

REVISTA VERDE DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
GRUPO VERDE DE AGRICULTURA ALTERNATIVA (GVAA) ISSN 1981-8203

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DO MAMÃO HAVAI 'GOLDEN'
PRODUZIDO NA CHAPADA DO APODI – RN - BRASIL

Franciscleudo Bezerra da Costa

Professor Adjunto do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, 58840-000. Pombal – PB. E-mail: franciscleudo@ccta.ufcg.edu.br

Josivan Barbosa Menezes

Professor Associado do Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 59625-900. Mossoró – RN. E-mail: josivan@ufersa.edu.br

Ricardo Elesbão Alves

Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, EMBRAPA, 60511-110 – Fortaleza – CE. E-mail: elesbao@cpnpat.embrapa.br

Glauber Henrique S. Nunes

Professor Adjunto do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Arido, E-mail :glaubernunes@hotmail.com

Patrício Borges Maracajá

Professor Associado do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, 58840-000. Pombal – PB. E-mail: patriciomaracaja@gmail.com e patricio@ufcg.edu.br

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade pós-colheita de mamão Havaí 'Golden' produzido na Chapada do Apodi, sob diferentes temperaturas de armazenamentos. No Núcleo de Estudos em Pós-colheita, Escola Superior de Agricultura de Mossoró – RN estudou-se as características visuais, físicas e químicas dos frutos. As temperaturas estudadas foram de 6, 8 e 10°C sob 90±5% UR. Os frutos foram analisados em intervalos de sete dias (7 dias nas temperaturas estudadas + 7 dias a 20±1°C; UR 65±5%) simulando condições de comercialização. Avaliando-se aparência externa e interna, coloração da casca, perda de massa, SST, ATT, vitamina C, açúcares redutores e não redutores e amido. Observou-se que, os frutos de mamão Havaí 'Golden' armazenados a 10°C e 90±5% UR, apresentaram melhor aparência, com vida útil estimada até 32 dias, aproximadamente. Os frutos mantidos a 6°C e 8°C apresentaram elevada incidência de danos pelo frio, tornando-se impróprios para comercialização.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., qualidade, vitamina C

ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE PAPAYA HAVAI 'GOLDEN'
PRODUCIDO EN LA MESETA DEL APODI – RN - BRAZIL

RESUMEN - El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad postcosecha de papaya 'Golden' producidos en la meseta de Apodi bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. En el Centro de Investigaciones sobre el post-cosecha, el Colegio de Agricultura de Mossoró - RN se estudiaron las características visuales, propiedades físicas y químicas de las frutas. Las temperaturas estudiadas fueron 6, 8 y 10 grados a 90 ± 5% HR. Los frutos se analizaron a intervalos de siete días (siete días de temperaturas estudiadas + 7 días a 20 +1 ° C, humedad relativa 65% 5) simular las condiciones de comercialización. La evaluación de la apariencia externa e interna, color de la piel, pérdida de peso, SST, la ATT, la vitamina C, azúcares y no azúcares reductores y almidón. Se observó que los frutos de papaya 'Golden' almacenados a 10 ° C y 90% HR 5 mostraron una mejor apariencia, con una vida útil estimada de hasta 32 días más o menos. Frutas mantiene a 6 ° C y 8 ° C mostraron una alta incidencia de daño por frío y no es apta para su comercialización.

Palabras clave: *Carica papaya* L., la calidad, la vitamina C

STORAGE REFRIGERATED OF PAPAYA 'GOLDEN' HAWAII
PRODUCED IN THE CHAPADA DO APODI

ABSTRACT - The aim of this work was evaluating the postharvest quality of papaya 'Golden' produced in the Chapada do Apodi under different storage temperatures. In the Núcleo de Estudos em Pós-Colheita, Escola Superior de Agricultura de Mossoró - RN were studied the visual characteristics, physical and chemical properties of fruits. The

temperatures studied were 6, 8 and 10°C at 90±5% RH. The fruits were analyzed at intervals of seven days (seven days in temperatures studied + 7 days at 20±1°C, RH 65±5%) simulate marketing conditions. Evaluating appearance, skin color, weight fresh, TSS, TTA, vitamin C, sugars and non reducing and starch. It was observed that the fruits of papaya 'Golden' stored at 10°C and 90±5% RH showed a better appearance, with an estimated useful life up to 32 days. Fruits in 6 and 8°C showed a high incidence of chilling injury, making it unfit for sale.

Keywords: *Carica papaya* L., quality, vitamin C

INTRODUÇÃO

Das frutas consumidas no Brasil, o mamão apresenta grande interesse comercial, sendo seu cultivo amplamente difundido. É cultivado em todos os estados brasileiros, tanto por pequenos, quanto médios e grandes produtores.

O mamão brasileiro tem boa aceitação pelos consumidores americanos, mercado conquistado por algumas empresas a partir de 1998, após adoção do Sistema Integrado de Medidas para Diminuição de Risco – *System Approach*, norma estabelecida pelo USDA.

A produção brasileira concentra-se atualmente na região do extremo Sul da Bahia, na região Norte do Espírito Santo e no Estado do Ceará, sendo as duas primeiras consideradas as principais regiões produtoras. Na Bahia e no Espírito Santo são cultivadas as variedades Havaí e Formosa e no Ceará a principal variedade cultivada é a Havaí.

