. Avaliação da firmeza .....	26
3.1.4. Viscosidade da polpa .....	27
3.2. Avaliação química .....	27
3.2.1. Teor de sólidos solúveis .....	27
3.2.2. Acidez total .....	27
3.3. Extravasamento de solutos .....	28
3.4. Atmosfera de armazenamento .....	28
3.4.1. Concentração de etileno (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) .....	28
3.4.2. Concentração de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	29
3.5. Planejamento experimental .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
4.1. Caracterização inicial dos frutos .....	30

4.2. Atmosferas modificadas .....	31
4.2.1. Concentração de etileno (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) .....	31
4.2.2. Concentração de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	33
4.3. Perda de massa .....	36
4.4. Força máxima de penetração na polpa .....	37
4.4.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	37
4.4.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	40
4.5. Força máxima de penetração da casca .....	43
4.5.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	43
4.5.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	44
4.6. Acidez titulável .....	47
4.6.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	47
4.6.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	49
4.7. Sólidos solúveis totais .....	51
4.7.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	51
4.7.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	53
4.8. Cor da casca .....	55
4.8.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	55
4.8.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	62
4.9. Extravasamento de eletrólitos .....	64
4.9.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	64
4.9.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	69
4.10. Viscosidade da polpa triturada .....	72
4.10.1. Período de armazenamento refrigerado (1 <sup>a</sup> etapa) .....	72
4.10.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2 <sup>a</sup> etapa) .....	74
5. CONCLUSÕES .....	77
BIBLIOGRAFIA .....	78
APÊNDICE .....	85

## RESUMO

REIS NETO, Stelito Assis dos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2006. **Qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*) cv. Golden armazenado sob atmosferas modificadas.** Orientador: Paulo Cesar Corrêa. Co-Orientadores: Fernando Luiz Finger e Paulo Roberto Cecon.

O objetivo do trabalho foi estudar as alterações físicas e químicas na qualidade pós-colheita dos frutos de mamão cultivar “Golden” armazenados a baixas temperaturas, em atmosfera modificada, com e sem absorção de etileno. Os tratamentos foram dispostos da seguinte forma: grupos de 6 frutos foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade, com espessura de 25 µm. O interior desses sacos teve sua atmosfera modificada de duas formas: na primeira, foram incluídos sachês absorvedores de etileno da marca Always Fresh®, cujo principal componente é o permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>); e na segunda, a atmosfera no interior das embalagens, sem absorvedor de etileno, foi modificada em consequência da respiração dos frutos e de sua própria produção do gás etileno. O experimento foi executado em duas etapas: na primeira etapa, os frutos sob os dois tipos de atmosfera modificada foram armazenados sob refrigeração a 7 e 13°C durante 5, 10, 15 e 20 dias e, ao final de cada período, foram avaliados; na segunda etapa, para cada período de armazenagem refrigerada, os frutos foram retirados das câmaras de refrigeração e das embalagens e colocados em condições ambientais (25°C e 60% de umidade relativa) durante 5 dias, a fim de simular o

tempo de exposição no varejo. O experimento foi montado, segundo um esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas a temperatura, nas subparcelas os tratamentos de modificação da atmosfera (absorção ou não de etileno) e nas sub-subparcelas os tempos, no delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) e número de repetições variando de 3 a 4, conforme a variável estudada. Os dados foram analisados por meio de análises de variância e regressão. Para os fatores qualitativos, as médias foram comparadas pelo Teste DMS (Diferença Mínima Significativa), adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Optou-se por desdobrar todos os efeitos, independente da significância de F. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes da regressão, utilizando-se o teste e adotando o nível de até 10% de probabilidade no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico. Durante a primeira etapa, todos os tratamentos foram eficazes em manter os frutos na fase pré-climatérica em todos os períodos de armazenamento (5,10,15 e 20 dias), visto que não foi identificado o pico característico de produção de CO<sub>2</sub>, além da manutenção da cor verde da casca dos frutos. Nas avaliações feitas durante a armazenagem refrigerada, os tratamentos de com absorção de etileno foram mais eficazes em manter a qualidade dos frutos, mantendo-os mais firmes, com melhor integridade a membrana celular e menores valores de acidez titulável. A temperatura de 7°C foi a mais eficiente na conservação dos frutos com a utilização do absorvedor de etileno, visto que o mesmo foi eficiente em controlar as injúrias causadas pelo frio. Na segunda etapa do experimento, todos os frutos chegaram ao estágio final de maturação, mesmo assim foram detectadas diferenças nos índices de cor e na firmeza da casca, indicando que o tratamento de 7°C somado à absorção de etileno como o mais eficaz em retardar o amadurecimento dos frutos. Foram detectados sintomas visuais das injúrias causadas pelo frio, nos frutos submetidos à temperatura de 7°C sem absorção de etileno. O índice colorimétrico CCI mostrou-se satisfatório em representar a evolução da cor verde para a amarela no mamão "Golden". A viscosidade da polpa triturada acompanhou as outras modificações físicas e químicas do amadurecimento dos frutos.

## ABSTRACT

REIS NETO, Stelito Assis dos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2006. **Post-harvesting quality of the papaya (*Carica papaya*) cv. Golden maintained under modified atmospheres.** Adviser: Paulo Cesar Corrêa. Co-Advisers: Fernando Luiz Finger and Paulo Roberto Cecon.

This study was carried out to analyze the physical and chemical alterations in the post-harvesting quality of the papaya fruits "Golden" cv. stored at low temperatures, under modified atmosphere, with and without ethylene absorption. The treatments were disposed as follows. Six-fruit groups were wrapped in low-density polyethylene bag with 25 $\mu$ m thickness. The atmosphere inside those bags were modified on two ways: in the first, absorbing ethylene sachets, Always Fresh® brand, from which the main component is the potassium permanganate (KMnO<sub>4</sub>) were included; in the second, the atmosphere inside the ethylene-absorbless packings was modified as a consequence of either fruit breathings and its own ethylene gas production. O experiment was accomplished at two stages: in the first stage, the fruits within both types of the modified atmosphere were stored under cooling at 7 and 13°C for 5, 10, 15 and 20 days, and their evaluation was performed at the end of each experimental period; in the second stage, the fruits were remove from either the cooling chambers and packings and taken to environmental conditions (25°C and 60% relative humidity) for 5 days in order to simulate the exposure time in retail. The experiment was set up on split-splitplots, as being

the temperature in the plots and the atmosphere modification treatments (ethylene absorption or not) in the subplots and the times in subsubplots under an entirely randomized design (D.I.C.) with the number of replicates varying from 3 to 4, according to the variable under study. The variance and regression analyses were used for analyzing the data. For qualitative factors, the averages were compared by DMS test (Minimum significant difference) at 5% probability level). The unfolding of all effects, independent from F significance was chosen. For the quantitative factors, the choice of the models was based on the significance of the regression coefficients, by using the t- test and adopting the level up to 10% probability for both determination coefficient and the biological phenomenon. During the first stage, all treatments were effective in keeping the fruits at pre-climateric phase in all storage periods (5, 10, 15 and 20 days), since the characteristic peak of CO<sub>2</sub> production was not identified, besides the maintenance of the green color in the peel of the fruits. In the evaluations performed during the refrigerated storage, the treatments with ethylene absorption showed to be more effective in maintaining the quality of the fruits, by keeping them firmer, with better integrity of the cellular membrane and lower values of titrable acidity. The temperature at 7°C was the most efficient in conservation of the fruits with the use of ethylene absorber, since it was efficient in controlling the offenses caused by the cold. In the second experimental stage, all fruits reached their final maturation stage; however, some differences were observed in either color indexes and the firmness of the peel, therefore indicating the treatment at 7°C added to ethylene absorption was most effective in delaying the ripening of the fruits. Visual symptoms of the offenses caused by the cold in the fruits subjected to 7°C temperature without ethylene absorption were detected. The CCI colorimeter index was shown to be satisfactory in representing the evolution of the green color to yellow in the papaya "Golden". The viscosity of the triturated pulp followed up the other physical and chemical modifications during the ripening of the fruits.

## 1. INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos é fundamental para o desenvolvimento da fruticultura brasileira. A modificação da atmosfera, com a absorção do hormônio etileno, além de retardar o amadurecimento dos frutos tem um efeito complementar à refrigeração, permitindo a utilização de temperaturas mais baixas para a conservação dos mesmos. A utilização de técnicas mais eficientes incentiva o crescimento nas exportações de frutos tropicais como o mamão, além de melhorar as condições de distribuição desses produtos no mercado interno.

O mamão (*Carica papaya*) é um fruto que, quando maduro, apresenta polpa macia, rica em açúcares solúveis e sabor agradável. Consumido em grande parte do mundo e altamente valorizado por seu potencial nutracêutico, é muito procurado pelos mercados interno e externo.

Originário da América tropical, o mamoeiro disseminou-se em várias regiões do mundo, sendo os seus maiores produtores, o Brasil, responsável por 25,23% da produção mundial, seguindo-se o México, Nigéria e Índia. A cultura alcançou uma área colhida de 381.735 hectares e produção de 6.342.188 toneladas em todo o mundo, no ano 2003. (AGRIANUAL 2004).

A importância do mamão vem ganhando destaque na economia brasileira. No ano de 1996, o País produziu 932.960 toneladas, saltando para 1.402.142 toneladas no ano de 1999 e chegando ao ano de 2003 com produção estimada de 1.600.000 toneladas, tornando-se o maior produtor mundial deste fruto. Entretanto, o Brasil não é o principal exportador mundial,

pois, com volume exportado de 28.541 toneladas no ano de 2002, fica atrás do México e da Malásia que, no mesmo ano, exportaram 68.558 e 60.892 toneladas, respectivamente (AGRIANUAL 2004). Uma grande dificuldade para a exportação é, segundo Bleinroth (1995), a natureza frágil do mamão, que é altamente susceptível a injúrias e moléstias devido sua fina casca. Além disso, por ser um fruto de origem tropical, não pode ser mantido em temperaturas muito baixas (menores que 10°C) e de ¼ a ½ de superfície de casca amarela, dificultando o seu armazenamento.

As frutas e hortaliças continuam vivas após a colheita, mantendo ativos todos seus processos biológicos vitais. Por esta razão e devido ao alto teor de água em sua composição química, as frutas e hortaliças são altamente perecíveis. Para aumentar o tempo de conservação e reduzir as perdas pós-colheita, é importante que se conheça e utilize as práticas adequadas de manuseio durante as fases de colheita, armazenamento e comercialização.

A dificuldade no transporte é, também, um fator negativo para as exportações brasileiras. A utilização do transporte aéreo é muito onerosa e o transporte marítimo, que é a opção mais econômica e, por conseguinte, mais utilizada, requer muito tempo para alcançar o destino, em contraposição à curta vida pós-colheita do mamão.

Para assegurar a chegada, aos consumidores, dos frutos em boas condições de consumo, diversas técnicas têm sido utilizadas de forma combinada, como a antecipação da época de colheita, utilização de atmosferas modificadas e controladas e conservação em baixas temperaturas.

A pressão do mercado consumidor, cada vez mais exigente, torna a prática de conservação dos produtos agrícolas, em boas condições de comercialização ou industrialização, tão importante quanto produzi-los bem. Portanto, é necessário o conhecimento sobre o comportamento e alterações físicas e químicas do produto durante o armazenamento, para que sejam utilizadas práticas adequadas de manejo pós-colheita a fim de aumentar o tempo de conservação e reduzir as perdas qualitativas e quantitativas.

A baixa qualidade do fruto que chega ao consumidor do mercado interno e o volume exportado que poderia ser bem maior, dentre outros motivos, levam à conclusão que a continuidade de estudos sobre as técnicas de conservação deste fruto é imprescindível.

Este trabalho objetivou estudar as alterações físicas, químicas e biológicas da qualidade pós-colheita dos frutos de mamão cultivar “Golden”, armazenados a baixas temperaturas, em atmosfera modificada, com e sem absorção de etileno.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os cultivares Sunrise Solo e Golden, também conhecidos como mamão papaia, têm grande aceitação nos mercados externo e interno, além de serem atrativos para os produtores por serem cultivares precoces e produtivos (OLIVEIRA et al., 1994). As exportações brasileiras de mamão do grupo Solo geraram 18,5 milhões de dólares de divisas para o Brasil em 2001, contribuindo para o superávit do agronegócio nacional. Entretanto, as perdas constituem um entrave para a exportação via marítima, que reduz o custo do frete, aumentando a competitividade no mercado mundial (FONSECA, 2003). O cultivar “Golden” é proveniente da seleção massal de plantas “Sunrise Solo”, sendo chamado também de “Sunrise Golden”. Entretanto, ainda não é considerado como material genético fixado (puro) (MARTINS & COSTA, 2003).

Embora seja um grande produtor de frutos e hortaliças, o Brasil perde parte significativa de sua produção por não utilizar tecnologias apropriadas (com raras exceções) nas etapas de colheita e pós-colheita. Segundo NEVES FILHO e CORTEZ (1997), a média de perdas por amadurecimento precoce devido à falta de tratamento pré e pós-colheita está entre 30 e 40%, o que representa 2,8 bilhões de dólares anuais, aproximadamente. A conservação dos produtos hortícolas com controle de temperatura é a característica mais importante nos modernos sistemas de distribuição para a maioria desses produtos (CORTEZ et al., 2002).

Segundo Zambolim (2002), a vida pós-colheita dos frutos pode ser estendida, utilizando-se técnicas como a escolha do estágio de maturação

adequado, o controle da temperatura e da umidade relativa no ambiente de armazenamento, bem como modificando ou controlando a concentração de gases na atmosfera da câmara. Em alguns frutos climatéricos, quando a colheita antecipada é utilizada para estender a vida pós-colheita, ao final do período de transporte é utilizado um tratamento com etileno para completar a maturação desses frutos, que foram colhidos em estádios mais próximos à condição de verde, porém com a maturação fisiológica completa. Entretanto PAULL et al. (1997) relatam que, no caso do mamão, a aplicação de etileno não é recomendada para o processo de maturação artificial, pois, causa perda na qualidade do produto. Segundo os autores, para melhorar a qualidade do produto exportado, é interessante a utilização de técnicas que permitam a colheita mais tardia, não sendo necessário completar a maturação artificialmente ao final do período de armazenamento.

O controle da respiração dos frutos é importante para sua conservação “in natura” durante o maior tempo possível, sendo o etileno ( $C_2H_4$ ) o hormônio que desencadeia o aumento na respiração dos frutos climatéricos. O mamão é um fruto climatérico, cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente após a colheita, desencadeado pela produção do etileno, que está envolvido com o aumento da respiração. Este gás liga-se a um receptor na célula, desencadeando uma série de eventos, que provocam o amadurecimento e a senescência do fruto (PAULL, 1993; LELIÈVRE et al., 1997; JACOMINO, 2002).

A atmosfera modificada reduz as taxas de respiração, produção e ação do etileno, retardando todo o processo de maturação do produto devido à criação de uma microatmosfera com baixos níveis de oxigênio ( $O_2$ ) e altas concentrações de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) (LEE et al., 1991).

Modificações na microatmosfera de armazenagem podem ser obtidas por meios ativos ou passivos. Na modificação passiva, a atmosfera é criada por meio da própria respiração do produto dentro da embalagem, até que se atinja um equilíbrio. No caso de uma modificação ativa, a atmosfera é criada inflando-se o espaço livre da embalagem com uma mistura gasosa predeterminada, ou ainda por meio de um material contido em sachês ou incorporado diretamente à embalagem, capaz de promover alterações na composição gasosa, sendo que, em ambos os casos, uma vez que a atmosfera modificada se estabelece, ela é mantida por um equilíbrio dinâmico entre respiração e permeação

(AZEREDO, 2000). A utilização de sachês para a modificação da atmosfera tem se mostrado uma opção de baixo custo e fácil aplicação na conservação pós-colheita de frutos climatéricos (CORRÊA, 1992).

A temperatura tem significativo efeito na atividade respiratória do mamão, podendo provocar aumento ou redução no metabolismo, acelerando ou retardando a senescência. No entanto, existe um limite mínimo e máximo de temperatura ao qual não ocorrem danos no fruto. A temperatura mínima para o mamão a ¼ de maturação é 8°C, porém em frutos verdes, mas fisiologicamente desenvolvidos, esta temperatura é de 10°C (BLEINROTH & SIGRIST, 1995).

O distúrbio fisiológico causado pela exposição de produtos hortícolas, principalmente os de origem tropical e subtropical, a temperaturas entre 0°C e 15°C, é conhecido como “chilling injury”, que significa injúrias causadas pelo frio (CORTEZ et al, 2002). As temperaturas abaixo de 10°C, durante um período superior a 10 dias, causaram injúrias em mamão cv. Sunrise (ARRIOLLA et al., 1976). Além da temperatura, o tempo de exposição é determinante no desenvolvimento de danos causados pelo frio (WANG, 1994).

Segundo JACOMINO (2003), o armazenamento do mamão à temperatura de 7°C somente é tolerado, em condições normais, por frutos com mais de 50% de casca amarela, ou seja, a partir do estágio 3 de maturação. O mesmo autor relata que, para os estádios 1 e 2 de maturação, as temperaturas recomendadas para a conservação são 10 a 12°C.

Nos frutos em geral, os sintomas das injúrias devido ao frio podem manifestar-se com o escurecimento interno, depressões superficiais, falha no amadurecimento, polpa translúcida, problemas no desenvolvimento normal da cor da polpa e completa perda de odor e sabor característicos (KLUGE et al., 2002). Uma parte significativa dos sintomas de injúrias causadas pelo frio torna-se aparentes, apenas, após a transferência do produto para temperaturas mais elevadas (WANG, 1994), o que torna os métodos de detecção desse dano, ainda durante a exposição às baixas temperaturas, importante para o controle das mesmas.

A incidência de danos causados pelo frio provoca uma desorganização nas células que formam os tecidos, tornando-as incapazes de desenvolver normalmente seus processos metabólicos, em consequência da alteração na permeabilidade da membrana lipídica (MARTINS, 2003). Dessa forma, a

quantificação do extravasamento de eletrólitos celulares pode ser um indicativo do acometimento de injúrias causadas pelo frio em frutos. BRAGA (2004) utilizou essa quantificação para estudar injúrias mecânicas em frutos de mamoeiro, cv. Solo. O teste de condutividade elétrica da solução, obtida de partes de frutos, também é utilizado para acompanhar o desenvolvimento do amadurecimento dos mesmos, pois, segundo PALMER (1971), com o amadurecimento dos frutos, as membranas celulares vão perdendo a permeabilidade seletiva, aumentando a perda de eletrólitos.

Muitas formas de redução das injúrias causadas pelo frio em frutos têm sido estudadas, tais como: utilização de atmosferas modificadas, atmosferas controladas, exposição de frutos à anaerobiose e tratamentos térmicos (PESIS et al., 1994; WOOLF et al., 1995; KONSTANTINOS et al., 2001; PESIS, 2002).

PESIS (1999), em experimentos com abacate, aponta o etileno como um promotor de injúrias causadas pelo frio durante o armazenamento refrigerado. Segundo CHEN E PAUL (1986), um dos fatores responsáveis pela diminuição dos sintomas de injúrias causadas pelo frio em frutos é a redução da concentração de etileno na microatmosfera de armazenamento. PESIS et al. (2002) relatam várias formas para reduzir os sintomas das injúrias causadas pelo frio no abacate, tais como a utilização de atmosfera modificada com a remoção do gás etileno. O mesmo efeito foi observado em frutos de manga por PESIS et al. (2000). CORRÊA (1992), trabalhando com abacate da variedade "Hass" concluiu que a utilização do absorvedor de etileno, à base de permanganato de potássio em embalagem de polietileno de baixa densidade, é uma tecnologia de baixo custo, que permite retardar o processo de maturação dos frutos por mais de uma semana, além de controlar a injúria causada pelo frio durante 60 dias de conservação a 6°C.

O amolecimento é parte integrante do processo de amadurecimento dos frutos, enquanto o conhecimento das propriedades mecânicas, da resistência física dos frutos e das forças aplicadas ao produto é essencial à otimização das operações de manuseio, armazenamento e transporte dos frutos (SANTOS, 2004). Os principais testes reológicos para avaliação da textura em alimentos incluem a punção, penetração, compressão, cisalhamento e relaxação (BOURNE, 2002). Assim, mudanças na textura dos frutos durante o amadurecimento podem ser monitoradas e avaliadas, objetivamente, aplicando-se estes testes.

BRACKMANN et al. (2001) concluíram que, em pêssegos da cultivar Chiripá, o armazenamento refrigerado com a absorção de etileno retardou o amolecimento da polpa. LYONS e RATSON (1970) foram os primeiros pesquisadores a sugerir que a fase de transição física da membrana do estado líquido cristalino para a estrutura gel-sólido seria resposta primária de vegetais sensíveis à injúria pelo frio. Essas alterações podem causar mudanças na viscosidade da polpa do fruto.

De acordo com SOLER et al. (1985), a industrialização do mamão veio como conseqüência da grande importância que a cultura alcançou no cenário mundial, sendo a polpa triturada o primeiro estágio de industrialização para os outros produtos. A viscosidade da polpa é usada como medida de qualidade dos produtos, sendo também indispensável à elaboração de um projeto industrial voltado para a produção de alimentos, em que será utilizada para avaliação das operações dos equipamentos de processamento (PELEGRINE et al., 2000).

Segundo SALTIVEIT e MORRIS (1990), citados por Cortez et al. (2002), o principal efeito da temperatura de armazenamento nas membranas de células vegetais é a alteração da fluidez lipídica. Respostas fisiológicas e bioquímicas de frutos susceptíveis a injúrias causadas pelo frio, tais como a alteração na fluidez dos lipídeos, a desorganização da estrutura celular, o extravasamento de solutos, a perda da integridade da membrana celular e outros (CHITARRA & CHITARRA, 1990) podem ser um indicativo de alteração das características físicas e químicas na polpa do fruto.

KAYS (1991) informa que os estádios de maturação, o ponto de colheita e de consumo em diversos frutos são definidos pela cor da casca. O mamão tem, como característica, uma mudança gradual e desuniforme na cor da casca de verde para amarelo, formando, inicialmente, estrias amarelas partindo da região estilar para a inserção peduncular do fruto (OLIVEIRA et al., 2002). Para a classificação do mamão, utilizam-se as escalas visuais, que constituem formas subjetivas por depender da simples observação do olho humano (VIEIRA, et al., 2000).

O mamão cv. "Golden" é um cultivar relativamente novo e tem demonstrado diferenças nos parâmetros de qualidade em relação à sua cultivar de origem, que é o "Sunrise Solo". Marin e Gomes descrevem a casca do mamão "Golden" como sendo acentuadamente aclorofilada. Fonseca e

colaboradores detectaram teores de clorofila “a” e “b” inferiores na cultivar “Golden” em relação à “Sunrise Solo”, o que define a sua coloração verde bem mais clara que a da sua cultivar precursora. A “palidez” da cor verde, característica deste cultivar pode vir a trazer dificuldades em relação à classificação visual, pois, a maturação do fruto decorre com o “clareamento” da cor verde e progressiva transformação para a cor amarela.

No *Packing House*, o mamão para a exportação é classificado, manualmente, pela cor da sua casca. Este procedimento depende das condições do observador e está sujeito a diferentes interpretações, podendo resultar em desuniformidade no estágio de maturação dos frutos, na mesma caixa e entre caixas separadas por diferentes classificadores. A utilização de parâmetros físicos para a classificação da cor nos diferentes estádios de maturação abre a possibilidade da automatização deste procedimento pela utilização de equipamentos com sensores ópticos, que podem aumentar a eficiência e a eficácia da seleção (OLIVEIRA, 2002).

Diversos estudos têm sido conduzidos no sentido de promover a classificação dos frutos pela cor, através de métodos mais precisos, utilizando equipamentos que transformam as cores em coordenadas. Dentre os sistemas mais utilizados para a localização dessas cores está o sistema Hunter  $L a b$  (ABBOTT, 1999).

As coordenadas  $L$ ,  $a$  e  $b$  separadamente não informam a cor de um corpo, pois, somente em conjunto elas propiciam a localização da cor no espaço Hunter. Assim sendo, McGuire (1992) informa que o modo mais apropriado para perceber as alterações nas cores dos corpos consiste na utilização de índices cromáticos. A variável cor pode ser representada de diversas formas, como nas coordenadas  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , ou nos índices cromáticos Croma, Hue, além de outros índices arbitrários que podem ser criados através de equações, que contenham as coordenadas  $L$ ,  $a$  e  $b$ .

Os índices cromáticos representam características, que podem ser avaliadas separadamente, como a tonalidade e saturação, ou até mesmo indicar condições específicas de cor, como a passagem da cor verde para amarela.

O índice Hue indica a tonalidade da cor. Outro importante índice é o Croma, que indica a saturação da cor, ou seja, quanto mais alto este valor, mais pura será a cor.

Diversos autores relatam a eficácia da utilização de ambientes refrigerados no prolongamento da vida pós-colheita de frutos, sendo que, quanto mais baixa a temperatura, maior é o tempo de conservação do fruto até um limite determinado pelo aparecimento de danos causados pelo frio. Entretanto, este limite pode ser aumentado com a utilização de atmosferas modificadas com remoção de etileno que, além do efeito de melhorar a conservação, aumentam a resistência dos frutos às injúrias causadas pelo frio.

O potencial de crescimento que a cultura do mamoeiro representa para o Brasil e a escassez de informações sobre a evolução dos índices de maturação do mamão (Sunrise Golden) em atmosfera com absorção de etileno, mantidos sob refrigeração bem como o conhecimento dos índices de qualidade (cor, textura, viscosidade) que indiquem de maneira objetiva o comportamento do fruto durante o armazenamento, justificam a realização do presente trabalho.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Propriedades Físicas e Qualidade de Produtos Agrícolas, pertencente ao Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem (CENTREINAR), localizado na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais.






Foram utilizados frutos de mamão, cultivar Golden, de um pomar comercial, localizado na região norte do Espírito Santo. Os frutos foram colhidos nos estádios 1 e 2 de maturação (Tabela 1), sendo o estádio 2 o último recomendado para a exportação, segundo FOLEGATTI e MATSUURA (2002). No *Packing House* da empresa, os frutos foram submetidos ao tratamento de pré-limpeza e foram classificados por peso.

No local onde foi conduzido o experimento, os frutos foram submetidos à seleção por cor e peso para obtenção de lotes uniformes, eliminando-se frutos que apresentavam qualquer dano físico, bem como ao tratamento com o fungicida SportaK® cujo princípio ativo é o Procloraz e foi utilizado na proporção de 75 mL do produto para 100 L de água, durante 3 minutos.

Os frutos foram acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,25 mm de espessura com e sem absorvedores de etileno da marca Always Fresh®, cujo principal componente é o permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>). Foi utilizado um sachê de 10 g para uma massa de aproximadamente 2.400 g, massa correspondente a seis frutos. Os frutos foram mantidos em câmaras com temperaturas controladas de 7 e 13°C e 90% ( $\pm 3$ ) de umidade relativa. Após o armazenamento refrigerado, foram removidas

as embalagens de PEBD e os frutos permaneceram durante mais cinco dias no interior de uma câmara climática à temperatura de 25°C e 60% de umidade relativa, simulando as condições ambientais durante o tempo de exposição no varejo.

Tabela 1. Descrição dos estádios de maturação dos frutos de acordo com a coloração

Estádio	Maturação do fruto	Descrição da coloração do fruto
	Primeiros sinais amarelos	Mudando de cor
	¼ maduro	Fruto com 25% da casca amarela e o restante com coloração verde claro
	½ maduro	Fruto até 50% da superfície amarela, envolvida pela coloração verde claro
	Até ¾ maduro	Fruto com 50% a 75% da superfície da casca amarela, com áreas próximas em verde claro
	Maduro	Fruto com 76% a 100% da superfície amarela. Somente a extremidade do pedúnculo é verde, a partir da área de inserção

Adaptado de FOLEGATTI e MATSUURA (2002).

O experimento foi realizado em duas etapas, sendo que na primeira objetivou-se simular o tempo de conservação dos frutos para a armazenagem e transporte. As embalagens de PEBD contendo os frutos, com e sem os sachês absorvedores de etileno, foram colocadas em câmaras às temperaturas de 7 e 13°C e umidade relativa (UR) de 90±3%. Após o decorrer de 5, 10, 15 e 20 dias, os frutos foram retirados das câmaras e, após a homogeneização da temperatura a 25°C, foram feitas as avaliações.

Na segunda etapa, pretendeu-se simular a exposição do produto para o consumidor no varejo. Os frutos que passaram 5 dias em conservação refrigerada foram transportados para uma câmara climática fornecendo condições ambientais (25°C e 60±3% de UR), onde permaneceram por mais 5 dias. Ao final desses 5 dias, foram feitas as avaliações físicas, químicas e biológicas, sendo o mesmo feito com os frutos que ficaram 10, 15 e 20 dias em armazenamento refrigerado. A dinâmica da execução dessas etapas é representada na Figura 1.

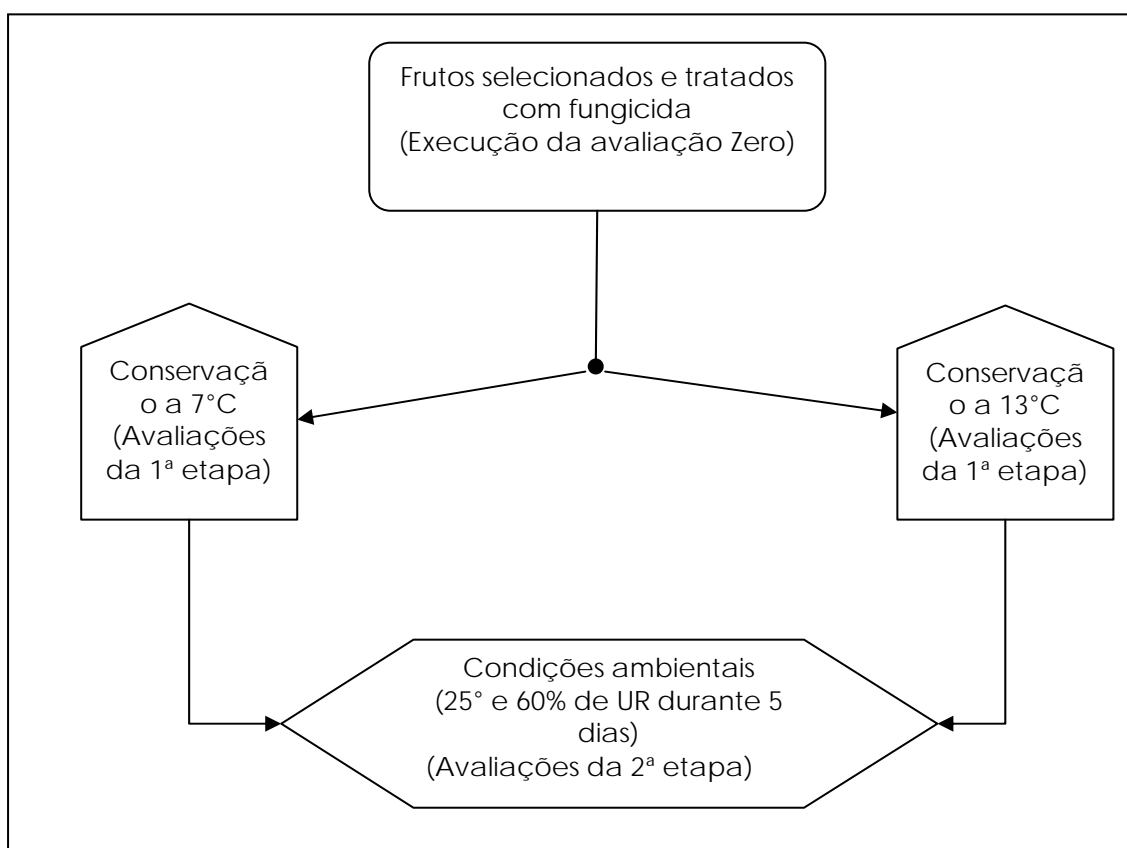


Figura 1. Esquema do experimento.

### 3.1. Avaliação física

#### 3.1.1. Perda de matéria fresca

Durante o período de armazenamento, acompanhou-se a perda de matéria fresca dos frutos, utilizando uma balança digital com precisão de 0,01 g.

#### 3.1.2. Avaliação da cor

A mudança da cor da casca dos frutos foi acompanhada, visualmente, utilizando-se a escala de classificação proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (FOLEGATTI & MATSUURA, 2002) apresentada na Tabela 1. A quantificação objetiva da cor foi realizada por meio de um colorímetro tristímulo, com leitura direta de reflectância das coordenadas “L” (luminosidade), “a” (relativa de verde a vermelho) e “b” (relativa de amarela a azul), empregando-se a escala Hunter-Lab (Figura 2).

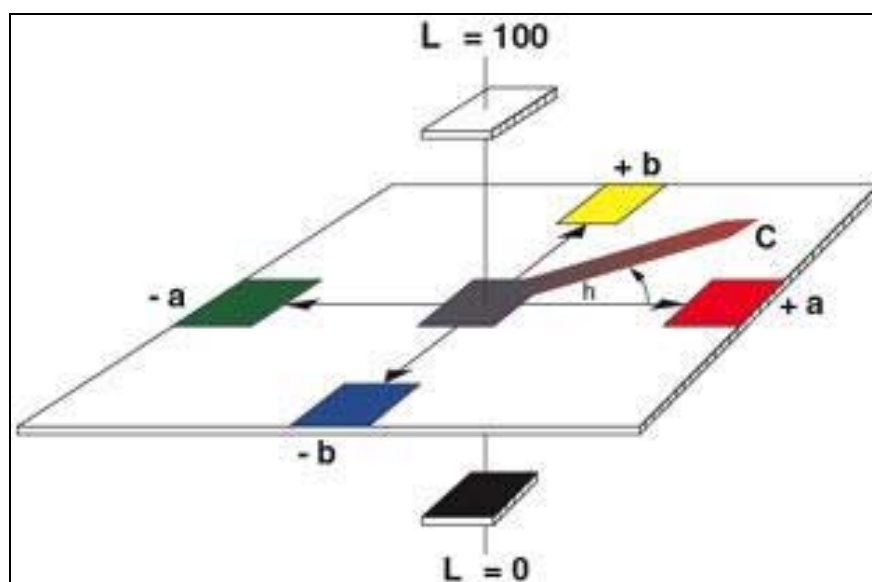


Figura 2. Espaço cromático de Hunter.

Para cada amostra, foi utilizada a média de três determinações na zona equatorial de cada fruto. A partir dos valores de  $L$ ,  $a$  e  $b$ , foram calculados o

Croma (Cr) que define a intensidade e pureza da cor (Equação 1) e *Hue* (H) que indica a tonalidade (Equação 2). Também foi calculado o índice CCI (Citrus Colour Index) (Equação 3) para a cor da casca, que evidencia a passagem da cor verde para a amarela (MACDOUGALL, 2002).

$$Cr = \sqrt{(a)^2 + (b)^2} \quad (\text{eq. 1})$$

$$H = \text{arctg} \frac{b}{a} \quad (\text{eq. 2})$$

$$CCI = \frac{1000 * a}{L * b} \quad (\text{eq. 3})$$

Para cada amostra, foi realizada a comparação entre a escala visual de cor e os valores *L*, *a* e *b*, a fim de obter uma relação e quantificação da cor da casca durante o amadurecimento.

### 3.1.3. Avaliação da firmeza

As mudanças na textura dos frutos de mamão, durante o armazenamento, foram analisadas em uma máquina universal de testes, *TA.HD Texture Analyser, Stable Micro Systems*, dotada do software *Texture Expert for Windows<sup>R</sup>*.

Para avaliar as mudanças na textura da polpa e da casca, durante o armazenamento, foram realizados testes destrutivos de penetração da polpa e da casca.

O teste de penetração da polpa foi realizado em frutos inteiros com a remoção superficial da casca, utilizando-se uma sonda cilíndrica de 10mm de diâmetro a uma velocidade de penetração de 1 mm/s e distância percorrida de 20mm de profundidade. As medições foram realizadas em três pontos equidistantes da região central de cada fruto, obtendo-se um valor médio da força máxima de penetração (N) que expressa a resistência da polpa à penetração.

Para avaliação das mudanças na textura da casca do fruto, foi realizado o teste de penetração da casca, utilizando-se uma sonda cilíndrica de 4 mm de diâmetro a uma velocidade de penetração de 1 mm/s e distância percorrida de 20 mm de profundidade.

### 3.1.4. Viscosidade da polpa

Para a análise da viscosidade da polpa, foi utilizado um viscosímetro rotacional analógico modelo RVT da marca Brookfield®. Foram retirados 400 g de polpa e acrescentados 200 mL de água destilada. Em seguida, as temperaturas das amostras foram homogeneizadas a 25°C, para que fossem feitas as medidas de viscosidade das amostras.

## 3.2. Avaliação química

### 3.2.1. Teor de sólidos solúveis

Para a determinação de sólidos solúveis totais foram retirados, após remoção da casca, cilindros da polpa. Esses cilindros foram macerados em cadinho de porcelana e filtrados em algodão para obtenção do suco. As leituras foram efetuadas em um refratômetro portátil, sendo os resultados expressos em graus brix.

### 3.2.2. Acidez total

A acidez foi determinada por titulação do suco da polpa do mamão, com NaOH a 0,01 N, até atingir pH 8. Para essa análise, 20 g de polpa foram retiradas da região mediana dos frutos e a amostra foi homogeneizada em 50 mL de água destilada (LUTZ, 1985). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, sendo obtidos pela seguinte expressão matemática:

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \frac{V \times N \times f \times 64 \times 100}{P \times 1000}$$

onde:

V = volume da solução de NaOH 0,01 N;

N = 0,01;

f = fator de correção da solução 0,1 N de NaOH antes da diluição;

64 = massa equivalente do ácido cítrico na reação química de titulação;

100 = conversão para 100 g de amostra;

P = massa da amostra (g); e

1000 = conversão de miliequivalentes para grama de ácido cítrico.

### **3.3. Extravasamento de solutos**

O nível de danos nos tecidos injuriados pelo frio foi avaliado pelo extravasamento de solutos celulares, de acordo com a metodologia descrita por SEREK et al. (1995). De 3 pontos equidistantes de cada fruto, retirou-se um cilindro do fruto, sem a remoção da casca, com o auxílio de um amostrador metálico. Os cilindros foram lavados com água superdeionizada e secos, superficialmente, com papel absorvente, sendo em seguida incubados durante 2 horas em 30 mL de água superdeionizada, sob condição ambiental. Findo esse período, a condutividade elétrica desta solução foi medida em um condutivímetro (Digimed DM3). Após incubação, as amostras foram autoclavadas (121°C a 1,5 atm) durante 30 minutos, eliminando-se a permeabilidade seletiva das membranas e permitindo o extravasamento total dos solutos. A condutividade elétrica da água foi medida, novamente, sendo os resultados expressos com a razão entre a primeira e a segunda leitura, multiplicada por 100.

### **3.4. Atmosfera de armazenamento**

Para a caracterização da microatmosfera de armazenamento, utilizou-se a análise de cromatografia gasosa. Às embalagens, foram instalados tubos de vidro fortemente fixados com arames de fixação e fita adesiva. A esses tubos de vidro, foram fixadas mangueiras de borracha com uma das extremidades vedadas com cilindros maciços de vidro. Alíquotas amostrais foram retiradas com seringas descartáveis de 1 mL, através da mangueira de borracha, sendo as pontas das agulhas vedadas com tampas de silicone para minimizar os possíveis vazamentos. Os padrões, para cada gás, foram introduzidos no cromatógrafo, utilizando-se seringas descartáveis com o mesmo volume das alíquotas das amostras. As quantificações dos gases no cromatógrafo foram feitas, simultaneamente, para o etileno e dióxido de carbono.

#### **3.4.1. Concentração de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)**

A concentração de etileno no interior das embalagens, que continham seis frutos, em que cada embalagem constituía uma repetição, foi determinada por cromatografia gasosa, em um cromatógrafo Varian<sup>®</sup> CP 3800, equipado com detector de ionização de chama e coluna empacotada de Hayesep-R. As

temperaturas da coluna, do vaporizador e do FID foram 50, 150 e 150°C, respectivamente; o gás de arraste foi o nitrogênio (N<sub>2</sub>), com vazão total de 30 mL.min<sup>-1</sup>. As amostras foram constituídas de 1mL da atmosfera interna e tomadas aos 0, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 15 e 20 dias de armazenamento em câmara fria. A quantificação foi feita, comparando-se os picos produzidos pelas amostras, no cromatograma, com os produzidos pela injeção de uma alíquota padrão de concentração igual a 0,8 ppm de etileno.

### **3.4.2. Concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

A quantificação do CO<sub>2</sub> no interior das embalagens também foi feita por cromatografia gasosa, enquanto as temperaturas da coluna, do vaporizador e do TCD foram 50, 150 e 140°C, respectivamente; o gás de arraste foi o nitrogênio (N<sub>2</sub>), com vazão total de 30 mL.min<sup>-1</sup>. As amostras foram constituídas de 1 mL da atmosfera interna e tomadas aos 0, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 15 e 20 dias de armazenamento em câmara fria. A quantificação foi feita por meio de comparação da altura dos picos produzidos pelas amostras, no cromatograma, com os produzidos pela injeção da alíquota padrão de 14,2% de concentração de CO<sub>2</sub>.

### **3.5. Planejamento experimental**

O experimento foi montado, segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas a temperatura, nas subparcelas os tratamentos de modificação da atmosfera (absorção ou não de etileno) e nas subdivididas os tempos, em delineamento inteiramente casualizado (D.I.C.) com o número de repetições variando de 3 a 4, de acordo com a variável estudada.

Os dados foram analisados por meio de análises de variância e regressão. Para os fatores qualitativos, as médias foram comparadas pelo Teste DMS (Diferença Mínima Significativa), adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Optou-se por desdobrar todos os efeitos, independente da significância de F. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes da regressão, utilizando-se o teste t e adotando o nível de até 10% de probabilidade no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização inicial dos frutos

Os valores médios das medidas de caracterização inicial dos frutos, utilizados no experimento, são descritos na Tabela 2. Estes valores correspondem a 100 frutos.

Tabela 2. Características iniciais dos frutos

Característica	Valor (médias)	Desvio- padrão	Unidade
Comprimento	131,45	9,89	mm
Diâmetro	83,85	4,15	mm
Massa	392,15	32,49	g
Volume	403,33	32,06	mL

O estágio de maturação esteve entre 1 e 2, de acordo com as normas de classificação do mamão descritas por FOLEGATTI e TATSUURA (2002). De acordo com seu peso médio, os frutos foram caracterizados como frutos tipo “E”, segundo MAMÃO (2003). Não foram observados defeitos, danos, podridões ou deformações nos frutos, apenas, em alguns casos, manchas que representavam menos de 0,2% da casca, sendo que em MAMÃO (2003) esta mancha é classificada como “leve”.

## **4.2. Atmosferas modificadas**

A atmosfera no interior das embalagens sem absorvedor de etileno foi modificada, passivamente, em consequência da respiração dos frutos e de sua própria produção de gás etileno. A evolução das concentrações dos gases CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (etileno) foi determinada pela influência das condições ambientais de armazenamento no metabolismo dos frutos e nas embalagens, que aumentam ou diminuem sua permeabilidade aos gases de acordo com a temperatura a que são submetidos. No caso das atmosferas modificadas ativamente, entretanto, houve um agente externo, que alterou a concentração dos gases, os quais foram os absorvedores de etileno.

### **4.2.1. Concentração de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)**

A concentração de etileno no interior das embalagens, durante o armazenamento dos frutos, é representada na Figura 3. Os resultados mostram um intenso aumento na concentração do tratamento a 7°C, sem absorvedor de etileno (7SAB). Esta ascensão iniciou-se no terceiro e foi até o sexto dia, quando começou a cair lentamente. A intensa produção de etileno pode ser atribuída ao estresse, causado pela temperatura de 7°C, concordando com os resultados de SILVA (1995) que, estudando a conservação de mamão em embalagens de PEBD, detectou sintomas de estresse, causado pelo frio, em frutos de mamão armazenados a 8°C. ABOU AZIZ et al. (1975), ABELES (1992) e ARTÉS (2003) relatam a existência deste aumento na produção de etileno como resposta a temperaturas abaixo do limite para os frutos. Além disso, a permeabilidade da embalagem aos gases diminui com a temperatura, promovendo uma troca menor com o ambiente externo.

Um incremento na concentração de etileno também foi observado no tratamento à temperatura de 13°C, sem absorvedor de etileno (13SAB), sendo esse incremento iniciado a partir do décimo terceiro dia e continuando até o vigésimo dia. Comportamento semelhante foi obtido por De La Plaza et al. (1989a), trabalhando com conservação de mamão em atmosfera modificada e De LA PLAZA et al. (1989b), em experimentos com “cherimoya”. Comparando os resultados supracitados, observa-se que o estresse causado pelo frio na

temperatura de 7°C não só aumenta a concentração, como também antecipa o pico de produção de etileno pelos frutos.

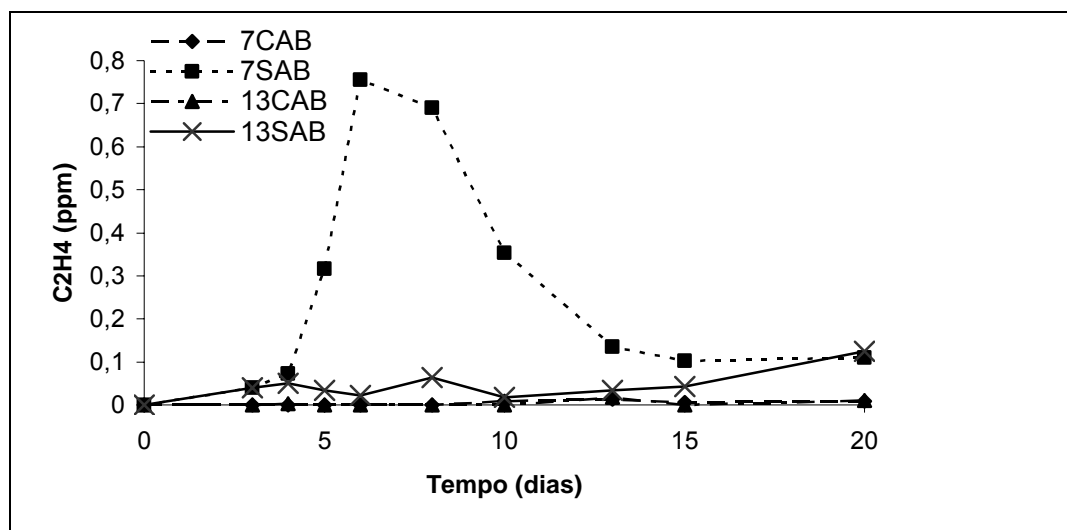


Figura 3. Evolução da concentração de etileno durante o tempo de armazenagem, nos diversos tratamentos.

A eficiência dos absorvedores de etileno foi demonstrada na baixa concentração do gás no interior das embalagens, durante todo o período de armazenamento, sendo que até o 8º dia, no tratamento de 7°C com absorvedor de etileno (7CAB), a concentração do gás foi zero ppm, enquanto, no tratamento de 13°C com absorvedor de etileno (13CAB), a concentração manteve-se próxima a zero até o 10º dia e, em ambos os tratamentos, as concentrações deste gás mantiveram-se próximas a 0,01 ppm. A presença dos absorvedores de etileno não só reduziu, drasticamente, a concentração de etileno nas microatmosferas, como também atrasou em 5 dias o início do incremento na produção do gás à temperatura de 7°C. Os filmes de PEBD apresentam certa permeabilidade aos gases produzidos pelo fruto, o que pode explicar a redução dessa concentração após o acúmulo, principalmente no tratamento 7°C sem absorção de etileno (7SAB), em que a concentração de etileno foi mais elevada, aumentando a pressão interna deste gás que é liberado para o ambiente externo à embalagem. Pode-se encontrar este aumento e, em seguida, redução na concentração de etileno no interior de embalagens de polietileno de baixa densidade, nos trabalhos conduzidos por De LA PLAZA (1989 a e b).

#### 4.2.2. Concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

A evolução das concentrações de CO<sub>2</sub> durante a armazenagem a frio, nos diversos tratamentos, é representada na Figura 4.

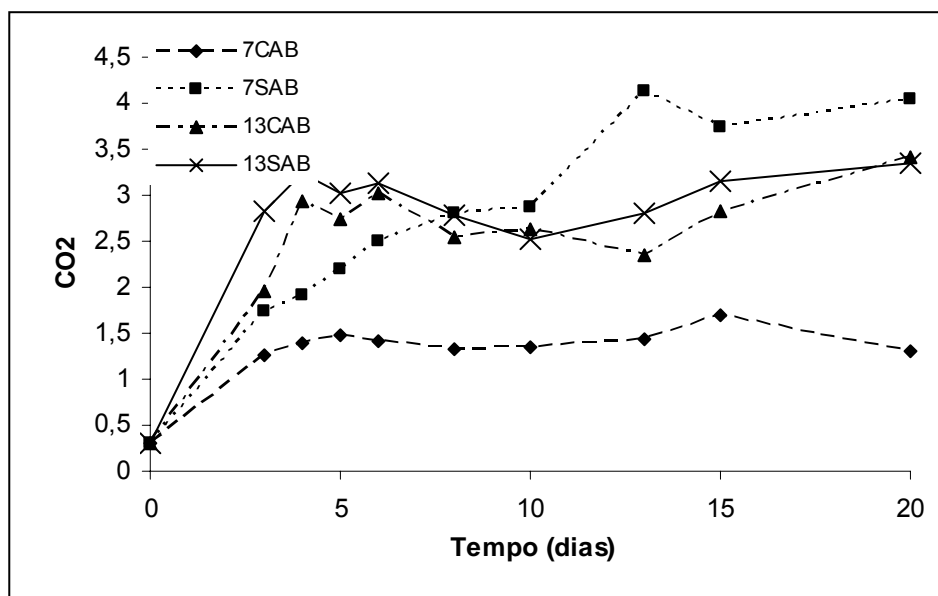


Figura 4. Evolução da concentração de dióxido de carbono nos diversos tratamentos.

A ausência de uma elevação abrupta na concentração de CO<sub>2</sub> indica que todos os tratamentos foram eficientes em retardar o pico climatérico até o 20º dia de armazenagem refrigerado. No entanto, notam-se as diferenças nas taxas de atividade vital dos frutos, através da respiração dos mesmos.

O tratamento 7CAB foi o mais eficiente em manter os frutos em baixa atividade respiratória, proporcionando concentrações abaixo de 1,7% de CO<sub>2</sub> na atmosfera de armazenagem. Tal resultado pode ser explicado pelo baixo metabolismo do fruto, causado pelo efeito da absorção de etileno, que reduziu o estresse causado pelo frio. Resultado semelhante foi observado por SILVA (1995). Nos demais tratamentos, não foram obtidas diferenças importantes até o 10º dia, quando se inicia, nos frutos do tratamento 7SAB, um incremento na concentração do gás. Este maior acúmulo pode ser considerado como resposta à alta produção de etileno, mostrada anteriormente, devido ao estresse causado pela baixa temperatura. ARTÉS et al. (2003) citam o aumento na emissão de CO<sub>2</sub> como sintoma de danos causados pelo frio.

Os tratamentos 13SAB e 13CAB mantiveram comportamentos semelhantes e concentrações próximas, demonstrando baixa atividade metabólica, além da ausência de danos causados pelo frio.

As Figuras 5.1 a 5.4 mostram as relações entre a evolução das concentrações de  $\text{CO}_2$  e  $\text{C}_2\text{H}_4$ . Para todos os tratamentos, percebe-se uma evolução na concentração de  $\text{CO}_2$  em resposta ao aumento na concentração de etileno; entretanto, esta resposta não caracterizou o pico climatérico.

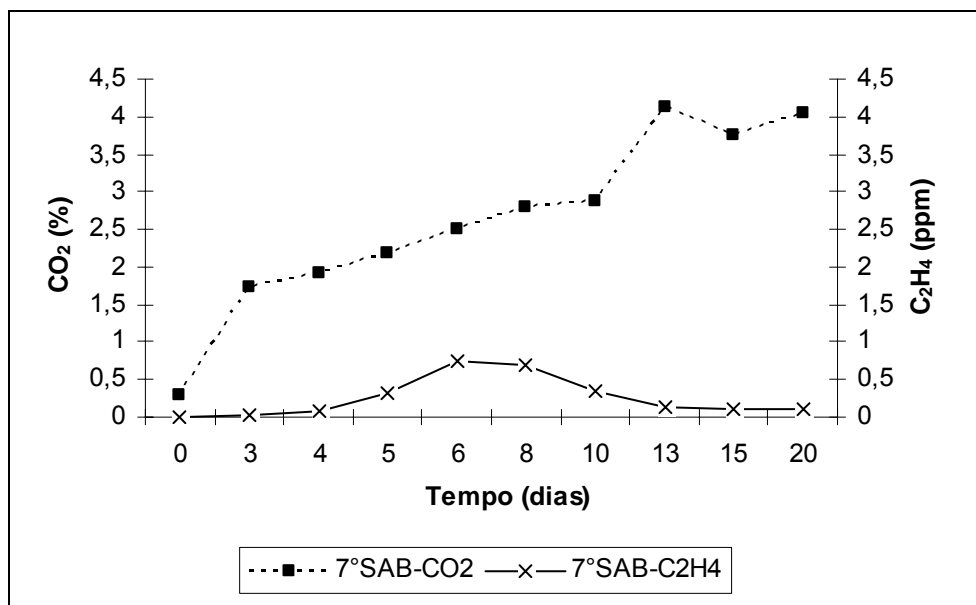


Figura 5.1. Composição da atmosfera modificada sem absorção de etileno a 7°C.

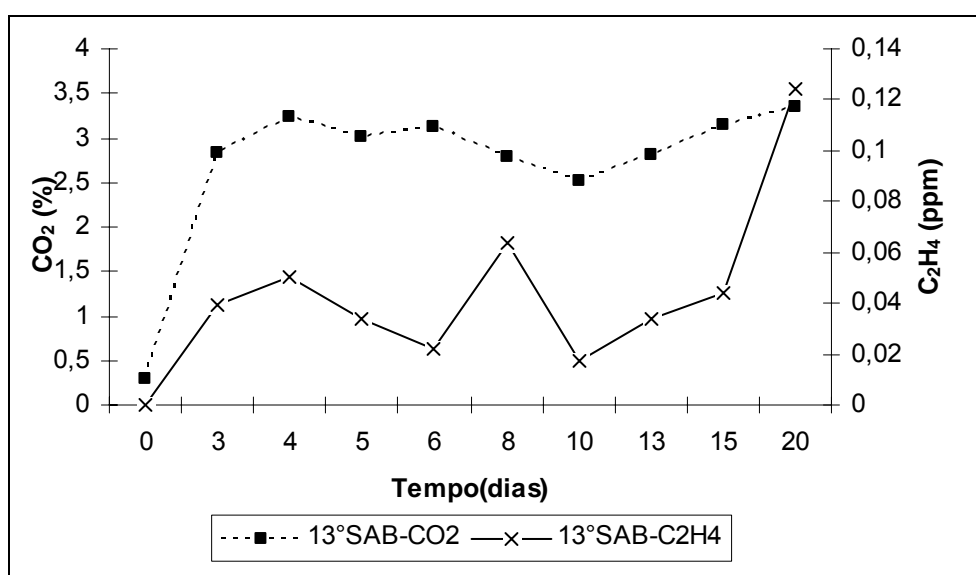


Figura 5.2. Composição da atmosfera modificada sem absorção de etileno a 13°C.

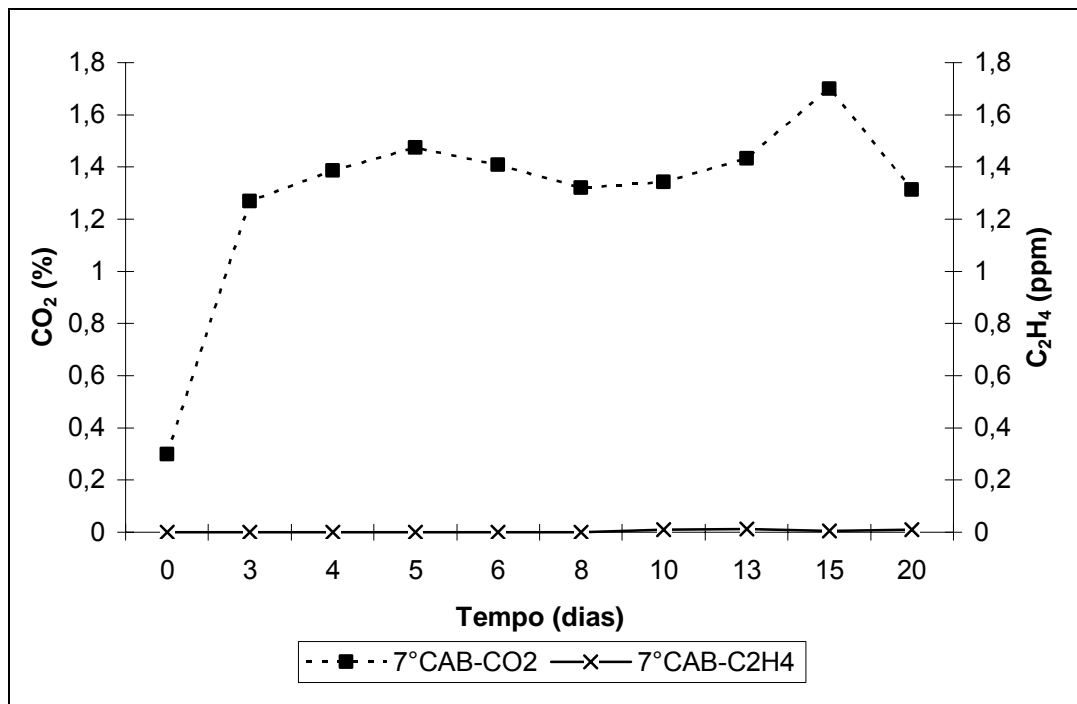


Figura 5.3. Composição da atmosfera modificada com absorção de etileno a 7°C.

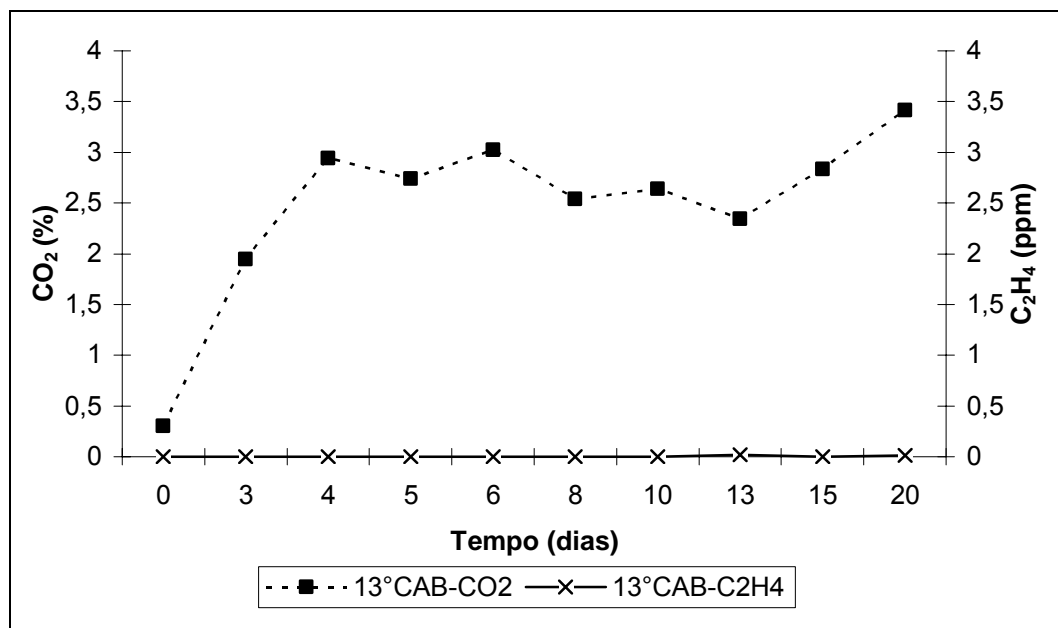


Figura 5.4. Composição da atmosfera modificada com absorção de etileno a 13°C.

### 4.3. Perda de massa

Observou-se que todos os tratamentos apresentaram baixos valores de perda de massa, abaixo de 0,41%. ROCHA et al. (2005) obtiveram valores acima de 5,7% de perda de massa, em mamão armazenado a 10°C durante 23 dias, sem a utilização de embalagens. Esse comportamento foi devido à utilização das embalagens de PEBD, que promoveram a formação de uma microatmosfera com altos valores de umidade relativa, reduzindo a perda de água do fruto para o ambiente circundante. Segundo HANDENBURG (1975), a principal vantagem da embalagem plástica é manter a qualidade pós-colheita mediante a redução da transpiração.

Na Figura 6, percebe-se a diferenciação em dois grupos: o que apresentou menores valores de perda de massa foi aquele composto pelos tratamentos de menor temperatura (7°C), enquanto o outro grupo, que apresentou maiores valores, foi composto pelos tratamentos de maior temperatura (13°C). Este fato indica que a temperatura proporcionou um efeito mais expressivo do que a atmosfera modificada para a perda de massa, concordando com os resultados de OLIVEIRA Jr. (2005), que trabalhou com mamão cv. Golden, armazenado em atmosfera modificada com e sem absorção de etileno.

Para uma mesma temperatura, observou-se que a presença do absorvedor de etileno provocou uma redução na perda de massa. Este efeito foi notado, principalmente, ao comparar a inclinação das retas de regressão linear dos tratamentos 13CAB e 13SAB. Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA (1995). Este comportamento pode ser atribuído à redução no metabolismo dos frutos, causado pelas baixas concentrações de etileno, mantendo os mesmos em baixas atividades respiratórias e de transpiração. JERÔNIMO e KANESIRO (2000) concluíram que o emprego da refrigeração e o uso de embalagens para alterar a atmosfera, durante o armazenamento, reduzem os processos de respiração e transpiração e, conseqüentemente, reduzem a perda de massa do produto.

7CAB	—●—	$\hat{y} = 0,0092*d$	$r^2 = 0,93$
7SAB	-○-	$\hat{y} = 0,0106*d$	$r^2 = 0,89$
13CAB	-▼-	$\hat{y} = 0,0132*d$	$r^2 = 0,99$
13SAB	-△-	$\hat{y} = 0,0201*d$	$r^2 = 0,99$

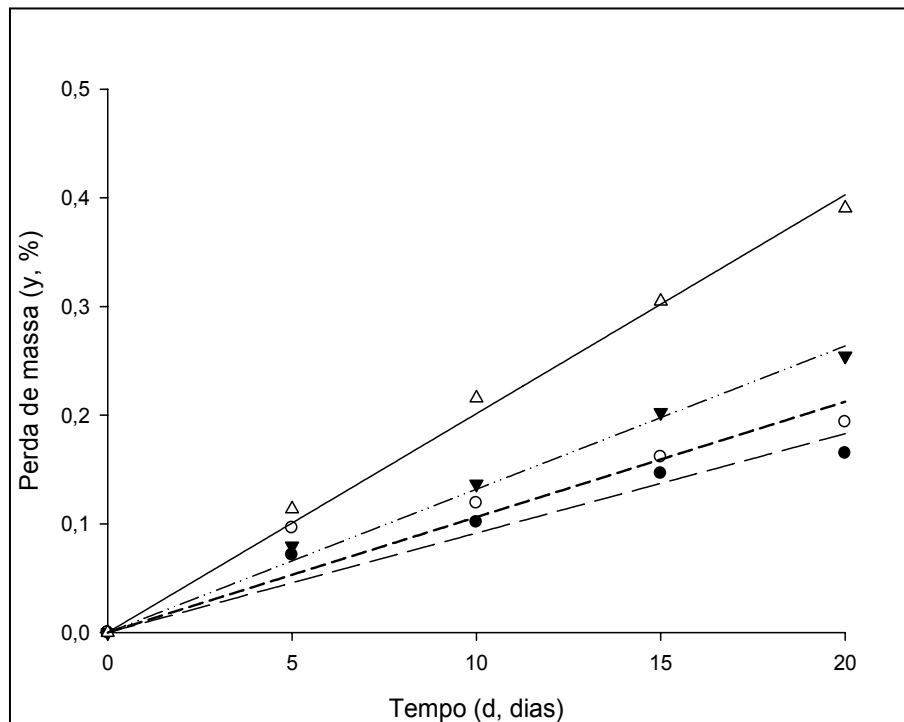


Figura 6. Estimativas e valores observados da perda de massa de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo de armazenagem.

#### 4.4. Força máxima de penetração na polpa

##### 4.4.1. Período de armazenagem refrigerado (1ª etapa)

De acordo com a Figura 7, o tratamento 7CAB mostrou-se como sendo o tratamento mais eficiente em conservar a firmeza da polpa do mamão cv. “Golden” durante os 20 dias de armazenagem refrigerado. Este resultado é explicado pelo maior retardo do amadurecimento proporcionado pela temperatura mais baixa (7°C), somado ao impedimento do estresse causado pelo frio, causado pela absorção de etileno. Peleg (1974) relatou que o amadurecimento do mamão é acompanhado pela perda de firmeza da sua polpa, o que torna esta característica uma das principais medidas do grau de maturação deste fruto.

7CAB	---●---	$\hat{y} = 273,8438 \cdot \exp(-0,0065 \cdot d)$	$R^2 = 0,71$
7SAB	---○---	$\hat{y} = 83,5108 + 196,3810 \cdot \exp(-0,1574 \cdot d)$	$R^2 = 0,94$
13CAB	---▼---	$\hat{y} = 227,5141 + 47,7457 \cdot \exp(-0,4277 \cdot d)$	$R^2 = 0,90$
13SAB	---△---	$\hat{y} = 15,4158 + 259,9679 \cdot \exp(-0,4810 \cdot d)$	$R^2 = 0,99$

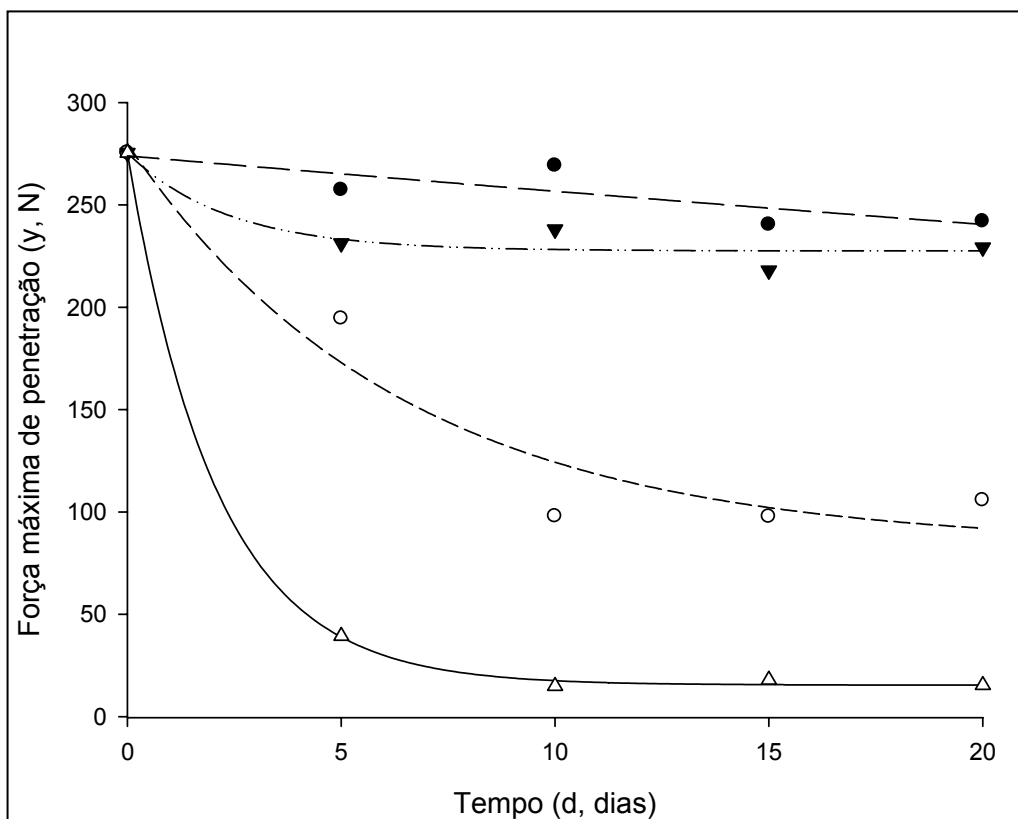


Figura 7. Curvas estimadas e valores observados da perda de força máxima de penetração da polpa de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo de armazenagem.

Ainda na Figura 7, nota-se a tendência à formação de dois grupos em relação à presença ou não dos absorvedores de etileno, sendo que os tratamentos com o produto obtiveram valores maiores de firmeza durante o armazenamento. Comportamento semelhante ao observado por ZICA e BRUNE (1973) em um experimento com banana “PRATA” e SILVA (1995), em mamão da variedade Solo.

O tratamento 7SAB obteve um comportamento exponencial de queda da perda de firmeza, sendo mais acentuada do que o tratamento 13CAB, fato este causado por dano pelo frio. Na Figura 8, o acometimento desse dano pode ser confirmado pela observação dos sintomas visuais do mesmo, além da elevação na concentração de etileno a partir do terceiro dia, conforme visto anteriormente. Os sintomas das injúrias causadas pelo frio são caracterizados

por rápida perda de firmeza, manchas, depressões, enrugamento, os quais são melhor visualizados depois que os frutos são colocados em condições ambientais. CHEN e PAULL (1986), AN e PAULL (1990) também registraram perdas de firmeza em mamão, decorrentes de injúrias causadas pelo frio.



Figura 8. Fotografia de um fruto acometido de danos por frio, após 5 dias de armazenamento a 7°C em atmosfera modificada sem absorção de etileno e mais cinco dias em condições ambientais.

Além do fato que temperaturas mais baixas mantêm melhor a textura dos frutos, as médias mais altas de firmeza do tratamento 7SAB, em relação ao 13SAB, podem ser atribuídas também ao dano causado pelo frio, pois, este apresenta como sintoma, dentre outros, distúrbios na maturação dos frutos, levando o mesmo a apresentar partes mais firmes, devido a esses distúrbios. Este sintoma foi também relatado por WANG (1994), HONG et al. (2000) e MUÑOZ et al. (2001).

Na Tabela 3, nota-se que em todos os dias de avaliação as diferenças de força máxima de penetração são significativas, em relação ao tipo de atmosfera modificada, com exceção do tempo igual a zero. Nota-se que, no decorrer do tempo, os valores de força máxima de penetração da polpa dos tratamentos com absorção de etileno mantêm-se superiores àqueles dos demais tratamentos. Com relação ao efeito da temperatura, a Tabela 3 indica uma sobreposição do efeito da absorção de etileno sobre a temperatura, ou seja, a diferença estatística, que aparece nos tratamentos sem absorção de etileno, desaparece nos tratamentos com absorção de etileno.

Tabela 3. Médias dos valores de força máxima de penetração da polpa (N) na 1ª etapa do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
Graus	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	275,36	275,36	194,46bA	257,32aA	97,81bA	269,17aA	97,63bA	240,36aA	105,67bA	241,95aA
13	275,36	275,36	39,30bB	231,22aA	14,87bB	237,99aA	17,93bB	217,94aA	15,36bB	229,18aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

De acordo com os resultados, é evidente a superioridade dos tratamentos com absorção de etileno para a conservação da firmeza da polpa do mamão Golden, pois, a redução da concentração de etileno reduziu a perda de consistência dos frutos, além de reduzir satisfatoriamente o acometimento dos danos causados pelo frio.

CHAN Jr. et al. (1981) e PAULL e CHEN (1990) relataram que o amadurecimento do mamão é acompanhado por aumento na atividade da enzima poligalacturonase, que é considerada a principal responsável pelo amaciamento do mamão. Altos níveis de atividade da poligalacturonase foram relacionados ao incremento na produção de etileno, em mamões minimamente processados, em trabalho de PAULL e CHEN (1997). Essa relação também foi obtida nos experimentos de HUBER e KARAKURT (2003), que encontraram relação entre o amaciamento de mamões intactos e minimamente processados e o aumento na atividade da ACC sintase e ACC oxidase, cuja atividade resulta na produção do etileno.

A diminuição da concentração de etileno na atmosfera de armazenamento tem sido citada por vários autores, como forma de redução na incidência de injúrias causadas pelo frio (PRATELLA & BIONDI, 1992; ARTÉS, 1995; LUCHINGER, 1996).

#### 4.4.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)

Como pode ser visto nas Figuras 9.1 a 9.4, em todos os períodos de armazenamento, após a retirada dos frutos da refrigeração, apresentaram-se valores baixos e semelhantes de força máxima de penetração. Este fato é explicado pela chegada ao final da maturação dos frutos e, conseqüentemente,

o amaciamento da polpa dos mesmos. Silva (1995) encontrou valores baixos e próximos de força de penetração da polpa de mamão, após manter os frutos, previamente tratados com diferentes atmosferas modificadas, em condições ambientais.

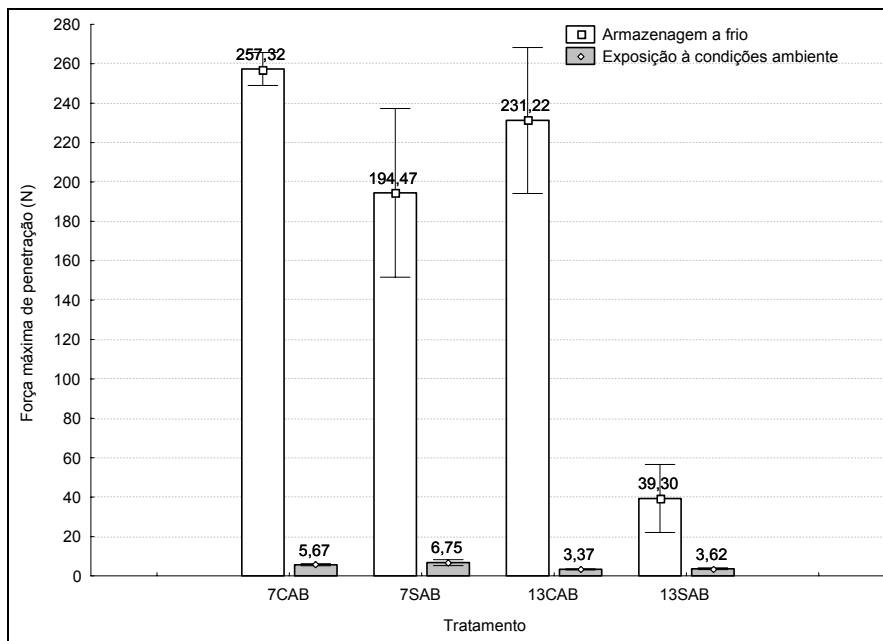


Figura 9.1. Força máxima de penetração da polpa nos diversos tratamentos, para os frutos após 5 dias em ambiente refrigerado mais 5 dias em condições ambientais.

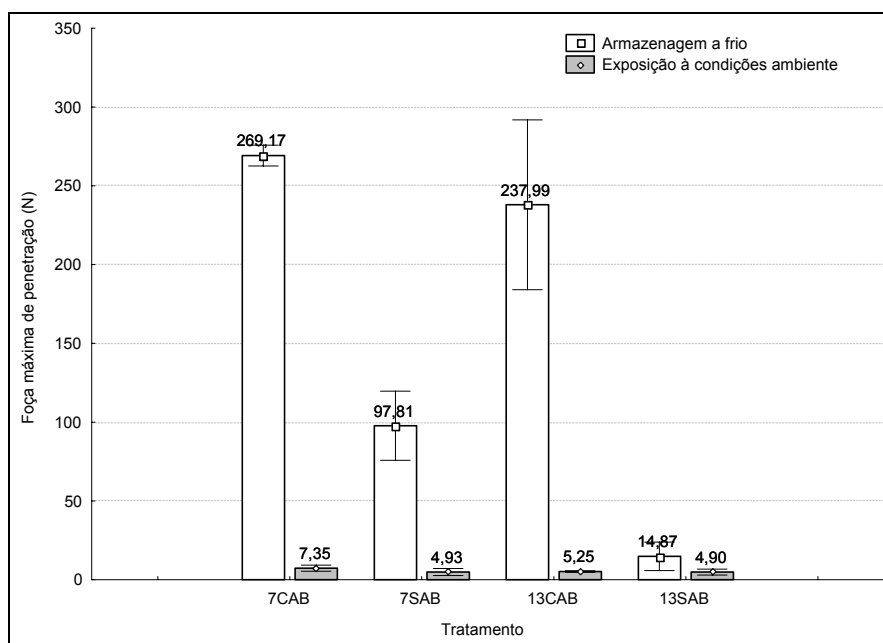


Figura 9.2. Força máxima de penetração da polpa nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 10 dias em ambiente refrigerado mais 5 dias em condições ambientais.

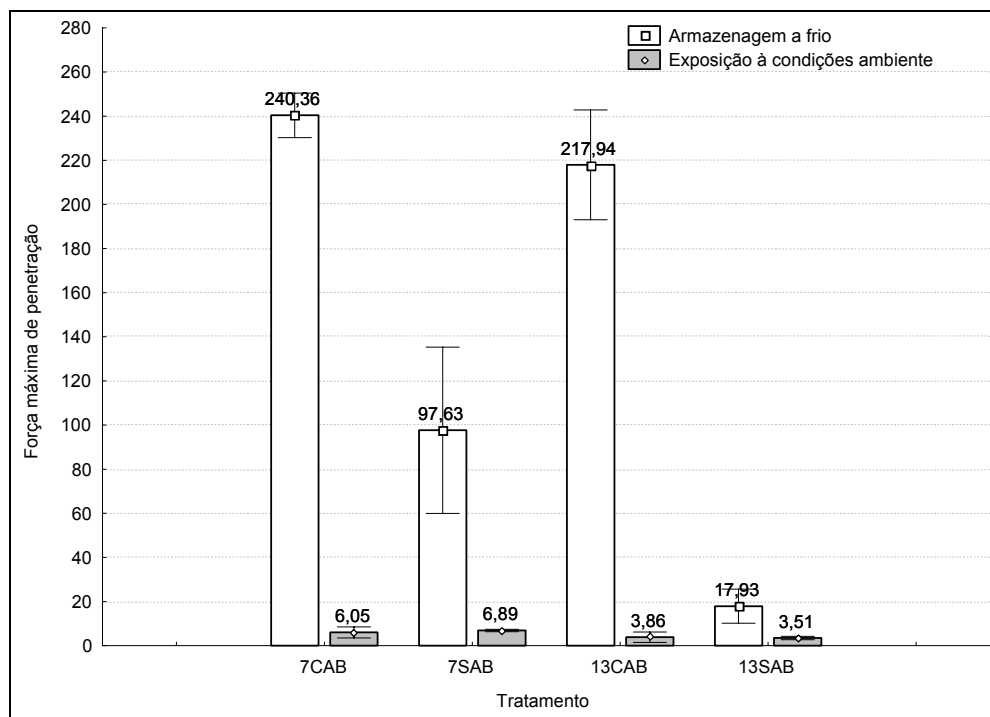


Figura 9.3. Força máxima de penetração da polpa nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado mais 5 dias em condições ambientais.

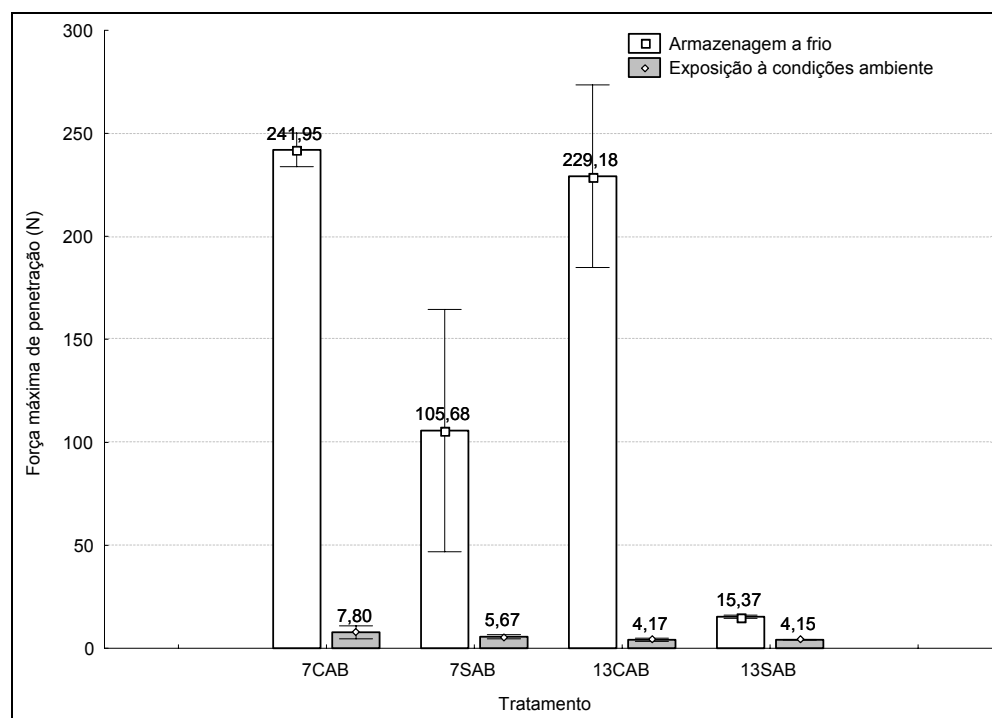


Figura 9.4. Força máxima de penetração da polpa nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado mais 5 dias em condições ambientais.

## **4.5. Força máxima de penetração da casca**

### **4.5.1. Período de armazenamento refrigerado (1ª etapa)**

Os resultados da evolução de força máxima de penetração da casca são representados na Figura 10, onde se pode observar a evolução desta característica durante o tempo de armazenamento em ambiente refrigerado. Pode-se observar a formação de grupos pelo tipo de modificação da atmosfera, comportamento este semelhante ao comportamento da força máxima de penetração da polpa, isto é, os tratamentos com absorção de etileno apresentaram valores finais de força de penetração maiores que os tratamentos sem os absorvedores.

Com o decorrer do amadurecimento, a casca do mamão torna-se fina e menos resistente, o que diminui a força necessária à sua penetração. A temperatura mais baixa (7°C) aliada à atmosfera modificada, ativamente, com absorção de etileno apresentou melhor conservação da firmeza da casca do mamão cv. "Golden" até o 20º dia de armazenamento. Este resultado concorda com os resultados obtidos por CORRÊA (1992), trabalhando com abacate da variedade "Hass".

Notou-se que a força de penetração no tratamento 7SAB foi maior do que nos tratamentos de 13°C por um período pouco maior que 5 dias, continuando sua redução e resultando valores de força menores que aqueles do tratamento 13CAB, ao final do período de armazenamento refrigerado. Este resultado pode ser explicado pelo fato de os sintomas do dano, causado pelo frio, agravarem-se com o tempo, tornando a casca desses frutos menos resistente de forma mais acelerada. A menor resistência da casca de frutos acometidos por danos, causados pelo frio, também foi citada nos trabalhos de WANG (1982) e CRISOSTO et al. (1999).

Como se pode constatar na Tabela 4, tanto a temperatura quanto a forma de modificação da atmosfera obtiveram diferenças estatísticas em todos os períodos de armazenamento, com exceção do tempo zero, sendo que as temperaturas menores e os tratamentos com absorção de etileno apresentaram sempre valores maiores de resistência à penetração da casca.

7CAB	-----	$\hat{y} = 55,58$	-
7SAB	-----○-----	$\hat{y} = 57,7098 \cdot \exp(-0,0256 \cdot d)$	$R^2 = 0,95$
13CAB	-----▼-----	$\hat{y} = 45,9439 + 9,9941 \cdot \exp(-0,1648 \cdot d)$	$R^2 = 0,96$
13SAB	-----△-----	$\hat{y} = 8,9881 + 48,2741 \cdot \exp(-0,1554 \cdot d)$	$R^2 = 0,93$

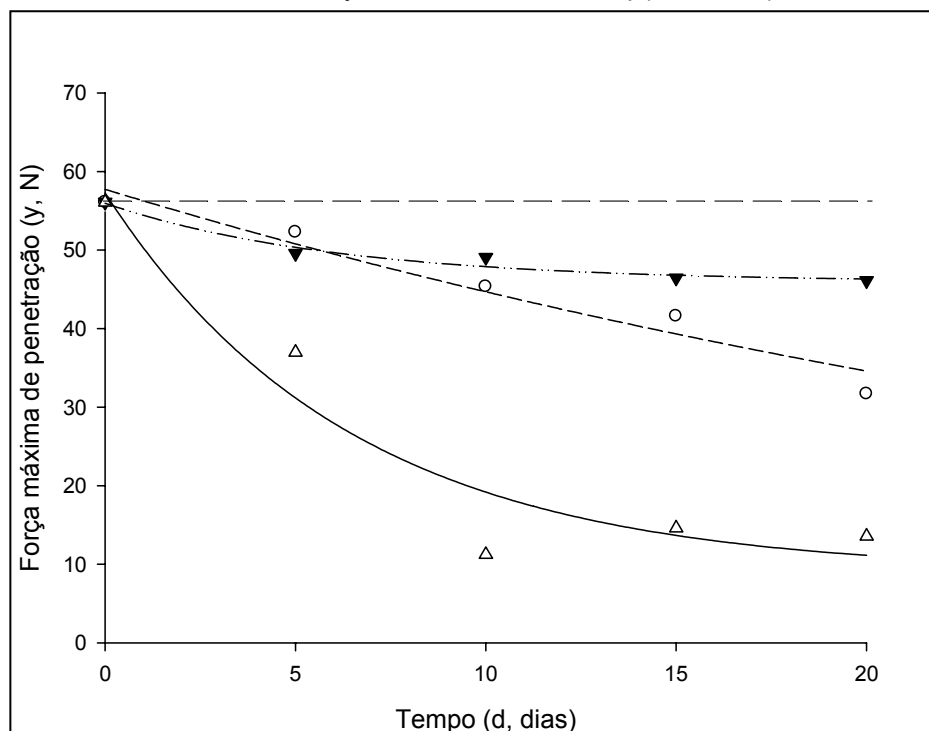


Figura 10. Curvas estimadas e valores observados da perda de firmeza da casca de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo de armazenagem da 1ª etapa.

Tabela 4. Médias dos valores de força máxima de penetração da casca (N) na primeira fase do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
Graus	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	56,08	56,08	52.27bA	56.08aA	45.33bA	55.58aA	43.24bA	55.86aA	31.67bA	54.30aA
13	56,08	56,08	36.97bB	46.43aB	11.22bB	49.06aB	14.61bB	46.10aB	13.56bB	49.56aB

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

#### 4.5.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)

Como pode ser observado nas Figuras 11.1 a 11.4 nos tempos 5 e 10 dias, o tratamento 7CAB destacou-se dos demais quanto a manter uma maior resistência à penetração da casca dos frutos, após a exposição dos mesmos

durante 5 dias em condições ambientais, sendo que os outros tratamentos apresentaram resultados próximos entre si.

Nos tempos de 15 e 20 dias de armazenamento refrigerado, nota-se que os tratamentos com temperatura igual a 7°C mantiveram maiores valores para a força de penetração. Entretanto, os motivos desta maior resistência à penetração da casca têm causas diferentes.

Enquanto o tratamento 7CAB promoveu maior retardo no amadurecimento dos frutos e redução nos danos causados pelo frio, o tratamento 7SAB proporcionou maior resistência de casca devido aos sintomas das injúrias causadas pelo frio. O dano causado pelo frio provocou enrugamento na casca dos frutos, tornando-a mais elástica e resultando uma casca mais difícil de ser penetrada. Tal enrugamento é decorrente da anormal desidratação causada pelo dano por frio, sintoma este citado por HIDALGO et al. (1996) e Nordby e Mc DONALD (1991) citados por ARTES e ARTÉS (2003) e LURIE e CRISOSTO (2005). Outro sintoma típico deste dano e que também contribuiu para este resultado, foi a maturação desigual no mesmo fruto, ou seja, partes da casca em estados de maturação menos avançados (mais resistentes) que outros. A irregularidade de maturação da casca também foi citada, como sintoma de dano causado pelo frio, por WANG (1994), KEHR (2002) e VITTI (2004).

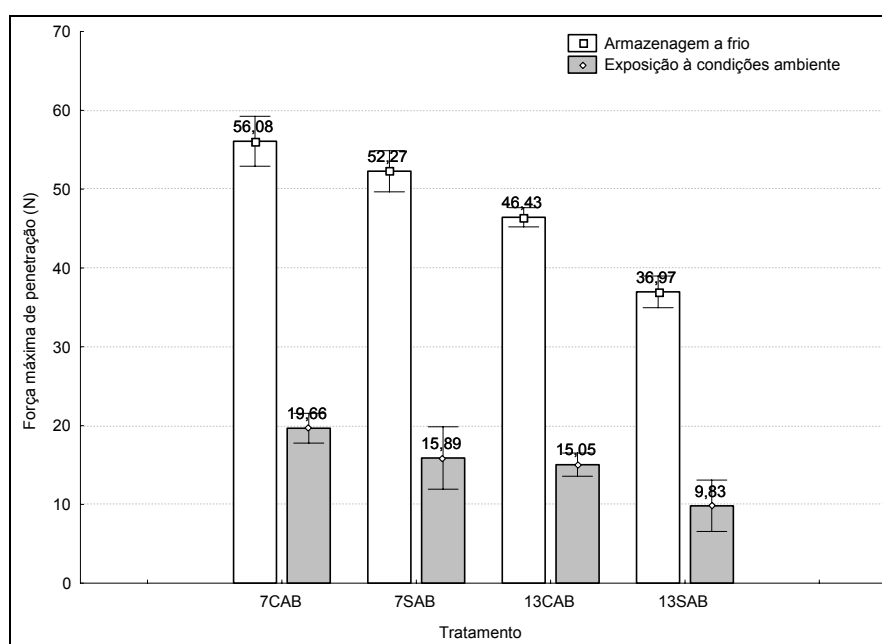


Figura 11.1. Força máxima de penetração da casca nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

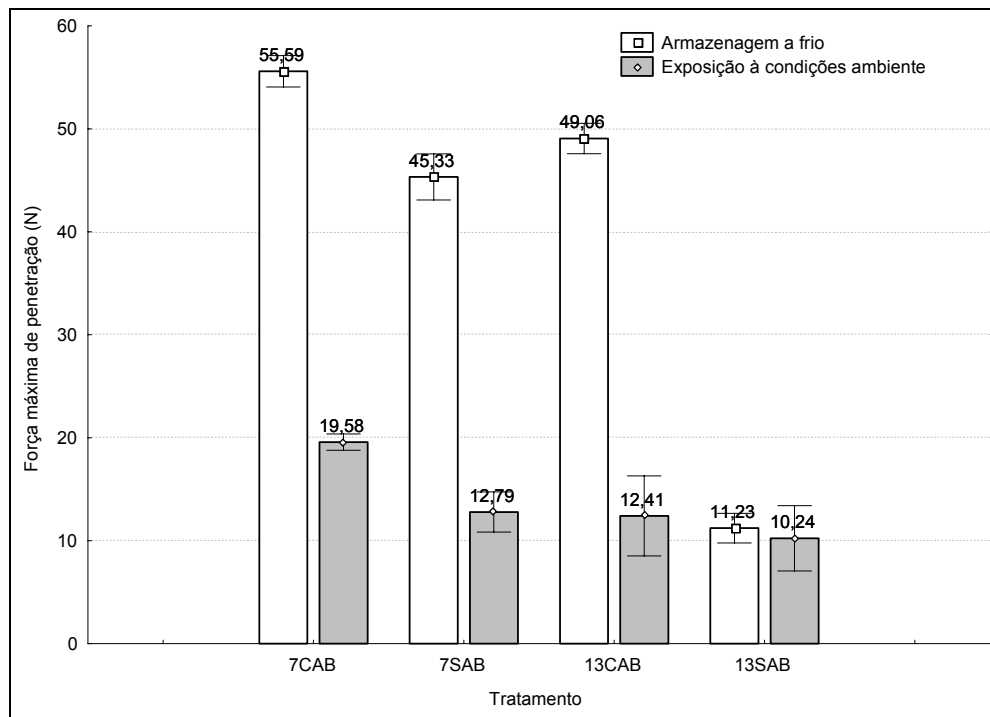


Figura 11.2. Força máxima de penetração da casca nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 10 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

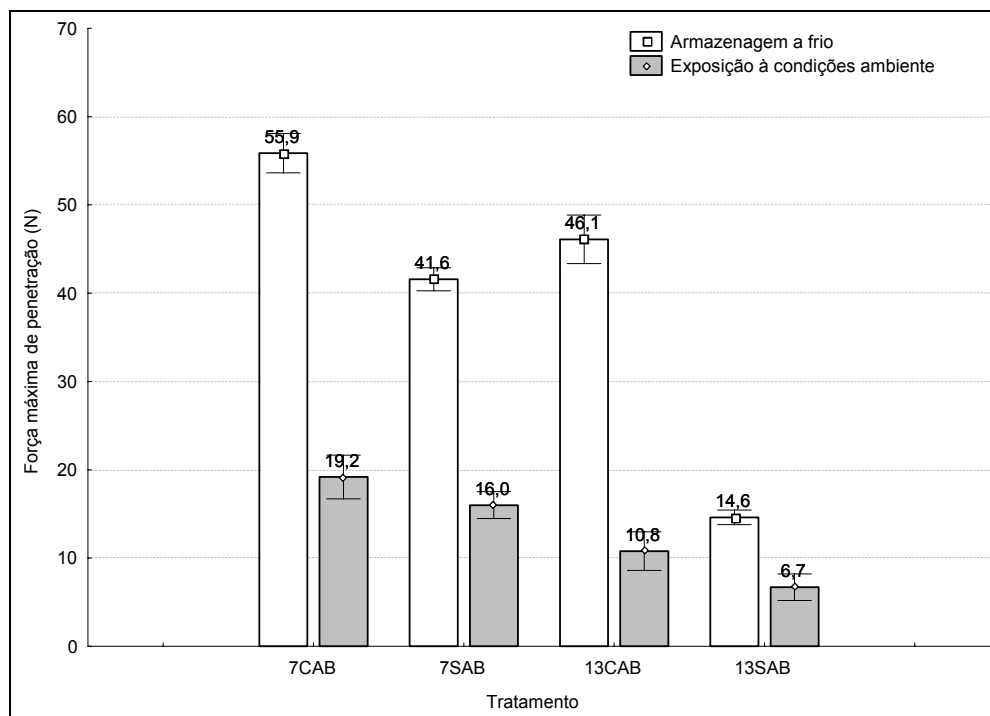


Figura 11.3. Força máxima de penetração da casca nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

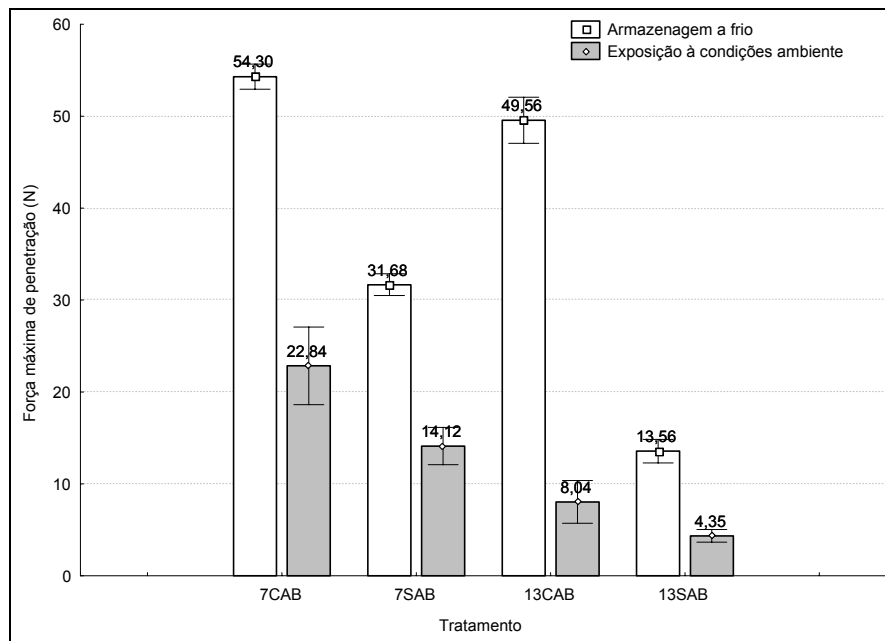


Figura 11.4. Força máxima de penetração da casca nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

## 4.6. Acidez titulável

### 4.6.1. Período de armazenamento refrigerado (1ª etapa)

Em todos os tratamentos, houve decréscimo na acidez titulável nos primeiros dias e, em seguida, observou-se uma tendência à estabilização, conforma demonstrado na Figura 12. BALBINO (1997) observou uma redução na acidez titulável de mamões armazenados a frio, atribuindo esse efeito à redução na atividade respiratória, promovida pelos tratamentos utilizados na pós-colheita, bem como a conseqüente redução na produção de ácidos intermediários da respiração. A refrigeração causou uma estabilização nos valores de acidez titulável de manga cv. Palmer, em trabalho realizado por MELO NETO (1996).

Na Tabela 5, observa-se a influência da temperatura de armazenagem sobre a acidez titulável da polpa do mamão “Golden”. Com exceção do tempo “0”, a menor temperatura, sem os absorvedores de etileno, alcançou valores menores dessa característica em todos os períodos de tempo experimentados, evidenciando o fato que as menores temperaturas retardam o amadurecimento do fruto devido à redução nas atividades metabólica e respiratória dos frutos. Em contrapartida, nos tratamentos em que houve a presença do absorvedor de

etileno (7CAB e 13CAB), as médias foram estatisticamente iguais, o que mostra que esse tratamento retardou, significativamente, o amadurecimento dos frutos à temperatura mais alta (13°C) a ponto de igualar-se, quanto a esta característica, aos valores da temperatura mais baixa (7°C), isto é, o efeito da absorção de etileno sobrepôs-se ao efeito da temperatura. A Figura 12 reafirma este fato, evidenciando a manutenção dos valores de porcentagem de ácido cítrico mais baixos nos tratamentos 7CAB e 13CAB.

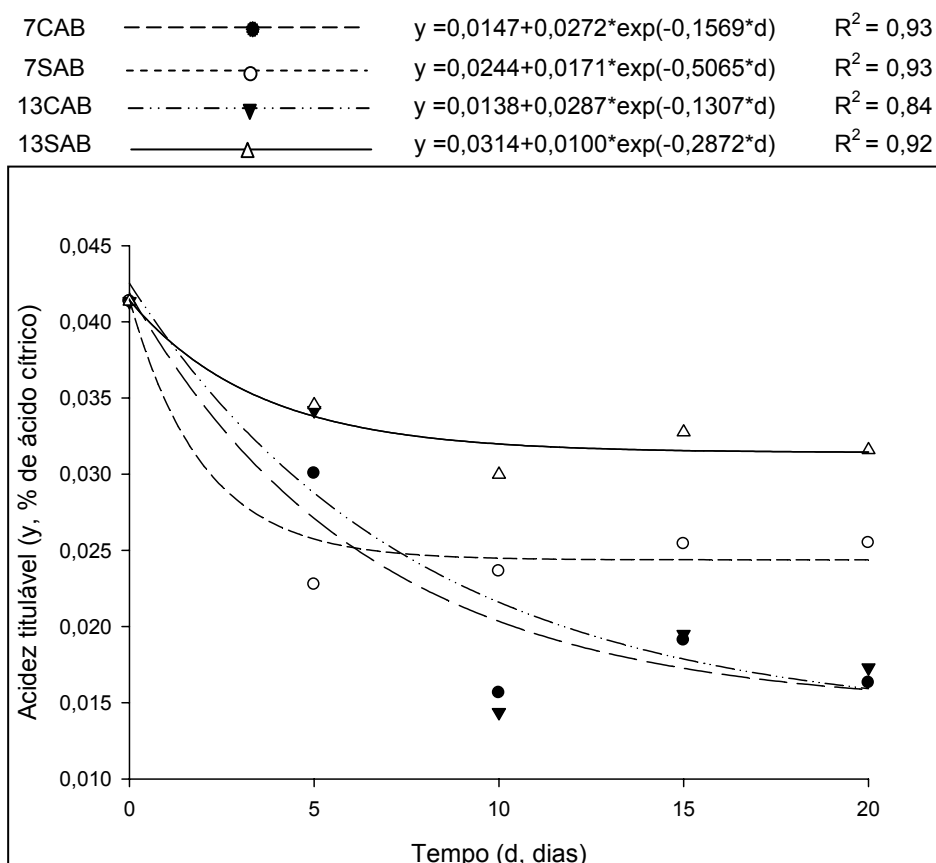


Figura 12. Valores observados e curvas estimadas da evolução da acidez titulável de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo na 1ª etapa do experimento.

Tabela 5. Médias dos valores de acidez titulável (% de ácido cítrico) na primeira fase do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	0,041	0,041	0,023bB	0,030aA	0,024aB	0,016bA	0,025aB	0,019bA	0,025aB	0,016bA
13	0,041	0,041	0,034aA	0,034aA	0,030aA	0,014bA	0,033aA	0,019bA	0,032aA	0,017bA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

#### 4.6.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)

Após 5 dias de exposição à condição de 25°C e 60±3% de umidade relativa, os valores de acidez titulável tiveram um significativo aumento, ou seja, o acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o ácido cítrico, aumentou com o amadurecimento dos frutos, para todos os tratamentos. Segundo LAZAN et al. (1989), a acidez titulável aumenta com o amadurecimento dos frutos do mamoeiro até que estes atinjam o estágio correspondente a 75% da superfície da casca amarela.

Como se observa nas Figuras 13.1 a 13.4, os valores de acidez titulável dos frutos na segunda etapa do experimento mantiveram-se próximos, indicando que, provavelmente, atingiram seu valor máximo. SARZI et al. (2002) verificaram teores mais altos de acidez titulável em mamões cortados em pedaços, atribuindo esse aumento ao incremento do ácido galacturônico, provocado pela alta atividade enzimática no produto.

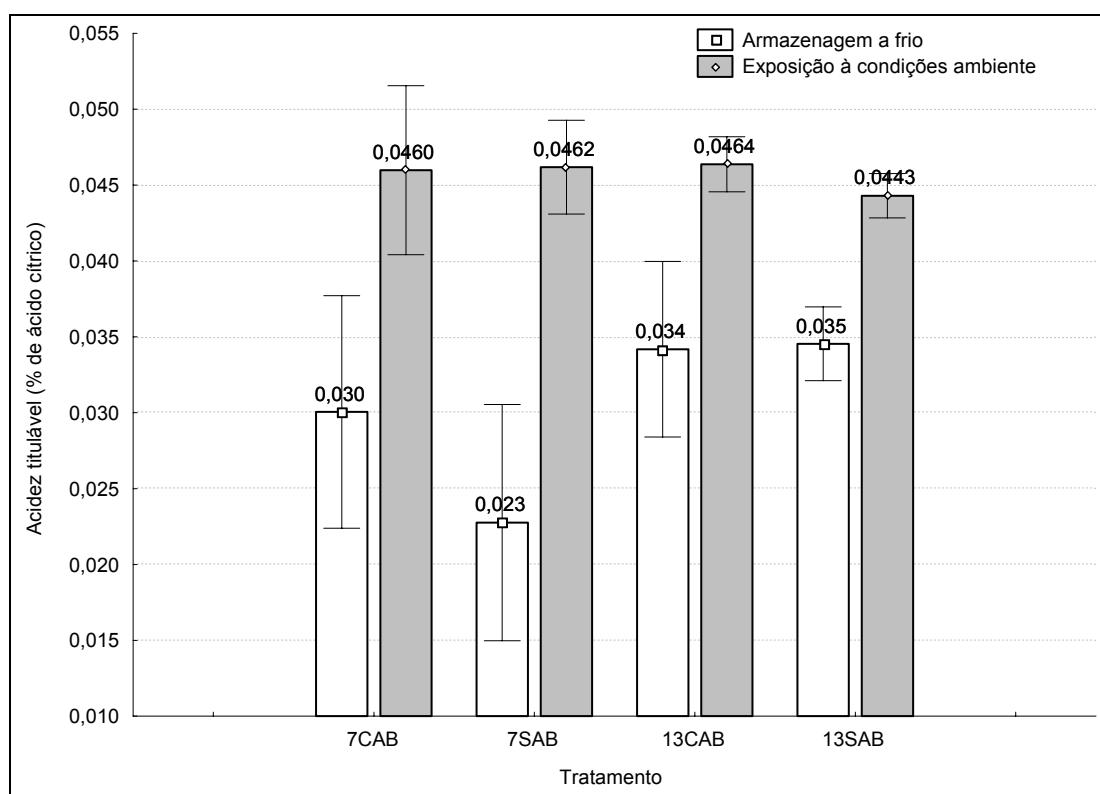


Figura 13.1. Evolução da acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

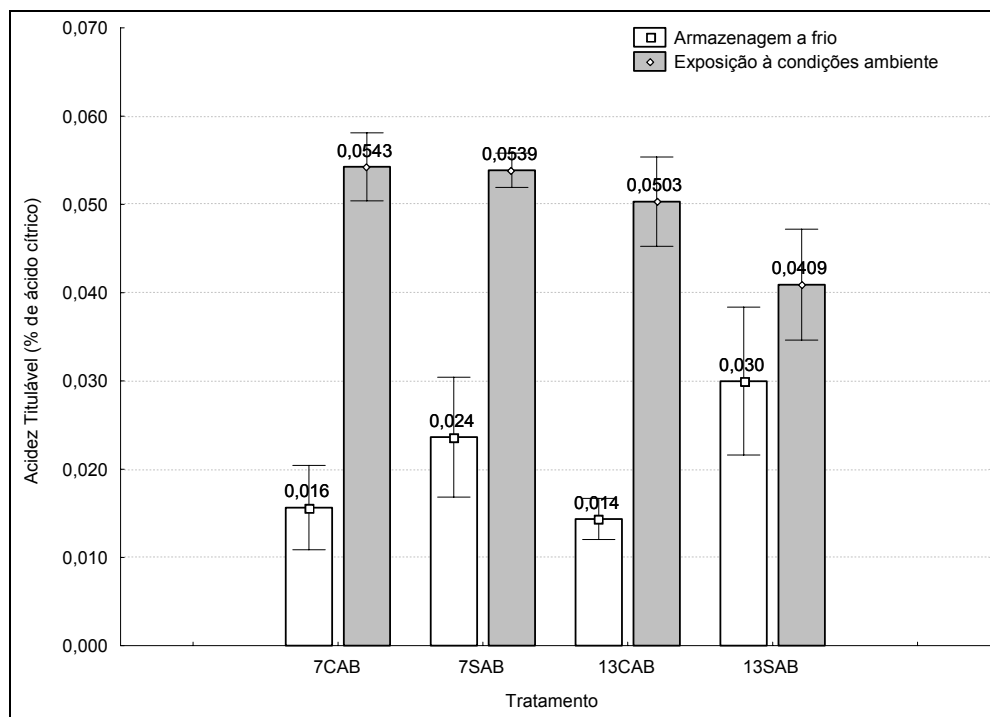


Figura 13.2. Evolução da acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 10 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

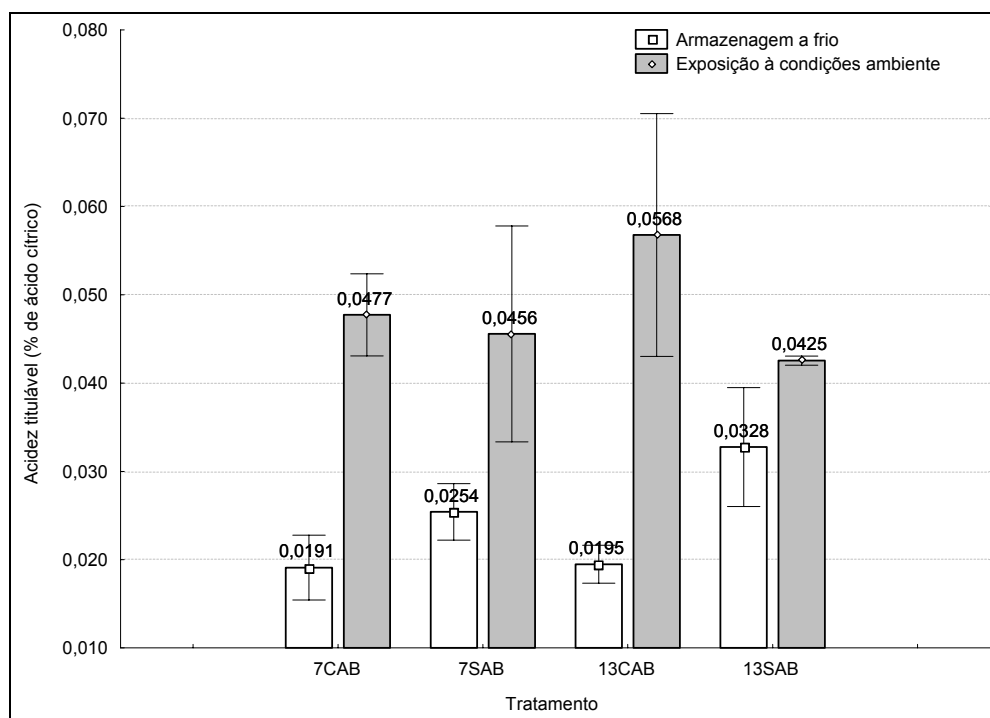


Figura 13.3. Evolução da acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

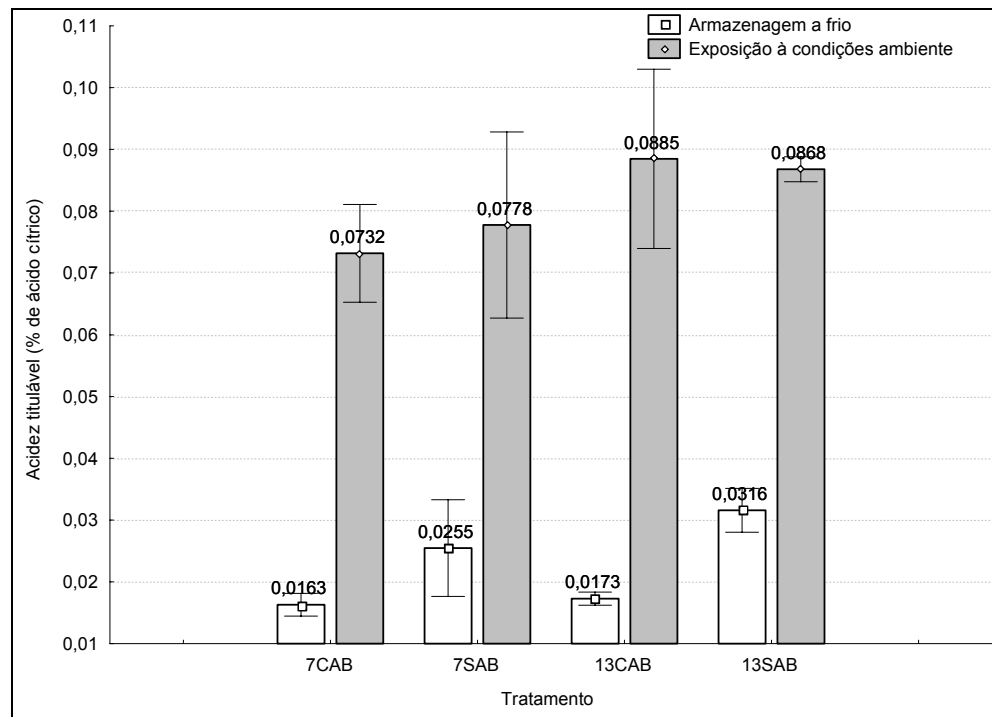


Figura 13.4. Evolução da acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

O aumento da acidez titulável em todos os tratamentos, que é detectado quando se comparam as médias do armazenamento a frio com as da exposição às condições ambientais, foi causado pela maior taxa metabólica, promovida pela temperatura mais elevada (25°C).

#### 4.7. Sólidos solúveis totais

##### 4.7.1. Período de armazenamento refrigerado (1ª etapa)

Nos teores médios de sólidos solúveis totais, observou-se um aumento significativo com o decorrer do tempo, alcançando valores máximos acima de 13°Brix. Conforme se observa na Figura 14, esses valores evoluíram em um comportamento exponencial, coincidindo com os resultados obtidos por CALEGARIO (1997).

O aumento no teor de sólidos solúveis pode ser explicado pela continuação das funções metabólicas dos frutos, fato este que pode ser confirmado por meio da análise dos coeficientes de correlação entre a evolução

da concentração de CO<sub>2</sub> no interior das embalagens e a evolução da porcentagem de sólidos solúveis, que apresentou valores de coeficiente de correlação 0,74 para os tratamentos com absorção de etileno e 0,93 para os tratamentos sem absorção de etileno.

7CAB	---●---	$\hat{y} = 4,9502 + 14,5749 \cdot (1 - \exp(-0,0527 \cdot d))$	R <sup>2</sup> = 0,95
7SAB	---○---	$\hat{y} = 5,3382 + 8,7005 \cdot (1 - \exp(-0,3203 \cdot d))$	R <sup>2</sup> = 0,99
13CAB	---▼---	$\hat{y} = 5,0608 + 10,5351 \cdot (1 - \exp(-0,0997 \cdot d))$	R <sup>2</sup> = 0,95
13SAB	---△---	$\hat{y} = 5,3325 + 7,9100 \cdot (1 - \exp(-0,2888 \cdot d))$	R <sup>2</sup> = 0,99

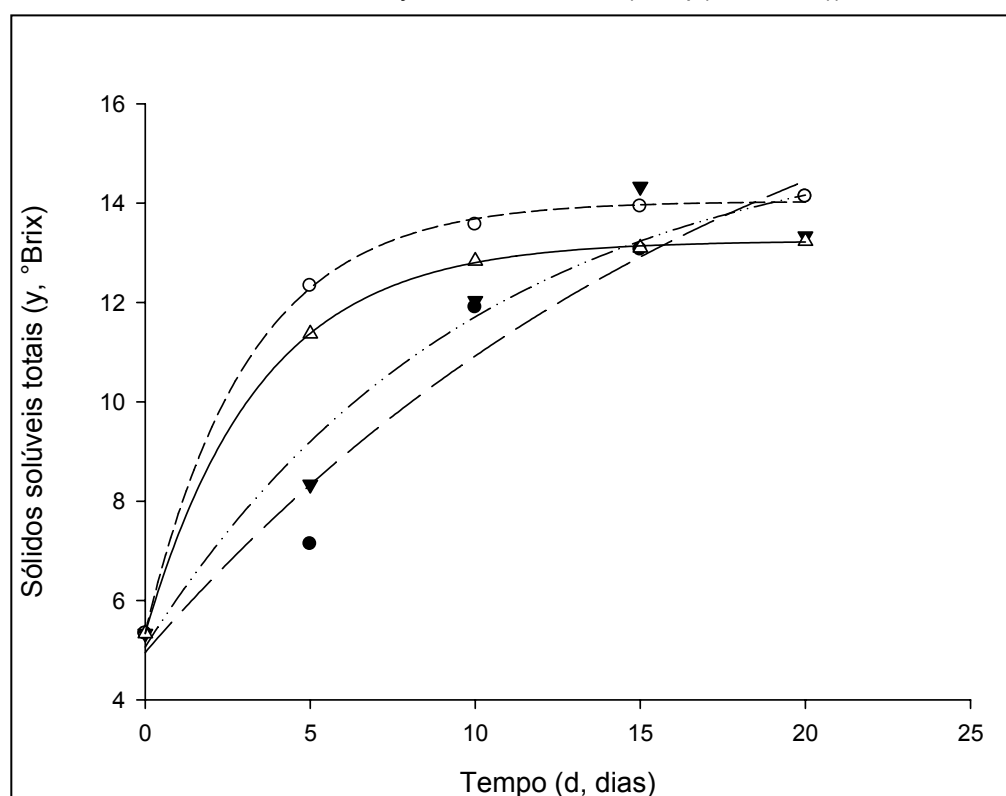


Figura 14. Valores observados da evolução de sólidos solúveis totais de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo na 1ª etapa do experimento

Não foram detectadas diferenças estatísticas nos efeitos de atmosferas modificadas e temperaturas, podendo-se inferir que o teor de sólidos solúveis não foi uma característica sensível aos tratamentos pós-colheita aplicados, durante o armazenamento refrigerado. BALBINO (1997) não registrou diferenças estatísticas na utilização de atmosfera modificada, pela aplicação de cera, em mamões do grupo solo.

Na Figura 14, pode-se constatar o aumento na concentração de sólidos solúveis, tendendo a uma estabilização a partir do 15º dia, que ficou em valores próximos a 13 e 14ºBrix. AKAMINE e GOO (1971) encontraram, para frutos mamão do grupo solo, como teor de sólidos solúveis máximo, teores aproximados de 14ºBrix, em frutos com cerca de 80% de casca amarela.

#### 4.7.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)

Da mesma forma como ocorreu na avaliação de sólidos solúveis para a 1ª etapa, as médias dos tratamentos para os períodos de tempo 10, 15, e 20 dias foram semelhantes, conforme se observa nas figuras 15.1 a 15.4. Estes resultados podem ser explicados pela chegada dos frutos à máxima concentração de sólidos solúveis, indicando a fase final da maturação. FONSECA (2005) afirma que o cultivar “Golden” apresenta teores de sólidos solúveis acima de 12º Brix no estágio final de maturação, que corresponde entre 85 a 100% da casca amarela.

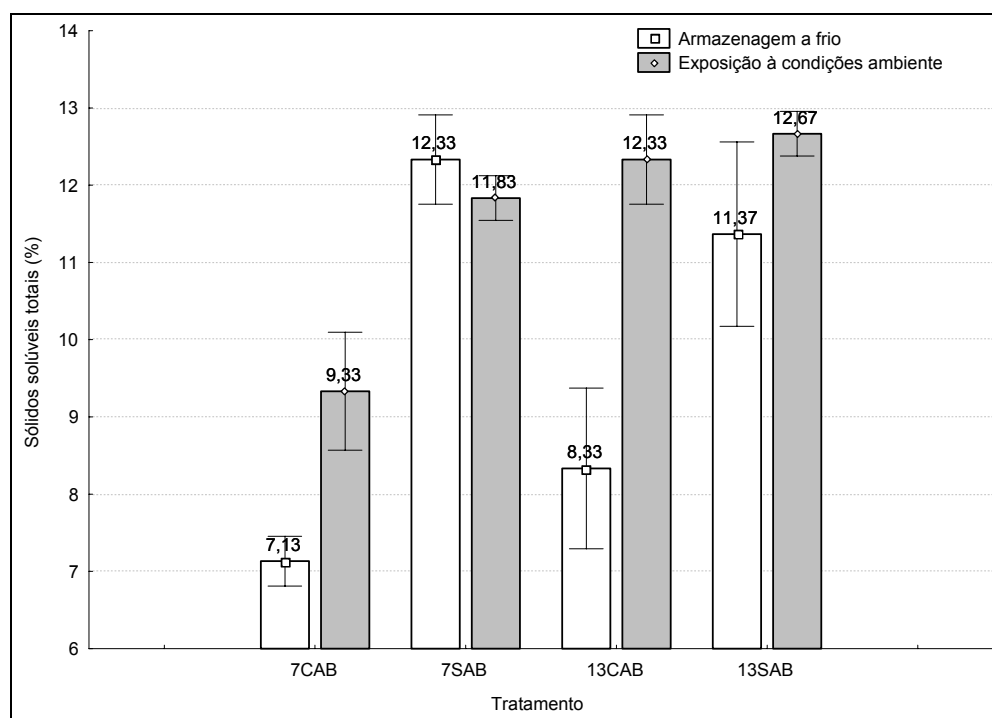


Figura 15.1. Evolução da concentração de sólidos solúveis totais, em °Brix, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

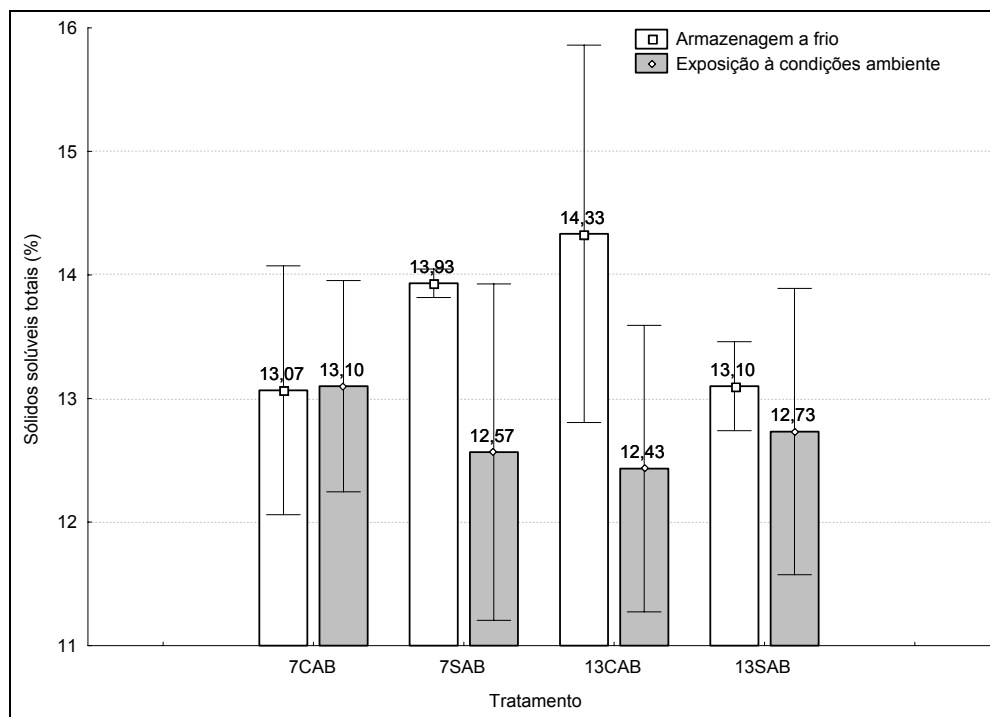


Figura 15.2. Evolução da concentração de sólidos solúveis totais, em °Brix, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

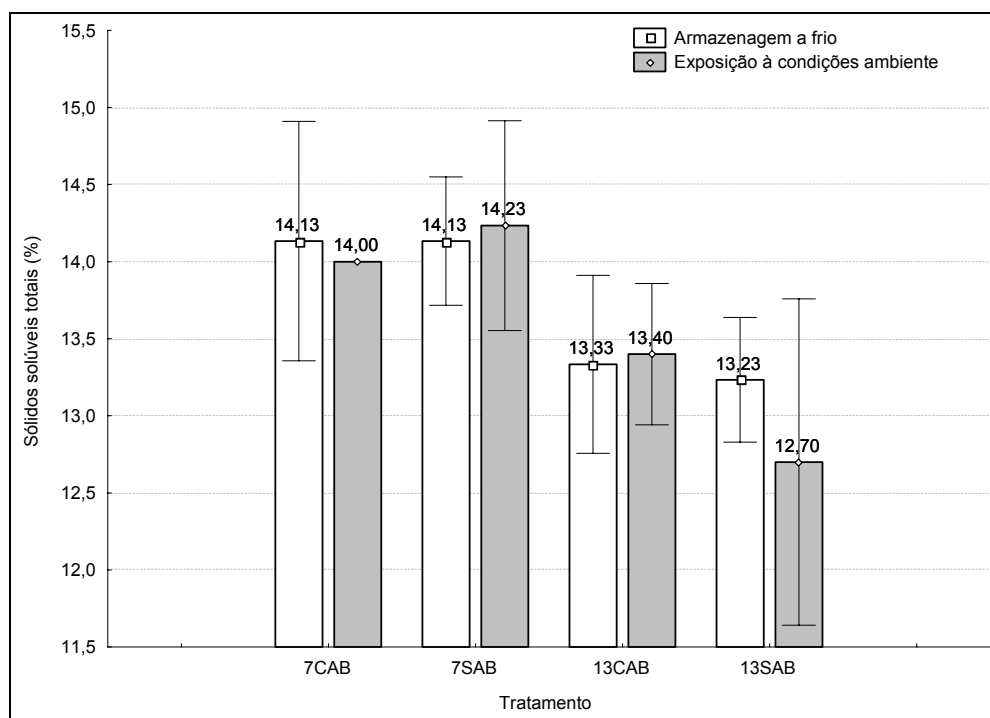


Figura 15.3. Evolução da concentração de sólidos solúveis totais, em °Brix, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

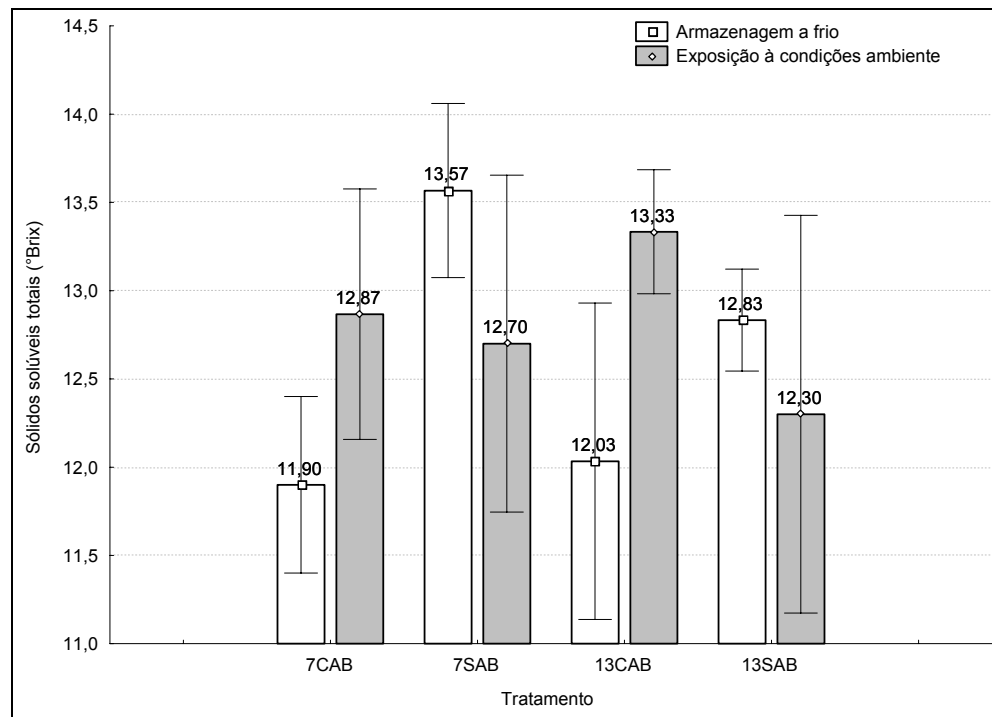


Figura 15.4. Evolução da concentração de sólidos solúveis totais, em °Brix, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 10 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

Os resultados das médias da evolução dos sólidos solúveis totais nas duas etapas do experimento são representados nas figuras 15.1 a 15.4. Para o período de 5 dias, observou-se que o tratamento 7CAB foi mais eficiente em retardar o aumento do teor de sólidos solúveis, mantendo este teor em torno dos 9,3°Brix (Figura 15.1). Segundo BALBINO (2003), o teor de sólidos solúveis com 6% de casca amarela situa-se em torno de 11,5°Brix. Este comportamento indica que mesmo após 5 dias de armazenagem a frio, seguindo-se mais 5 dias de exposição às condições ambientais (25°, ± 60% de umidade relativa), os frutos ainda não haviam atingido seu ponto máximo de maturação.

#### 4.8. Cor da casca

##### 4.8.1. Período de armazenamento refrigerado (1ª etapa)

OLIVEIRA et al. (2002) elaboraram uma classificação não visual, na forma de valores para *L*, *a* e *b* da escala Hunter, que classifica os frutos em 4 estádios de maturação. Esta escala corresponde à escala visual de

FOLEGATTI e MATSUURA (2002), no que diz respeito à porcentagem de casca amarela, podendo ser visualizada na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios e seus respectivos desvios de  $L$ ,  $a$  e  $b$  nos estádios de maturação de frutos de mamão “Golden”

Estádio de maturação	$L$	$a$	$b$
2	54,547 ± 2,607	-4,656 ± 1,754	24,822 ± 1,407
3	58,004 ± 2,194	-1,315 ± 1,862	27,648 ± 1,612
4	61,089 ± 1,997	2,037 ± 2,011	29,841 ± 1,335
5	64,200 ± 2,037	6,258 ± 1,903	32,190 ± 1,218

Extraído de OLIVEIRA et al. (2002).

Observou-se que todos os tratamentos mantiveram os valores de  $L$ ,  $a$  e  $b$  dentro dos limites, que classificam os frutos até o estágio 2 de maturação, mostrando que todos os tratamentos foram eficientes em manter a coloração verde dos frutos, durante um período de 20 dias em armazenagem refrigerada. Nota-se que pelos valores de OLIVEIRA et al. (2002), com o decorrer da maturação, os valores de  $L$ ,  $a$  e  $b$  aumentam, o que leva à conclusão que valores menores do que o da sua tabela indicam estádios de maturação anteriores, como aconteceu no presente experimento, cujos frutos utilizados foram colhidos entre os estádios 1 e 2 de maturação.

Tabela 7. Classificação do grau de maturação dos frutos através das médias dos valores de  $L$ ,  $a$  e  $b$  de todos os períodos de armazenamento refrigerado, para cada tratamento

Tratamento	$L$	$a$	$b$	Classificação
7CAB	49,750	-4,420	22,304	≤2
7SAB	49,944	-3,341	22,470	≤2
13CAB	50,671	-3,948	22,761	≤2
13SAB	50,636	-2,704	23,451	≤2

A manutenção da cor verde foi também percebida nas fotos dos frutos (Figuras 16 a 19), logo após retirá-los do interior das câmaras.

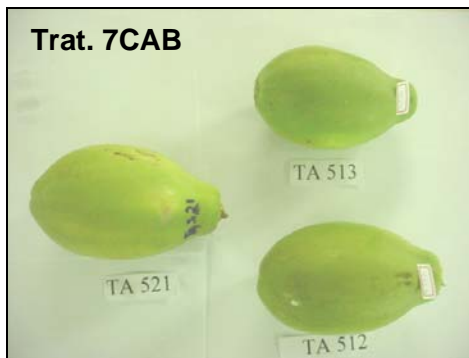


Fig.16. 1

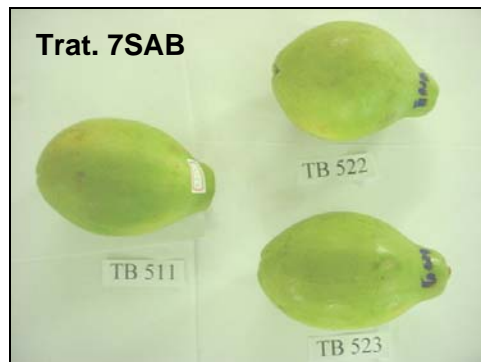


Fig.16. 2

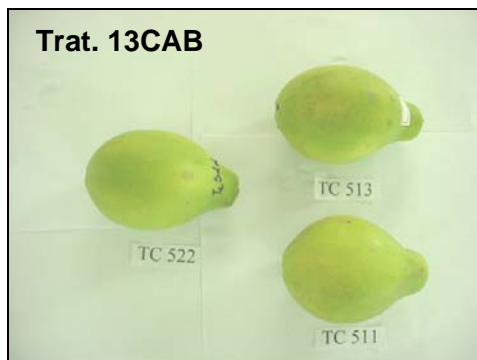


Fig.16. 3



Fig.16. 4

Figura 16. Imagens dos frutos, nos diversos tratamentos, após o período de 5 dias de armazenamento refrigerado.

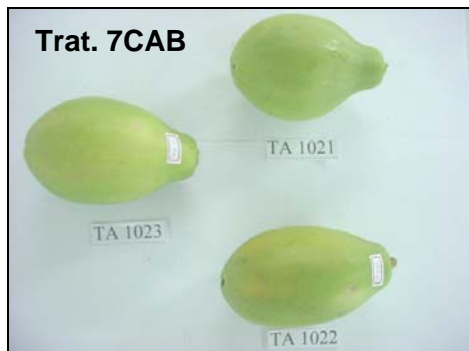


Fig.17. 1



Fig.17. 2

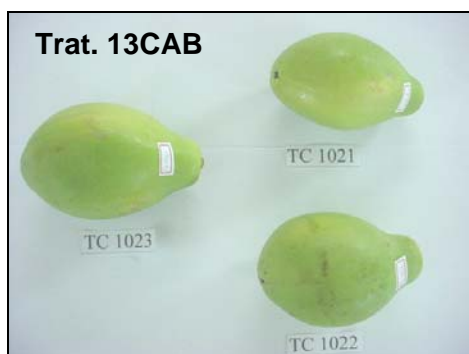


Fig.17. 3

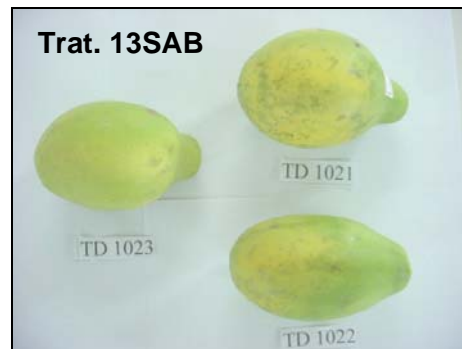


Fig.17. 4

Figura 17. Imagens dos frutos, nos diversos tratamentos, após o período de 10 dias de armazenamento refrigerado.

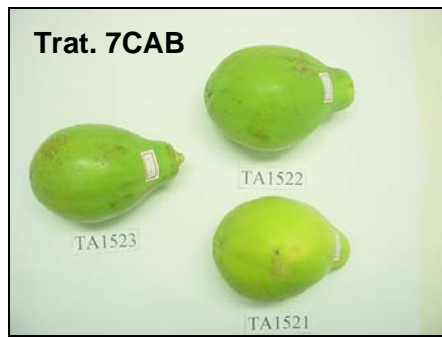


Fig.18. 1



Fig.18. 2



Fig.18. 3



Fig.18. 4

Figura 18. Imagens dos frutos, nos diversos tratamentos, após o período de 15 dias de armazenamento refrigerado.



Fig.19. 1



Fig.19. 2

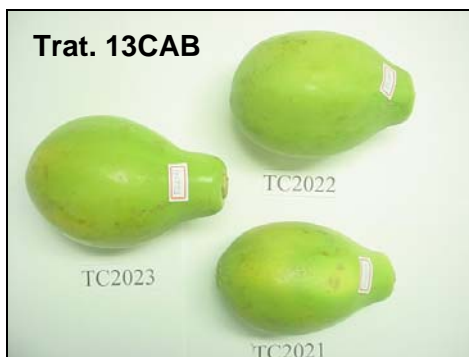


Fig.19. 3



Fig.19. 4

Figura 19. Imagens dos frutos, nos diversos tratamentos, após o período de 20 dias de armazenamento refrigerado.

A variação nos valores de Hue para os tratamentos foi estatisticamente significativa, conforme se observa na Tabela 8. Tais valores foram, estatisticamente, semelhantes até o quinto dia de armazenamento. A partir daí, os tratamentos com absorção de etileno em ambas as temperaturas obtiveram valores maiores. De acordo com o espaço cromático de Hunter, os valores de Hue situados no 2º quadrante indicam a cor verde; somente a partir de valores do 1º quadrante ( $<90^\circ$ ) é que inicia a cor amarela. Apesar da tonalidade da cor não ter mudado, isto é, os frutos continuaram verdes, a cor tendeu a aproximar-se da transição para cor amarela.

Tabela 8. Médias dos valores de Hue, em graus, na primeira fase do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	102,94	102,94	103.14aA	104.74aA	95.54bA	97.94aA	94.72bA	100.12aA	95.06bA	99.6506aA
13	102,94	102,94	100.56aB	101.94aB	93.20bB	96.50aB	93.16bB	98.61aB	92.03bB	98.5795aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

Para o fator Cromo, foram detectadas diferenças estatísticas entre as temperaturas nos tratamentos sem absorção de etileno, conforme Tabela 9. Quanto menor o valor do Cromo, se aproximando do centro da circunferência, menos pura é a cor, ou seja, para a região próxima a  $90^\circ$ , quanto menor o valor do Cromo, menos clara será a diferenciação da tonalidade verde para a amarela. Assim, o aumento nos valores de Cromo indicam, juntamente com a evolução do Hue, a tendência para o amarelecimento.

Tabela 9. Médias dos valores de Cromo na primeira fase do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	24,66	24,66	23.51aB	24.33aA	21.93aB	21.44aA	21.99aA	21.89aA	21.76aB	21.48aA
13	24,66	24,66	25.46aA	25.26aA	22.77aA	21.91aA	22.43aA	21.94aA	23.08aA	21.84aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

O efeito aditivo da utilização do absorvedor de etileno com a temperatura de 7°C promoveu a melhor conservação da cor verde para o tratamento 7CAB e, ainda, a utilização dessa atmosfera modificada, ativamente, produziu melhor resultado que a atmosfera modificada passivamente nas temperaturas de 13°C.

A Figura 20 representa os pontos obtidos da plotagem dos valores de Hue, em função dos valores de Croma situados no espaço Hunter, dessa forma localizando a exata posição das cores, sendo que pode-se perceber a característica da cultivar de uma coloração mais clara, que sofreu pouca alteração em todos os tratamentos no decorrer do tempo.

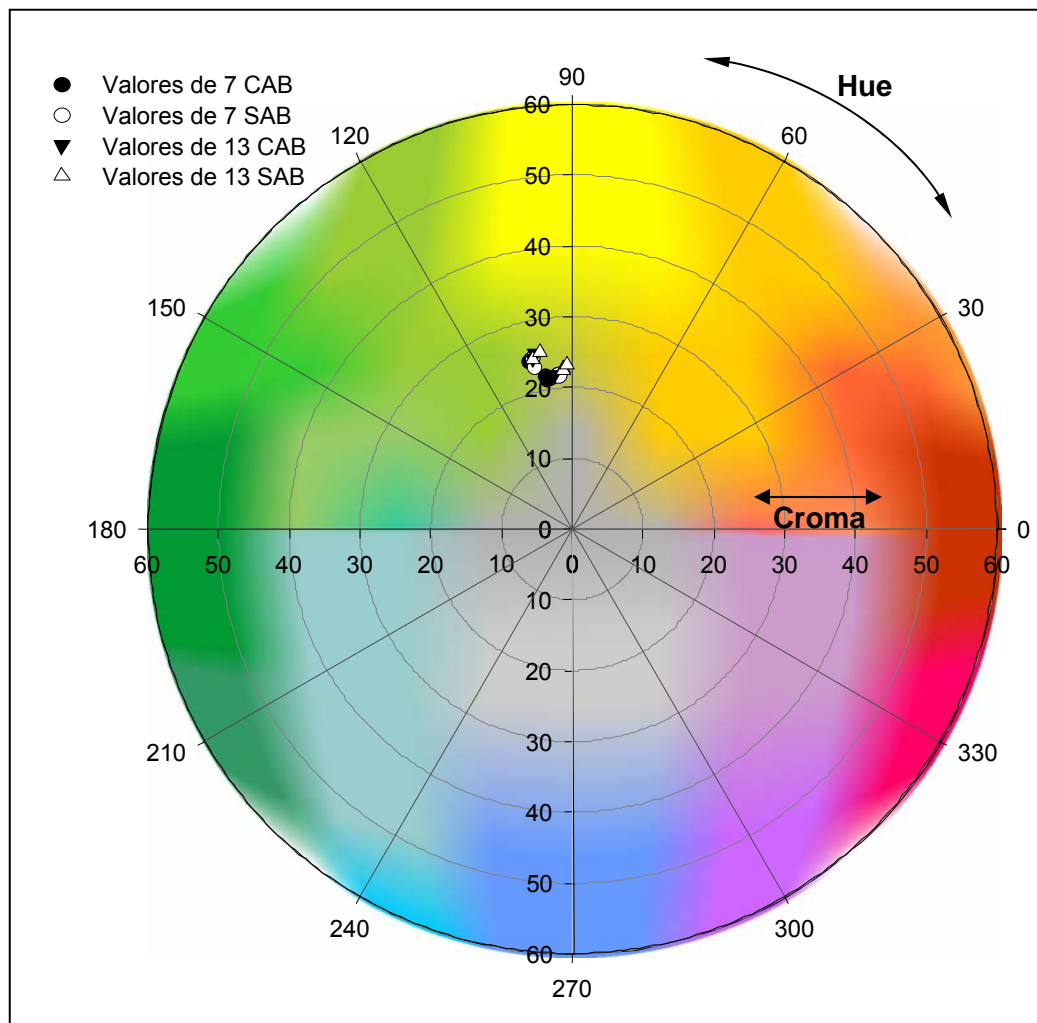


Figura 20. Localização das cores dos frutos no espaço cromático de Hunter, utilizando as coordenadas Croma e Hue na 1ª etapa do experimento.

A evolução da cor dos frutos nos diversos tratamentos, durante a armazenagem e representada pelo índice CCI, é representada na Figura 21. Os valores negativos significam que o fruto está na coloração verde e, à medida que aproxima-se de valores mais elevados, a cor vai ficando mais amarelada.

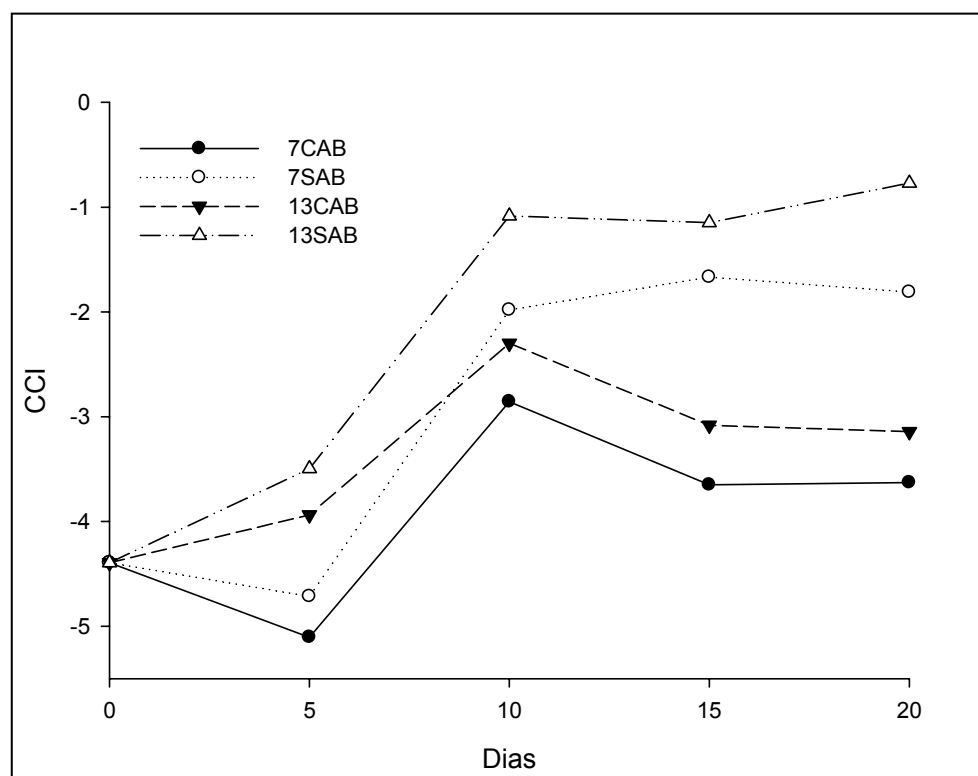


Figura 21. Evolução das médias dos valores observados do índice colorimétrico CCI durante o armazenamento refrigerado de mamão “Golden”.

Ainda na Figura 21, observa-se que os tratamentos, nos quais foram utilizadas as temperaturas de 7°C, obtiveram valores menores até o 5º dia de armazenagem e, a partir daí, o tratamento 13CAB consegue melhor manutenção da cor verde em relação ao tratamento 7SAB. Este fato pode ser explicado pela elevação da concentração do hormônio etileno, que se encontrava em intensa ascensão já no 3º dia de armazenagem refrigerado. SALVIET (1999) cita o etileno como promotor da degradação da clorofila na casca de frutos, durante o amadurecimento. GARCIA (1980) relata que, no mamão, a mudança da cor verde para amarela deve-se à destruição da clorofila do tecido epidérmico e à produção de carotenóides.

Como pode ser constatado na Tabela 10, houve diferenças estatísticas entre as temperaturas, sendo que a temperatura de 7°C, a partir do 5º dia, manteve valores mais baixos de CCI. Além disso, os tratamentos com absorção de etileno mostram-se mais eficientes em manter a coloração da casca dos frutos mais verde, em ambas as temperaturas.

Tabela 10. Médias dos valores de CCI na primeira fase do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
Graus	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	-4,39	-4,39	-4.71aB	-5.10aB	-1.98aB	-2.85bB	-1.66aB	-3.65bB	-1.81aB	-3.62bA
13	-4,39	-4,39	-3.49aA	-3.93aA	-1.08aA	-2.29bA	-1.14aA	-3.08bA	-0.77aA	-3.14bA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

#### 4.8.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)

Analisando as mudanças de cor da casca, durante o período de exposição à condições ambientais, nota-se que em nenhum dos tratamentos foi possível encaixar os frutos na classificação de OLIVEIRA (2002), conforme Tabela 11. Estes resultados mostram que ainda são necessárias mais pesquisas para a determinação dessas coordenadas, com a finalidade de determinar e classificar o estágio de maturação do cultivar “Golden” por meio desse método não subjetivo.

Tabela 11. Valores de *L*, *a* e *b* na segunda etapa do experimento, nos diversos tratamentos e períodos de armazenamento refrigerado

	<i>L</i>				<i>a</i>				<i>b</i>			
	7CAB	7SAB	13CAB	13SAB	7CAB	7SAB	13CAB	13SAB	7CAB	7SAB	13CAB	13SAB
5	57,32	55,30	55,97	57,49	6,59	9,78	20,33	20,11	29,74	28,33	29,07	30,27
10	58,48	55,45	59,81	59,77	10,66	11,61	17,84	16,02	30,03	27,80	31,78	31,07
15	61,90	53,34	59,59	61,46	12,21	19,45	17,92	17,42	28,97	26,26	30,71	32,05
20	60,50	51,95	59,45	58,00	17,47	20,49	17,08	21,28	30,98	24,84	31,32	29,85

A Figura 22 mostra a variação da cor no espaço Hunter. Esta figura mostra, claramente, a passagem da cor verde, obtida de leituras feitas ao fim do armazenamento refrigerado, para a cor amarela, encontrada nas leituras da segunda etapa. Também podem-se perceber as diferenças dentro da mesma cor, amarela no caso, diferenças essas provocadas tanto pela posição fornecida pelo ângulo de Hue quanto pela evolução do Croma.

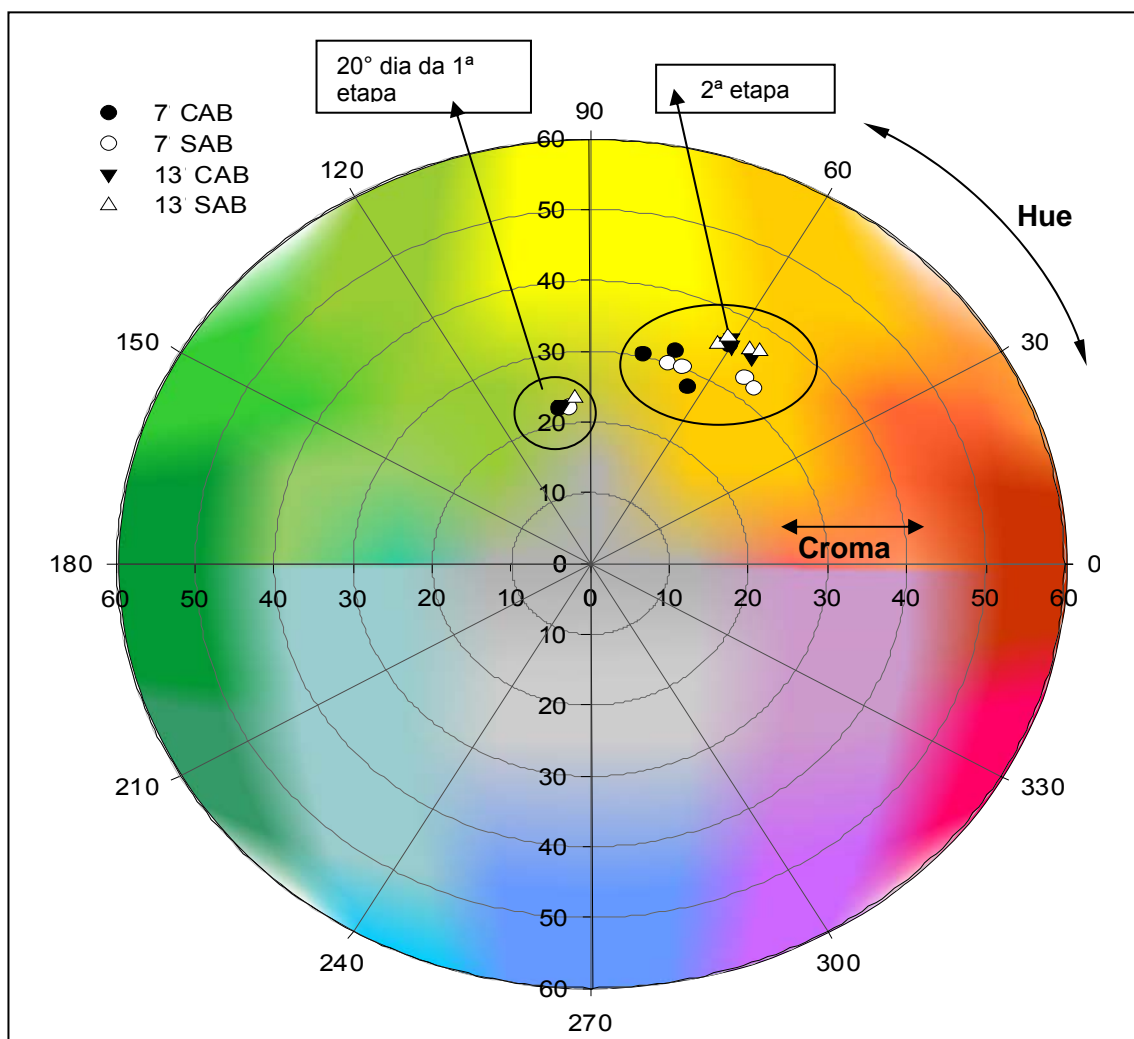


Figura 22. Localização das cores da casca dos frutos no espaço cromático de Hunter, utilizando as coordenadas Croma e Hue na 2ª etapa do experimento e 20° dia de armazenamento refrigerado (1ª etapa) nos diversos tratamentos.

Observa-se ainda na Figura 22 que, independentemente do tempo de armazenamento a frio, os tratamentos de 13°C obtiveram cores próximas ou parecidas, um amarelo tendendo ao alaranjado, característico do final de maturação do mamão “Golden”. Os tratamentos de 7°C mostraram uma cor

amarelada, situando-se mais próxima ao ângulo de 90°, que representa a transição entre as cores verde e amarela.

Ao analisar as imagens digitais feitas dos frutos, chegou-se a conclusão que os valores mais baixos de Cromo para os tratamentos 7CAB e 7SAB tiveram causas diferentes. Na Figura 23, as imagens representam o aspecto visual dos frutos nos dois tratamentos, em todos os períodos de armazenamento exceto o tempo “0”. Os frutos do tratamento 7CAB encontravam-se, realmente, em um estágio de maturação menos avançado, sendo que sua cor apresentava ainda resquícios da cor verde, enquanto os frutos do tratamento 7SAB apresentavam sintomas de injúrias causadas pelo frio, tais como amadurecimento irregular e manchas escuras.

O índice CCI representou, satisfatoriamente, a evolução da cor da casca do mamão cv. “Golden”, detectando bem a passagem da cor verde para a amarela, quando seus valores passaram de negativos para positivos e por agregar as três coordenadas ( $L$ ,  $a$  e  $b$ ) em sua fórmula, podendo ser usado para representar toda a evolução dos frutos nos diversos tratamentos. A evolução das alterações na cor dos frutos nos 4 períodos de armazenagem a frio, seguido de exposição por 5 dias às condições ambientais, nos diversos tratamentos, é representada nas Figuras 24.1 a 24.4.

#### **4.9. Extravasamento de eletrólitos**

##### **4.9.1. Período de armazenamento refrigerado (1ª etapa)**

Nesta etapa, houve diferenças estatísticas para a variável extravasamento de eletrólitos, em todos os tratamentos, como pode ser constatado na Tabela 12. O tratamento 7CAB obteve os menores valores de % de eletrólitos extravasados, valores estes que ficaram oscilando ao redor da média de 9,5% até o 20º dia de armazenamento refrigerado, conforme se observa também na Figura 25. Este resultado é atribuído à eficiência que a redução na concentração de etileno no ambiente tem no controle das injúrias causadas pelo frio, pois, para o mamão, a temperatura de 7°C provoca esse dano (CHEN & PAULL, 1986; KADER, 2001). Além do retardamento no processo de maturação, causado pela baixa temperatura.





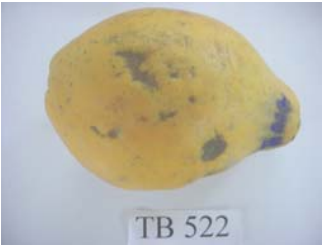



7CAB – 5 dias	7CAB – 10 dias	7CAB – 15 dias	7CAB – 20 dias
 <p>TA 521</p>	 <p>TA 1023</p>	 <p>TA1521</p>	 <p>TA2021 JUN 2 2008</p>
7SAB – 5 dias	7SAB – 10 dias	7SAB – 15 dias	7SAB – 20 dias
 <p>TB 522</p>	 <p>TB 1023</p>	 <p>TB1521</p>	 <p>TB2021 JUN 2 2008</p>

Figura 23. Imagens de frutos dos tratamentos 7CAB e 7SAB expostos por 5 dias às condições ambientais depois de armazenados durante 5,10,15 e 20 dias a 7°C.

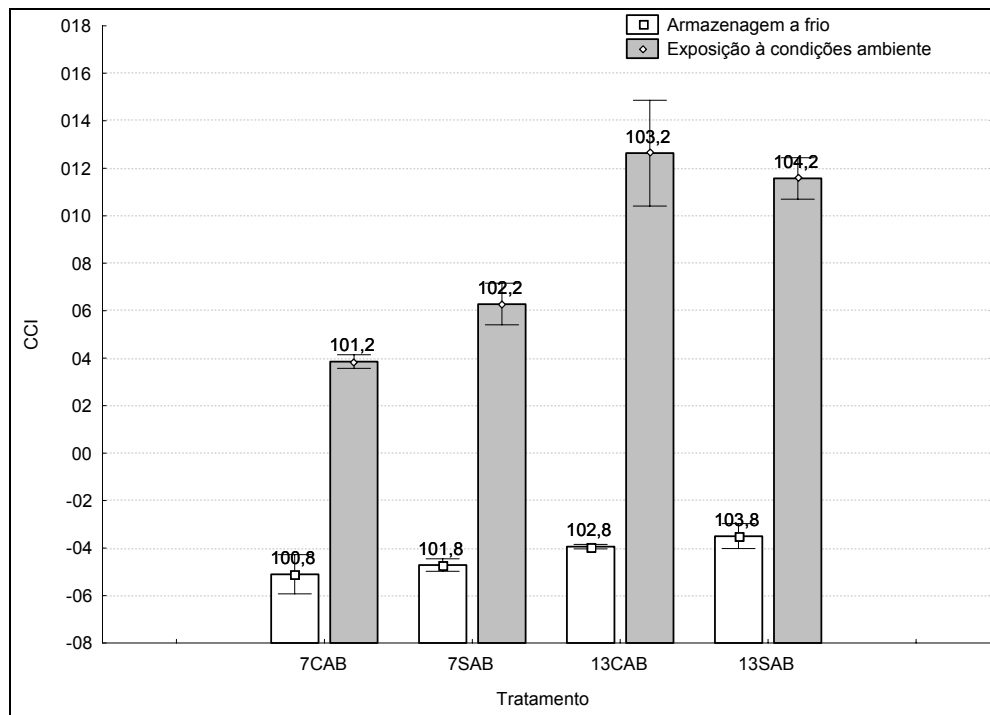


Figura 24.1. Evolução do índice CCI, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

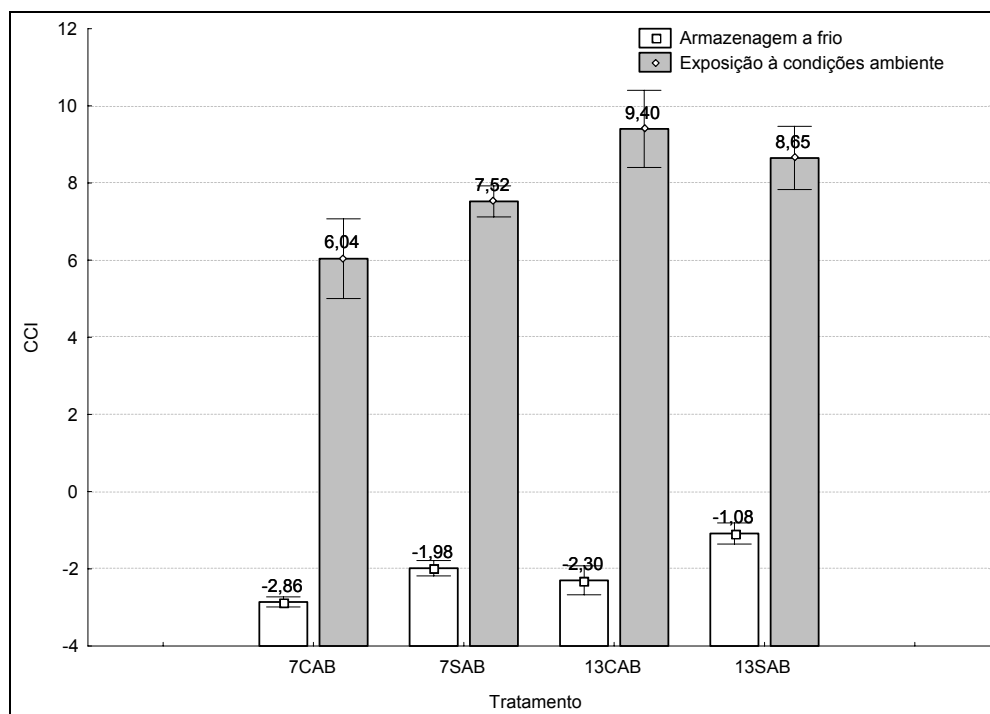


Figura 24.2. Evolução do índice CCI, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 10 dias em condições ambientais.

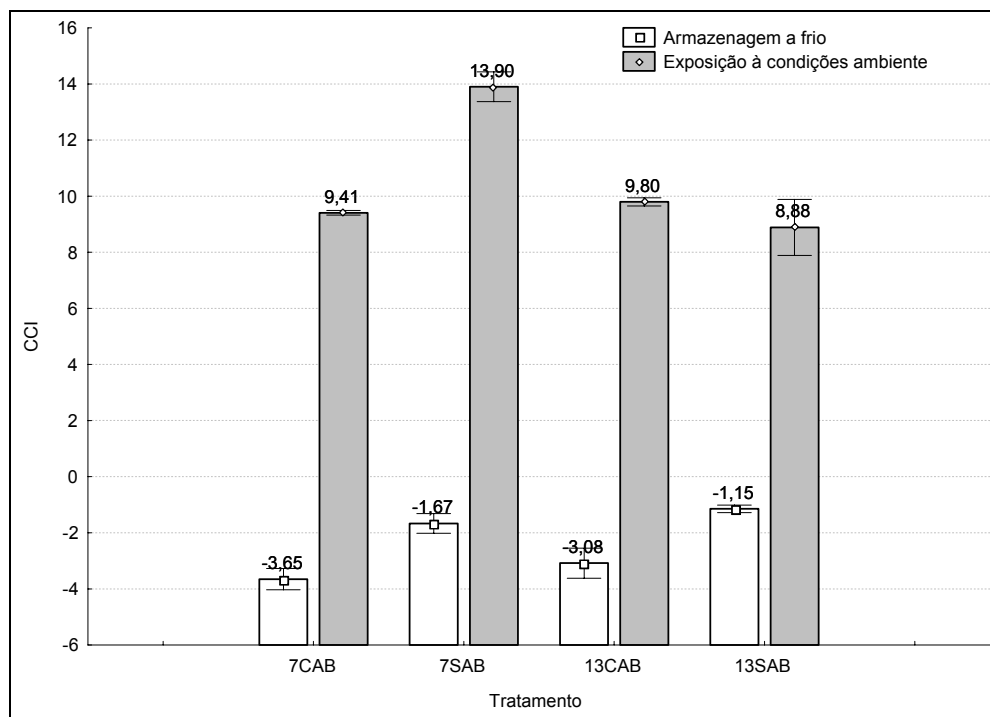


Figura 24.3. Evolução do índice CCI, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

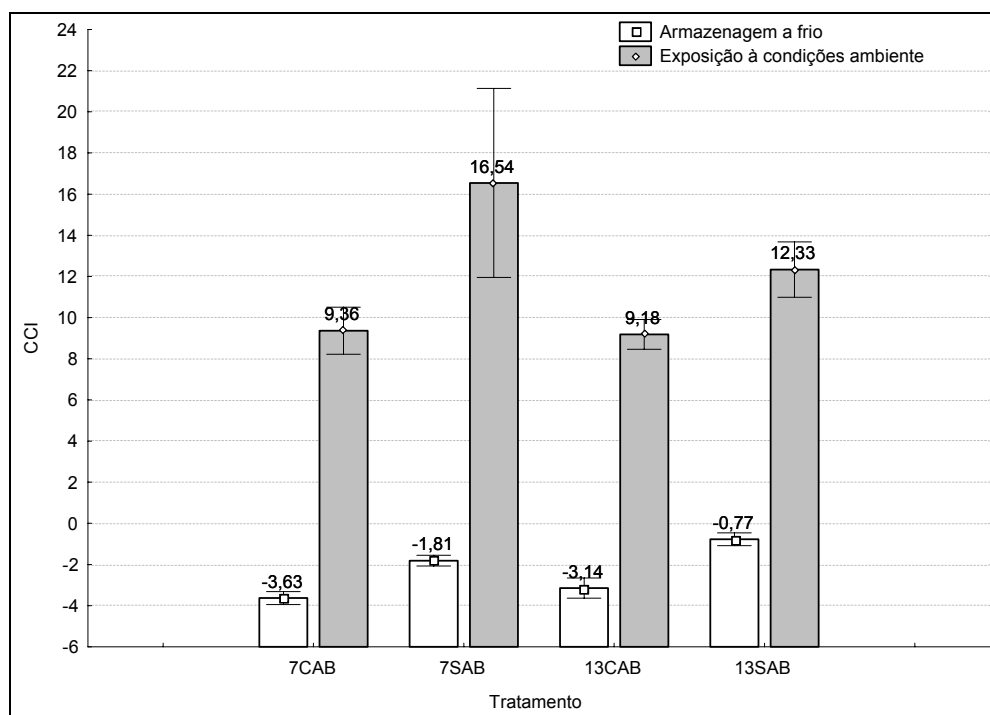


Figura 24.4. Evolução do índice CCI, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

Tabela 12. Médias dos valores de eletrólitos extravasados, em porcentagem, na primeira fase do experimento, nos diversos tratamentos

Tempo	0		5		10		15		20	
Graus	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB	SAB	CAB
7	9.69	9.69	14.19aB	9.46bB	17.5115aB	9.25bB	27.69aB	10.14bB	35.24aB	9.04bB
13	9.69	9.69	20.57aA	13.36bA	26.3209aA	19.00bA	29.25aA	25.97bA	36.80aA	26.81bA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada tempo não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS.

7CAB	-----	$\hat{y} = 9,52$	-
7SAB	-----○-----	$\hat{y} = 7,9509+1,2917*d$	$R^2= 0,96$
13CAB	-----▼-----	$\hat{y} = 9,6032+0,9367*d$	$R^2= 0,96$
13SAB	-----△-----	$\hat{y} = 11,9527+1,2580*d$	$R^2= 0,96$

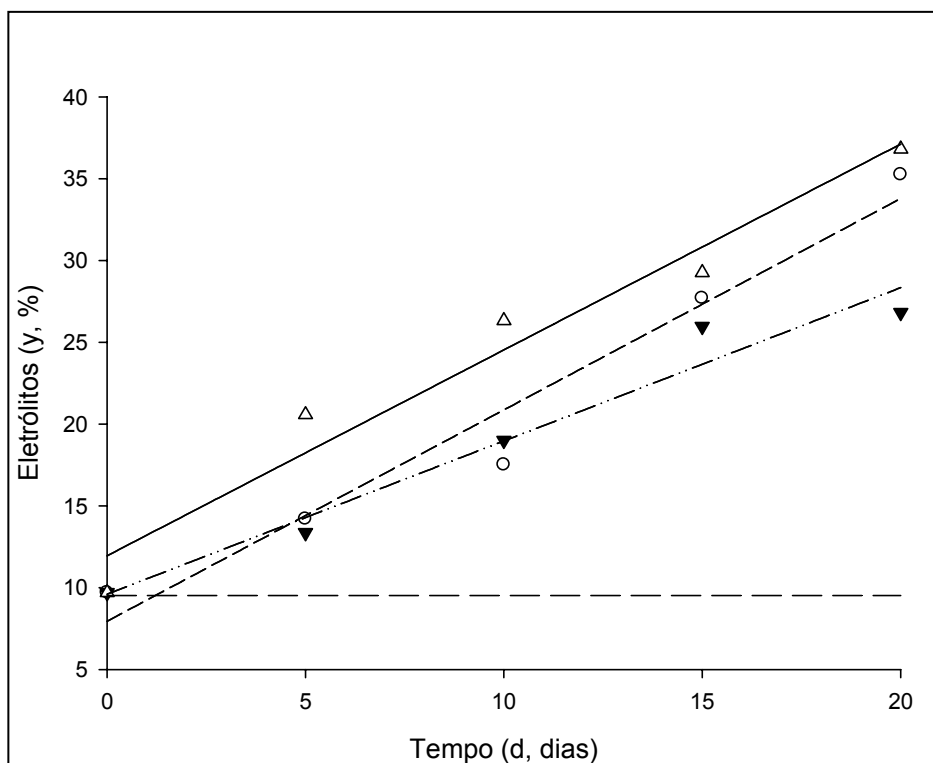


Figura 25. Curvas estimadas e valores observados do extravasamento de eletrólitos de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo, na 1ª etapa.

Foi registrado aumento linear de aproximadamente 26% na porcentagem de eletrólitos, no tratamento 7SAB, sendo este valor considerado alto, em comparação com aquele do tratamento 13SAB, que foi de aproximadamente

27%. Já que na temperatura de 13°C ocorre uma maior taxa metabólica, maturação mais rápida e, conseqüentemente, mais extravasamento de solutos. Tal fato ocorreu por que os frutos na temperatura de 13°C continuaram seus processos de maturação, devido à temperatura de armazenamento, como se pode observar na Figura 25. ROCHA (2005) relata que a maior perda de eletrólitos, em banana, coincidiu com a ascensão climatérica dos frutos, confirmando que o amadurecimento dos frutos altera a funcionalidade da membrana, possibilitando este extravasamento dos eletrólitos do interior das células.

Os frutos das temperaturas de 7°C deveriam amadurecer de forma mais lenta, como aconteceu no tratamento 7CAB, porém as injúrias causadas pelo frio provocaram um maior extravasamento de solutos no tratamento 7SAB.

A Tabela 12 mostra o efeito dos absorvedores de etileno em retardar o amadurecimento dos frutos, já que nas duas temperaturas as embalagens que continham os sachês obtiveram médias menores de extravasamento de eletrólitos.

Em geral, as injúrias causadas pelo frio não são detectadas durante o armazenamento refrigerado, pois, seus sintomas visuais só se apresentam, exceto em condições extremas, depois que o fruto é colocado nas condições ambientais. O teste de condutividade elétrica, que mede a perda de eletrólitos nos frutos, pode ser uma alternativa para a detecção deste problema ainda durante a armazenagem dos frutos.

#### **4.9.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)**

O comportamento de cada tratamento, em relação aos períodos de armazenamento, na segunda etapa do experimento, é representado nas Figuras 26.1 a 26.4. E as diferenças para os valores da primeira etapa ocorreram em razão do amadurecimento dos frutos, no decorrer dos 5 dias de exposição às condições ambientais.

O tratamento 7CAB foi o que apresentou menor perda de permeabilidade seletiva das membranas celulares, seguindo-se o do tratamento 13CAB, repetindo o ranking da 1ª etapa do experimento para esta variável. Entretanto, o tratamento 7SAB apresentou mudanças em seu comportamento, enquanto na 1ª etapa seus valores finais ficaram próximos aos

do tratamento 13SAB e, conseqüentemente, com valores muito superiores aos do tratamento 13CAB; na 2ª etapa, ele apresentou uma estabilização na perda de eletrólitos a ponto de obter valores bem próximos àqueles do tratamento 13CAB. Possivelmente, isso aconteceu devido a mecanismos para a restauração dos tecidos danificados. Kays (1991) informa que existe uma seqüência de reações, que isolam os tecidos danificados e promovem a renovação desses tecidos.

Nas Figuras 26.1 a 26.4, pode-se perceber a eficiência do tratamento 7CAB em manter os frutos em melhores condições, tanto no retardo da maturação quanto no controle das injúrias causadas pelo frio, visto que as médias de extravasamento de eletrólitos nesta segunda fase são, significativamente, menores que as médias dos outros tratamentos em todos os períodos de armazenamento.

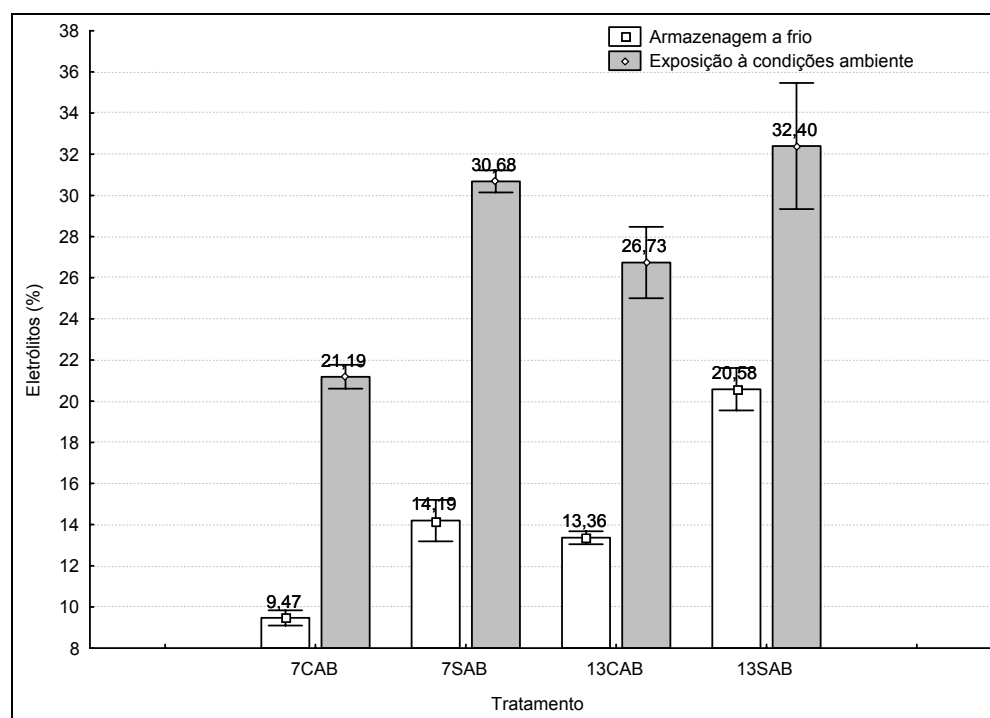


Figura 26.1. Evolução da porcentagem de eletrólitos extravasados, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

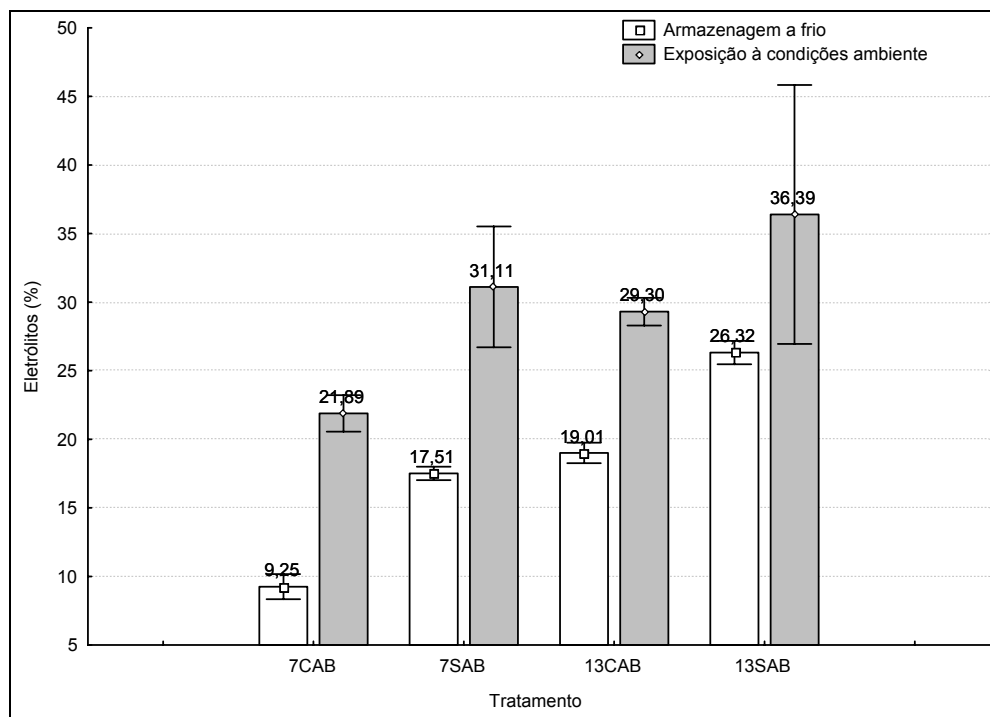


Figura 26.2. Evolução da porcentagem de eletrólitos extravasados, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 10 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

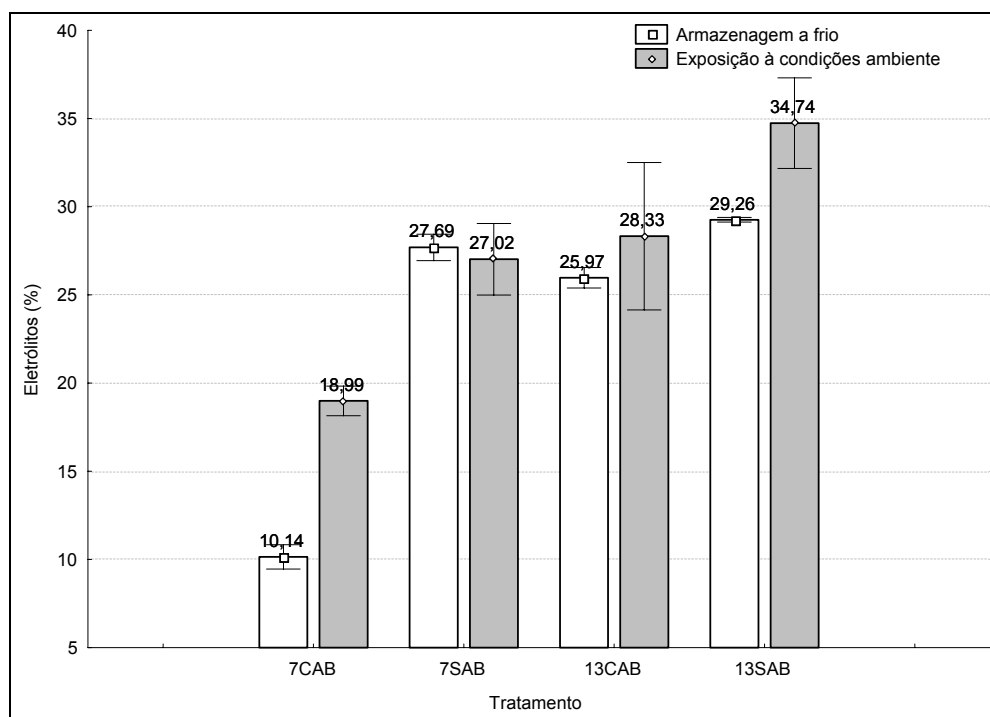


Figura 26.3. Evolução da porcentagem de eletrólitos extravasados, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

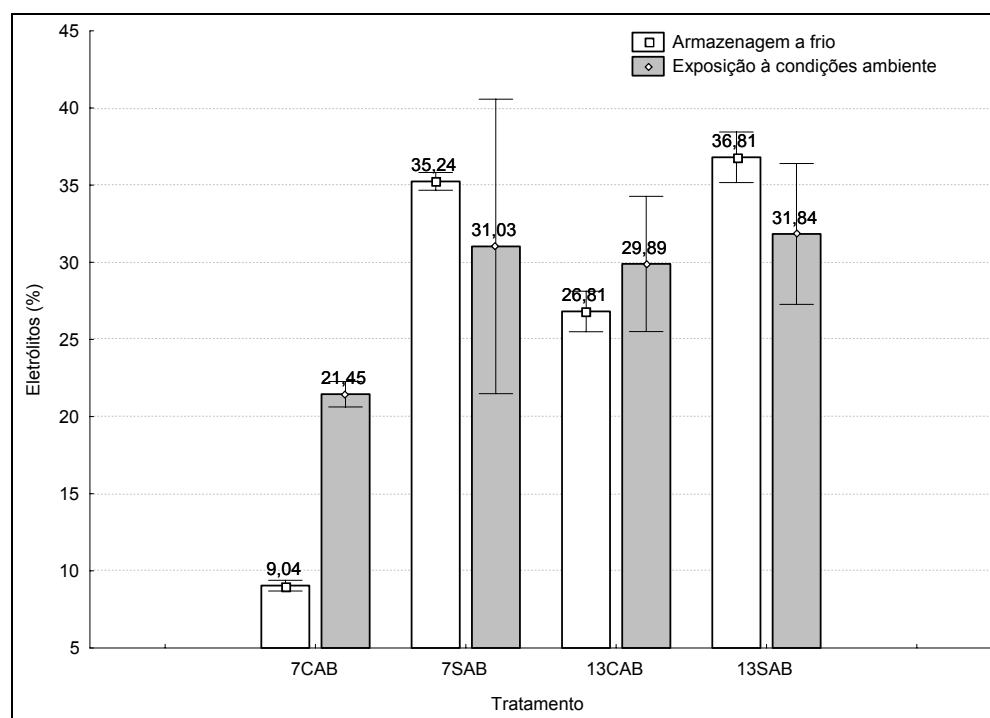


Figura 26.4. Evolução da porcentagem de eletrólitos extravasados, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

#### 4.10. Viscosidade da polpa triturada

##### 4.10.1. Período de armazenamento refrigerado (1ª etapa)

A viscosidade da polpa triturada dos frutos foi, significativamente, influenciada pelas condições de armazenamento (tempo, temperatura e forma de atmosferas modificadas) durante o armazenamento refrigerado.

A Figura 27 representa o comportamento da viscosidade da polpa triturada, em “cP”, no decorrer do tempo, nos diversos tratamentos. Nesta figura, observa-se um comportamento de queda exponencial na viscosidade do produto, exceto para o tratamento 7CAB. Embora não tenha sido ajustado um modelo, constata-se que o tratamento 7CAB foi o mais eficiente em manter a polpa triturada com valores mais altos de viscosidade, apresentando o valor da média geral dos resultados maior que todos os valores dos demais tratamentos.

A redução da viscosidade, durante os períodos de armazenamento refrigerado, acompanhou satisfatoriamente os principais índices de amadurecimento do mamão cv. “Golden”, obtendo-se índices de correlação de

-0,62; -0,58; e 0,84 para CCl; teor de sólidos solúveis e força máxima de penetração da polpa, respectivamente, nos tratamentos com absorção de etileno e de -0,74; -0,68 e 0,95 nos tratamentos sem absorção de etileno.

7CAB	-----	$\hat{y} = 3164,23$	-
7SAB	-----○-----	$\hat{y} = 2376,6890 + 1151,7730 \cdot \exp(-0,4454 \cdot d)$	$R^2 = 0,99$
13CAB	-----▼-----	$\hat{y} = 1421,0806 + 2112,8510 \cdot \exp(-0,2924 \cdot d)$	$R^2 = 0,99$
13SAB	-----△-----	$\hat{y} = 1029,5212 + 2501,5049 \cdot \exp(-0,3542 \cdot d)$	$R^2 = 0,99$

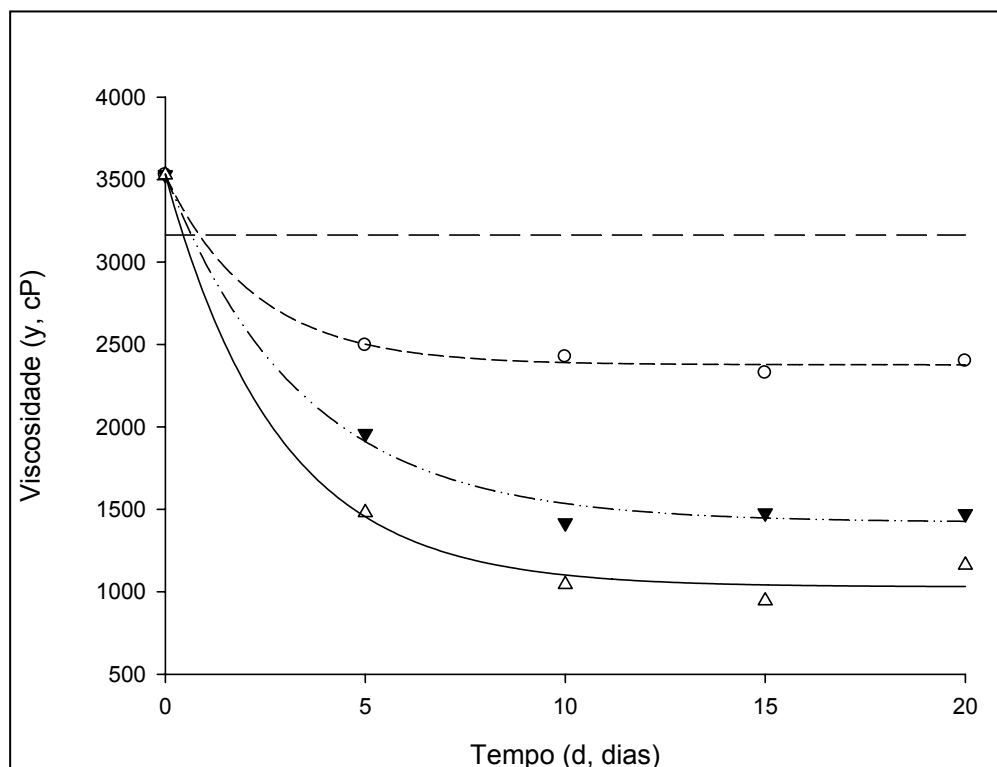


Figura 27. Curvas estimadas e valores observados da evolução da polpa triturada de mamão “Golden” nos diferentes tratamentos, em função do tempo de armazenagem

A partir do momento em que a polpa do produto é triturada, o arranjo natural das fibras é destruído e, no caso do mamão, o principal fator que determinará se o produto será mais ou menos fluido será uma substância natural denominada de pectina.

Pectina ou ácidos pectínicos são ácidos poligalacturônicos, que apresentam propriedades coloidais e são capazes de formar géis com açúcares e ácidos. A poligalacturonase tem sido considerada como a principal responsável pela modificação na textura dos frutos, devido à sua atuação associada ao amadurecimento dos frutos. Esta atuação ocorre através da

solubilização da pectina, que é comumente atribuída à hidrólise das ligações glicosídicas na protopectina, sendo que essas reações são catalisadas pela poligalacturonase (D' INNOCENZO, 1996).

A atividade da poligalacturonase no amaciamento dos frutos foi estudada, por meio de ensaios viscosimétricos, por CHAN et al. (1981) e CHAN e TAM (1982). No presente trabalho, foram obtidos resultados semelhantes àqueles obtidos por esses autores, no sentido de que a viscosidade da polpa do fruto diminuiu com o avanço do estágio de maturação do mesmo.

#### 4.10.2. Simulação do varejo em condições ambientais (2ª etapa)

Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, após a exposição às condições ambientais. Para a armazenagem de 5 dias, houve diferença significativa em todos os tratamentos, ao comparar a armazenagem refrigerada com a exposição à temperatura mais elevada (Figura 28.1 a 28.4). Entretanto, como pode ser visto nas Figuras 28.2 a 28.4, a partir do tempo de armazenagem de 10 dias, o tratamento 13SAB passou a ter valores bem próximos para os dois períodos. Este resultado confirma a eficácia da utilização conjunta de baixa temperatura com absorção de etileno, como forma de diminuir o metabolismo do fruto.

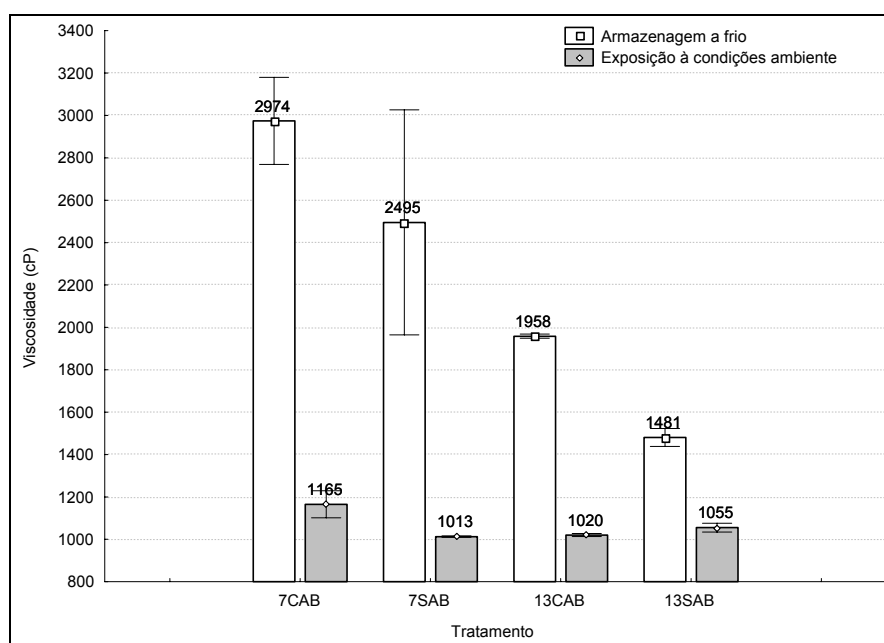


Figura 28.1. Evolução da viscosidade da polpa triturada de mamão “Golden”, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 5 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

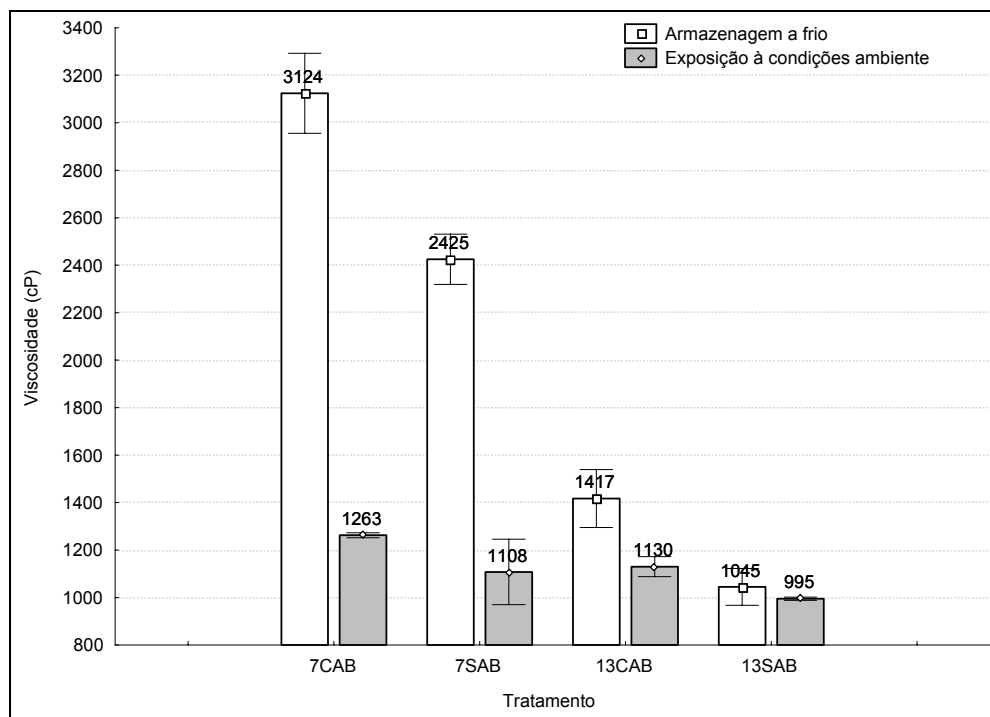


Figura 28.2. Evolução da viscosidade da polpa triturada de mamão “Golden”, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 10 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

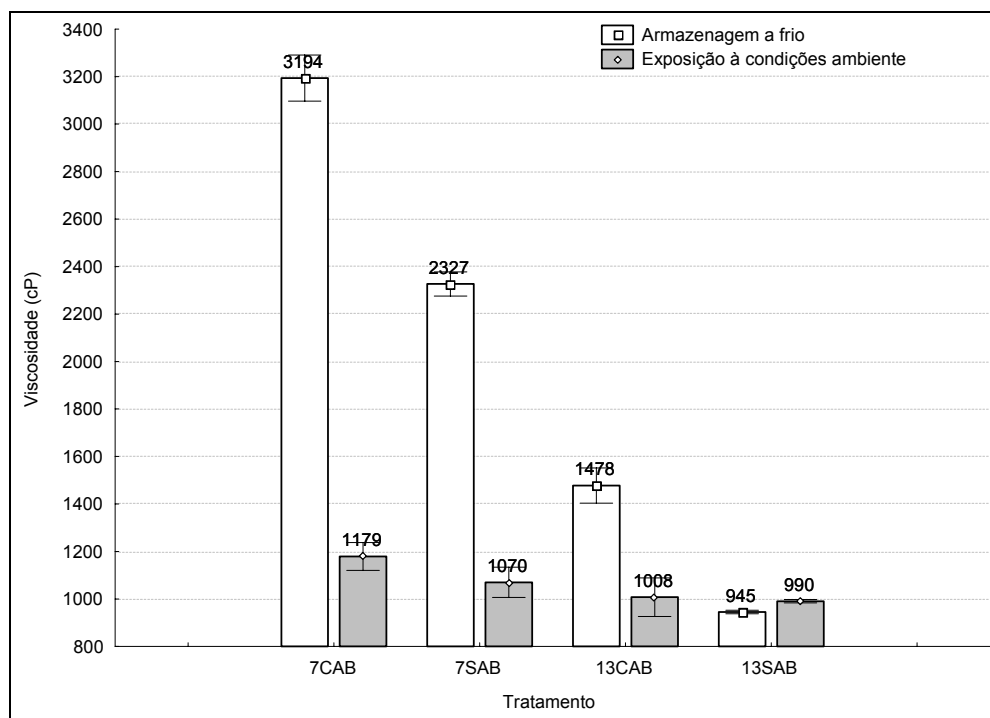


Figura 28.3. Evolução da viscosidade da polpa triturada de mamão “Golden”, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 15 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

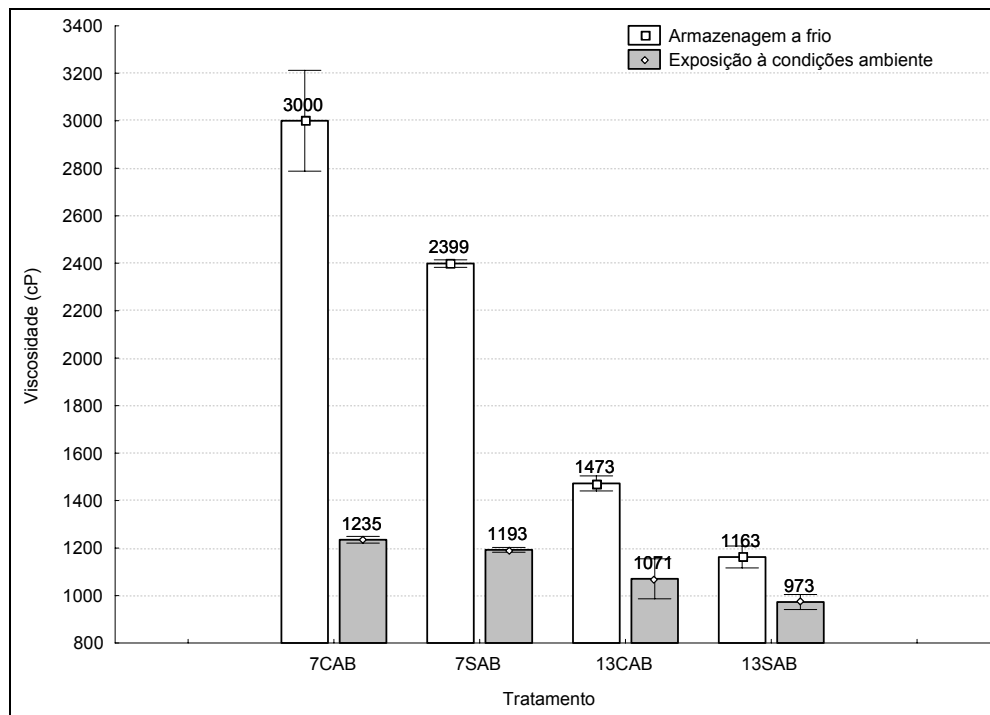


Figura 28.4. Evolução da viscosidade da polpa triturada de mamão “Golden”, nos diversos tratamentos, para os frutos que passaram 20 dias em ambiente refrigerado e mais 5 dias em condições ambientais.

## 5. CONCLUSÕES

Segundo as condições experimentais observadas e os resultados obtidos, podem ser estabelecidas as seguintes conclusões:

- A utilização da temperatura de 7°C, em atmosfera modificada e com absorção de etileno, mostrou-se o tratamento mais eficaz na conservação dos frutos durante o armazenamento a frio por 20 dias e após 5 dias de exposição às condições ambientais.

- O absorvedor de etileno foi eficaz no controle das injúrias causadas pelo frio, na temperatura de 7°C.

- A atmosfera modificada, ativamente, com os absorvedores de etileno obteve melhores resultados à temperatura de armazenamento de 13°C do que a atmosfera modificada, passivamente, à mesma temperatura.

- A evolução da cor foi, satisfatoriamente, representada pelo índice colorimétrico CCI.

- O teste de extravasamento de eletrólitos pode ser utilizado como uma alternativa, para detectar e prevenir o acometimento de injúrias causadas pelo frio, ainda na fase de armazenamento refrigerado.

- A evolução da viscosidade da polpa triturada acompanha, satisfatoriamente, a evolução dos principais atributos de qualidade utilizados para o mamão, que são a força de penetração da polpa, o teor de sólidos solúveis e a cor.

- Com exceção do tratamento a 7°C, sem absorção de etileno, todos os tratamentos foram eficientes em conservar a qualidade pós-colheita dos frutos, durante o armazenamento refrigerado e após a simulação do período e exposição no varejo

## BIBLIOGRAFIA

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

ABELLES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALVIET Jr., M.E. **Etylene in plant biology**. 2 ed., New York, Academic Press, 1992. 414p.

ABOU AZIZ, AB.; EL-NABAAWY, S.M.; ZAKI, H. A. Effect of different temperatures on the storage of papaya fruits and respirational actyvity during storage. **HortScience**, Alexandria, v. 3 p.173-177, 1975.

AGRIANUAL, FNP Consultoria & Agroinformativos. São Paulo: FNP. 2004.

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

AN, J.; PAULL, R. E. Storage and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal of the American Society for horticultural Science**. Alexandria, v. 115, p.949-943, 1990.

ARRIOLA, M.C. de; MENCHÚ, J.F.; ROLZ, C. **Caracterizacion, manejo y almacionamiento de papaya**. Guatemala, ICAITI – Division de Investigacion Aplicada, 1976. 41p.

ARTÉS, L.; ARTÉS, E.; ARTÉS, F. Daños por frio em la postrecolección de frutas y hortalizas. **Avances en ciencias y Técnicas del Frío**. Cartagena, v. 1 p.299-310, 2003.

AZEREDO, H.M.C. de; FARIA, J.A.F. & AZEREDO, A.M.C. de. Active packaging for foods. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Sept./Dec. 2000, vol. 20, n. 3, p.337-341.

- BALBINO, J.M. S. **Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.)**. Viçosa. 104p. Tese de doutorado – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Mamão para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. p.10-25. (Série Publicações técnicas FRUPEX; 14).
- BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M. In: MEDINA, J.C.; De MARTIN, Z.J.; NISIDA, A.L.A.C.; BALDINI, V.L.S.; LEITE, R.S.S.F.; GARCIA, A.E.B. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed., rev. e ampl., Campinas: ITAL, 1995. p.1-178.
- BOURNE, M. **Food texture and Viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press. 2002, 427p.
- BRACKMANN, A; HUNSCHE, M.; CERETTA, M. Pré-Resfriamento e absorção de etileno durante o armazenamento de pêssegos cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v. 26, p.12-15, 2001.
- BRGA, L.R. **Características químicas e físicas de mamões do grupo solo submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 46p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CHAN JR., H.T. Effects of heat treatments on the ethylene-forming enzyme system in papayas. **J. food Sci.**, v. 51, p.581-583, 1986.
- CHAN JR, H.T.; TAM, S.Y.T. Partial separation and characterization of papaya endo- and exo-polygalacturonase. **J. Food Sci.** 47:1478-1483, 1982.
- CHAN JR, H.T.; TAM, S.Y.T.; SEO, S.T. Papaya polygalacturonase and its role in Thermaly Injured Ripening Fruit. **J. Food Sci.** 46:190-197, 1981.
- CHEN, N.M.; PAULL, R.E. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 111(4):639-643, 1986.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE. 1990, 320p.
- CORRÊA, P.C. **Estudio de los índices de maduridez y calidad del aguacate tratado por frío mediante ensayos destructivos**. Madrid. 213p. Tesis Doctoral - Universidad Politécnica de Madrid, 1992.
- CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutos e hortaliças**. Embrapa Hortaliças: Brasília, 2002. 428p.
- COSTA, A.F.S. da; BALBINO, J.M.S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão: Pós-colheita**. EMBRAPA: Mandioca e Fruticultura. Brasília. Frutas do Brasil, 21. 2002. 59p.

- CRISOSTO, C.H.; MICHELL, F.G.; JU, Z. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. **HortScience**, 34, p.1116-1118, 1999.
- DE LA PLAZA, J.L.; ALIQUÉ, R.; CALVO, M.L. Control de la maduración plena en el fruto de la papaya. **Fruticultura Profesional**. Nov/Dic. N. 27, p.65-75. 1989.
- DE LA PLAZA, J.L.; ROSSI, S.S.; CALVO, M.L. Influencia de la dosificación del absorbente químico de etileno "Green Keeper", en la conservación de chirimoya por el frío. **Fruticultura Profesional**. Jul/Set. N. 23, p.69-79. 1989.
- D'INOCENZO, M. Comportamento de enzimas da parede celular e textura da polpa relacionados ao tratamento de irradiação de mamões (*Carica papaya L. cv Solo*) durante o amadurecimento. Marisa D'Innocenzo. Piracicaba, SP, 85p. 1996.
- ERRINGTON, N.; MITCHELL, J.R.; TUCKER, G.A. Changes in the force relaxation and compression responses of tomatoes during ripening: the effect of continual testing and polygalacturonase activity. **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p.141-147, 1997.
- FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão Pós-colheita**. Embrapa Mandioca Fruticultura: Brasília, 2002. 59p.
- FONSECA M.J.O. de. Escalas de maturação dos mamões "Sunrise Solo" e "Golden". In: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2005. **Anais**. 2005.
- FONSECA, M.J.O.; CENCI, S.A.; LEAL, N.R. *et al.* The use of controlled atmosphere for postharvest conservation of 'Golden' papaya. **Rev. Bras. Frutic.**, Dec. 2003, vol. 25, n. 3, p.537-539.
- GARCIA L.L. Fisiologia de pós-colheita, maturação controlada, armazenamento e transporte do mamão. In: Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura da mamoeiro, 1, Jaboticabal, 1980. **Anais**. Jaboticabal: Livrocere, p.253-260. 1980.
- HARDERBURG, R.E. principles of packaging. In: PANTASTICO, E. B., eds. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport, AVI, 1975, p.283-301.
- HIDALGO, E.; DE LA CRUZ, J.; PARKING, K. L.; GARCIA, H. S. Refrigerated storage and chilling injury development in manila mangoes (*Mangifera indica L.*). **Acta Hort**. 455. 1996.
- HONG, J.H.; MILLS, D.J.; COFFMAN, B.; ANDERSON, J.D.; CAMP, M.J.; GROSS, K.C. Tomato cultivation systems affect subsequent quality of fresh-cut fruit slices. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n.6, p.729-735, 2000.
- HUBER, D.J.; KARACURT, Y. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. **Postharvest Biol. Technol.** 28, p.219-229. 2003.
- JACOMINO, A.P.; BRON, I.U.; KLUGE, R.A. **Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão**. In: Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: Incaper, 2003, p.279-289.

JACOMINO, Angelo Pedro, KLUGE, Ricardo Alfredo, BRACKMANN, Auri *et al.* Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, abr./jun. 2002, vol. 59, n. 2, p.303-308.

JERÔNIMO, E.M.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p.237-243, 2000.

KADER A.A. **Papaya: Recomendaciones para mantener la Calidad Postcosecha**. Department of Pomology, University of California. Disponível em: <<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanhol/Papaya.html>> Acesso em: 06 de junho de 2001.

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

KEHR, M.E. Susceptibilidad a daño por enfriamiento en poscosecha de pimienta y tratamientos para disminuir su efecto. **Agric. Téc.**, oct. 2002, vol. 62, n. 4, p.509-518.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutos de clima temperado**. 2ed. Livraria e Editora Rural: Campinas, 2002. 2 ed. 214p.

KONSTATINOS, E.; KADYRZHANOVA D. K. DILLEY D. R. Prevent chilling injury of tomato fruits: heat shock genes and heat shock proteins in the resistance of tomato fruit to low temperatures. **Acta Hort.** 553. p.543-547. 2001.

LAZAN, H.; ALI, Z.M.; LIANG, K. S. Polygalacturonase activity and variation in ripening papaya fruit with tissue depth and heat treatment. **Physiol. Plant.** v. 77, p.93-98, 1989.

LEE, D.S.; HAGGAR, P.E.; LEE, J.E YAM, K.L. Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principle of enzyme kinetics. **Journal of Food Science**, v. 56(6), p.1580-1585, 1991.

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

LOPES, L.F.D. **Análise de componentes principais aplicada à confiabilidade de sistemas complexos**. Florianópolis: UFSC, 2001. 121p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

LURIE, S.; CRISOSTO C. H. Chilling injury in peach and nectarine. **Postharvest Biol. Technol.** 37, p.195-208. 2005.

LUTZ, INSTITUTO ADOLFO. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo: O Instituto, 1985.

MACDOUGALL, D. B. **Colour in food: Improving Quality**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002. 366p.

MAMÃO. **Programa Brasileiro de Modernização da Horticultura – Normas de Classificação do Mamão**. Centro de Qualidade em Horticultura – CQH/CEAGESP. 2003. São Paulo. (CQH. Documentos, 25).

- MARTINS, D. dos S.; COSTA, A.F.S. da. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Incaper: Vitória, 2003. 497p.
- MARTINS, L.P., SILVA, S.M., ALVES, R.E. *et al.* **Chilling injury physiology in red mombin fruit (*Spondias purpurea* L.)**. *Rev. Bras. Frutic.*, Apr. 2003, vol.25, no.1, p.23-26.
- MELO NETO, M.L. de. **Uso de protetores na conservação da manga (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1996. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – USP, 1996.
- MUÑOZ, T.; RUIZ-CABELLO, J.; MOLINA-GARCÍA, A.D.; ESCRIBANO, M.I.; MERODIO, C. Chilling temperature storage changes the inorganic phosphate pool distribution in cherimoya (*Annona cherimola*) fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n. 1, p.122-127, 2001.
- NEVES FILHO, L. C. ; CORTEZ, L. A. B. Alimentos e A Cadeia do Frio. **Revista ABRVA**, São Paulo, n. 155, p. 26-33, 1997.
- OLIVEIRA JR., L.F.G.; COELHO, E.M.; COELHO, F.C. Utilização de atmosfera modificada na conservação do mamão (*Carica papaya* L.) Golden sob refrigeração. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v. 30, n. 1, p.73-77, 2005.
- OLIVEIRA, A.M.G.; FARIAS, A.R.N.; SANTOS FILHO, H.P.; OLIVEIRA, J.R.P.; DANTAS, J.L.L.; SANTOS, L.B. dos; OLIVEIRA, M. de A.; SILVA, M.J.; ALMEIDA, O.A. de; NICKEL, O.; MEDINA, V.M.; CORDEIRO, Z.J.M. **Mamão para exportação: aspectos técnicos de produção**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 52p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 9).
- OLIVEIRA, M.A.B. de; VIANNI R.; SOUZA, G. de; ARAÚJO, T.M.R. Caracterização do estágio de maturação do papaia “Golden” em função da cor. **Rev. Bras. Frutic.**, Ago. 2002, vol.24, no.2, p.559-561.
- PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971.
- PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Heat shock in field grown ripening papaya fruit. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 115, p.123, 1990.
- PAULL, R.E.; CHEN, W. Fresh-cut of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biol. Technol.** 12, p.93-99. 1997.
- PAULL, R.E.; NISHIJIMA, W.; REYES M.; CVALETTO, C., Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Tecnology**, n. 11, p.165-179, 1997.
- PAULL, R.E. Pineapple and papaya. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.291-323.
- PELEG, M. Determination od fresh papaya’s texture by penetration tests. **J. Food Sci.**, 118(5):618 -622, 1983.

PELEGRINE, D.E.; VIDAL, J.R.M.B. & GASPARETTO, C.A. Study of apparent viscosity of mango (Keitt) and pineapple (Pérola) pulps. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Apr. 2000, vol. 20, n.1, p.128-131.

PESIS, E.; ACKERMAN, M. BEN-ARIE, R.; FEYGENBERG, O.; FENG, X.; APELBAUM, A. GOREN, R.; PRUSKY, D. Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, p.171-181, 2002.

PESIS, E.; ACKERMAN, M.; BEN-ARIE, R.; FEYGENBERG, O.; PRUSKY, D. The Role of Ethylene in Browning of Avocado Pulp during cold storage. **Proceedings of Avocado Brainstorming '99**, October 1999, 152-157p.

PESIS, E.; AHARONI D.; AHARON Z.; BEN-ARIE, R.; AHARONI N. FUCHS YORAM. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, p.93-101, 2000.

PESIS, E.; MARINASKY, R.; ZAUBERMAN, R.; FUCHS, Y. Prestorage low oxygen atmosphere treatment reduces chilling injury symptoms in "Fuerte" avocado fruit. **HortScience**, 29. p.1042-1046. 1994.

SALVIET M.E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biol. Technol.** 15p. 279-292. 1999.

SANTOS, A.E.O. dos. **Características físicas na pós-colheita do mamão tratado termicamente em sistema de fluxo hidráulico contínuo**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 51p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

SARZI, D.J.F.; DONADON, J.R.; TEIXEIRA, G.H.A.; LIMA, M.A. Qualidade de produto minimamente processado de mamão formosa utilizando-se dois tipos de preparo e armazenamento sob diferentes condições. In: Congresso Brasileiro de tecnologia de Alimentos, 18. Porto Alegre, 2002. **Anais**. SBCTA, 2002. 1 CD-ROM.

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

SILVA, E. de O. **Efeito da embalagem plástica e da temperatura sobre a qualidade pós-colheita do mamão**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

VIEIRA, G.; VIÉGAS, P.R.A.; NEVES, J.L.; AGNES, E.L.; OLIVEIRA, F.A.M.B. Influência da cultivar e do estágio de maturação em algumas características de frutos de mamão durante a pós-colheita. **Rev. Bras. Frutic.**, Ago. 2000, no.2, p.244-247.

VITTI, C.C. **Controle de injúrias pelo frio em pêssego "Dourado-2" submetidos ao tratamento térmico**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).

WANG, C.Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 9, p.986-988, 1994.

WANG, C.Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p. 986-988, 1994.

WOOLF, A.B.; WALTIKINS, C.B.; BOWEN, J.H.; LAY-LEE, M.; MAINDONALD, J.H.; FERGUSON, I. B. Reducing external chilling injury in stored "Hass" avocados with dry heat treatments. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 120, p.1050-1056. 1995.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VEWTORE, J.A.; VALE, F.X.R. de. Controle de doenças em pós-colheita de frutas tropicais: **In: ZAMBOLIM L. Manejo integrado – frutas tropicais – doenças e pragas.** Viçosa – MG: UFV. p.443-501, 2002.

## **APÉNDICE**

Quadro 1. Resumo da análise de variância das variáveis em estudo, em mamão cv. “Golden” tratado por 0, 5, 10, 15 e 20 dias com e sem a utilização de absorvedores de etileno nas temperaturas de 7 e 13°C, em embalagens de polietileno de baixa densidade

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios					
		EE	CCI	Hue	L	a	b
Temperatura (G)	1	644.9765**	6.249746**	39.91175**	9.753946 <sup>NS</sup>	4.6060**	7.764604*
Resíduo (a)	4	5.607162	1.301160	7.349265	5.272401	0.2035067	1.309143
Atmosfera modificada (AM)	1	1072.078**	18.24038**	140.9501**	0.9374671E-01 <sup>NS</sup>	20.2275**	2.74954 <sup>NS</sup>
AM X G	1	125.4288**	0.1209884 <sup>NS</sup>	1.077110**	0.1958912 <sup>NS</sup>	0.10231**	1.03250 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	4	4.595838	0.892735	4.520333	8.296201	0.1056243	0.9880181
Tempo (T)	4	2268.737**	63.89878**	615.7792**	50.24104**	33.850**	16.5805**
T X G	4	200.0743**	2.239420**	12.10518*	9.025623 <sup>NS</sup>	0.31280 <sup>NS</sup>	1.20244 <sup>NS</sup>
T X AM	4	524.7980**	10.22548**	71.24323**	2.838237 <sup>NS</sup>	2.357064	0.7253208
T X AM X G	4	229.2795**	0.1999216 <sup>NS</sup>	2.431592 <sup>NS</sup>	5.752919 <sup>NS</sup>	0.115123 <sup>NS</sup>	0.13325 <sup>NS</sup>
Resíduo (c)	32	21.28571	5.173412	31.57055	4.349070	0.1572258	0.9471091
CV		4.4150	-12.980	1.0047	4.1501	-11.004	4.2785

Continua...

Quadro 1. Continuação...

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios						
		Croma	PenC	AT	SST	PenP	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Temperatura (G)	1	6.065911*	2412.474**	0.192E-03*	0.7935 <sup>NS</sup>	37587.23**	3.716052*	3.71605*
Resíduo (a)	4	1.124264	54.79052	0.435E-04	3.679833	323.0879	0.6029402	0.60292
Atmosfera modificada (AM)	1	1.210771 <sup>NS</sup>	4038.630**	0.534E-03**	1.908167 <sup>NS</sup>	270171.9**	8.23284**	8.2328 <sup>NS</sup>
AM X G	1	1.126928 <sup>NS</sup>	642.9274**	0.112E-03**	3.128167 <sup>NS</sup>	14944.81**	6.57660**	6.5766 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	4	0.9014296	6.546539	0.560E-05	2.140167	58.17542	0.5769576	0.57695
Tempo (T)	4	24.51476**	1486.319**	0.830E-03**	140.4844 <sup>NS</sup>	36230.22**	14.2818**	17.874 <sup>NS</sup>
T X G	4	0.933808 <sup>NS</sup>	789.4285**	0.248E-04 <sup>NS</sup>	0.96725**	3153.080*	0.484376*	0.48437*
T X AM	4	0.607843 <sup>NS</sup>	1864.120**	0.154E-03**	3.426083 <sup>NS</sup>	18809.54**	0.85583**	0.85583 <sup>NS</sup>
T X AM X G	4	0.141617 <sup>NS</sup>	352.7020**	0.78E-05 <sup>NS</sup>	0.7935833 <sup>NS</sup>	1631.969 <sup>NS</sup>	0.93233**	0.93233 <sup>NS</sup>
Resíduo (c)	32	0.9415765	171.7125	0.286E-04	1.534583	875.3940	0.1357192	0.13571
CV		4.2034	5.3733	19.195	10.926	16.393	16.931	17.411

<sup>NS</sup> F não-significativo a 5%; \* F significativo a 5%; \*\* F significativo a 1%; CV – coeficiente de variação; EE – extravasamento de eletrólitos; CCI, Hue e Croma – índices colorimétricos; *L a b* – coordenadas do sistema Hunter; PenC – Força de penetração da casca; AT – Acidez Titulável; SST – Sólidos Solúveis Totais; PenP – Força de penetração da polpa; CO<sub>2</sub> – Concentração de dióxido de carbono; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> – Concentração de etileno.