Aos poucos o Rio Grande do Norte está se tornando um paraíso das frutas tropicais, ocupando a posição de líder no mercado de frutas para exportação. É atualmente um dos principais estados nordestinos que exporta os seus produtos agrícolas frescos para a Europa em grande quantidade e, em menor quantidade para os Estados Unidos. A transformação do RN em um dos maiores produtores de mamão do país beneficia os pequenos produtores rurais, principalmente com a chegada de dois grupos importantes do Espírito Santo produtores de mamão, Gaia Brasil e Caliman Agrícola, interessados em desenvolver parcerias com pequenos produtores rurais para exportação. Em Ceará Mirim, município onde se localiza o pólo do mamão no Estado, já existe um *Packing House* de propriedade da Batia Agrícola outra importante empresa produtora de mamão.

A principal região produtora de mamão Havaí 'Golden' no Estado visando a exportação é a região de Mato Grande próximo ao litoral Potiguar e em fase de implantação, já com testes experimentais, a região da Chapada do Apodi, próximo a divisa do Rio Grande do Norte com o Estado do Ceará.

O fator de sucesso para a exportação do mamão Havaí 'Golden' dessas regiões é a proximidade do Porto de Natal, um dos melhores do país para exportação de frutas, onde recentemente foi construído um complexo de refrigeração com túneis de pré-resfriamento e câmaras frigoríficas. O porto apresenta também boa frequência de navios a partir do mês de agosto até o mês de março, em decorrência da exportação de manga e melão.

A qualidade pós-colheita dos frutos relaciona-se com o conjunto de atributos ou propriedades que os tornam apreciados como alimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). De maneira tal que, a qualidade dos frutos não pode ser avaliada de modo preciso apenas pelas características externas, pois nem sempre a aparência representa as características intrínsecas desejáveis. Portanto, a fisiologia dos frutos precisa ser avaliada ainda no campo, durante os processos de crescimento, maturação e amadurecimento para que seja estabelecido o perfil do desenvolvimento (COOMBE, 1976).

A aceitação de um produto agrícola (fruto ou hortaliça) está relacionada com sua qualidade, e muitos são os parâmetros utilizados na sua definição. Para Menezes (1996), o termo qualidade pode ser definido por meio de critérios que incluem propriedades nutricionais, higiênicas, tecnológicas e sensoriais.

Em mamão, todos os procedimentos pós-colheita são realizados a temperatura ambiente. Na comercialização a granel a qualidade é comprometida por injúrias mecânicas que favorecem a infecção por patógenos, sendo muito sujeita a perdas, conseqüências também do manejo pré-colheita no campo, como adubação, desbaste, tratamento antifúngico, entre outros fatores.

A qualidade pós-colheita de frutos é determinada por meio de avaliações de características fisiológicas para medir o efeito de técnicas ou sistemas de manejo, condições de armazenamento ou outras variáveis que podem ser observadas no tecido do fruto. Mudanças na qualidade podem ser atribuídas ao tempo ou manuseio que promovem alterações fisiológicas tais como emissão de gases respiratórios durante o armazenamento.

A aparência dos frutos é o atributo de qualidade que mais afeta a aceitação do produto no mercado, sendo caracterizada pelo tamanho, forma, coloração, condição e ausência de defeitos, causados por uma série de fatores na pré-colheita, tais como: fatores biológicos (patológico, entomológico, animal), fisiológicos (desordens fisiológicas, desequilíbrio nutricional, maturação), ambientais/culturais (clima, tempo, solos, relações hídricas, intensidade luminosa), danos mecânicos, causas estranhas (crescimento médio, matéria vegetal, resíduos químicos), variações genéticas e aberrações (KAYS, 1999).

O mamão brasileiro apresenta excelente qualidade, ótimo sabor, boa aparência, e pode ser exportado durante os doze meses do ano. Essa regularidade de suprimento é uma das vantagens

competitivas do mamão brasileiro, diante dos demais países fornecedores desse produto (PERES, 2002).

Segundo Fagundes & Yamanishi (2001), o mamão é um fruto nutritivo, que apresenta boa qualidade organoléptica. Porém, para que sua qualidade seja mantida é necessário, além de condições adequadas de cultivo, que seja colhido na época e estágio de maturação adequado, e manuseado corretamente após a colheita. A qualidade do fruto depende do estágio de maturação, o qual influencia muito na sua vida útil pós-colheita. Os mesmos autores afirmam que, colheitas realizadas antes dos frutos atingirem completa maturação fisiológica prejudica o seu processo de amadurecimento, afetando a sua qualidade.

Assim, para estudos das qualidades do fruto, podem ser adotadas várias características, sejam elas físicas como peso, comprimento, diâmetro, forma, cor e firmeza, sejam químicas, como sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável, vitamina C, pectina total e solúvel, entre outros. Estas características podem ser influenciadas por fatores, como: condições edafoclimáticas, cultivar, época e local de colheita, tratamentos culturais e manuseio na colheita e pós-colheita, e variam em função do destino do fruto e das exigências do mercado consumidor (FAGUNDES & YAMANISHI, 2001).

Para que o mamão apresente uma ótima qualidade, é importante o cuidado no manuseio dos frutos após a colheita para evitar danos mecânicos como cortes, abrasões e choques, pois os frutos mecanicamente danificados apodrecem mais rápido do que aqueles intactos (VITTI et al, 2001), devido o fruto de mamão ser altamente sensível. Os frutos que sofrem queda de, aproximadamente, 10 cm apresentaram sintomas de injúria similares àqueles obtidos durante o manuseio, em casa de embalagem ou na fase de comercialização (QUINTANA & PAULL 1993). Segundo Paull et. al. (1997), todo o procedimento da colheita no campo até a refrigeração em câmara fria deve ser realizado no máximo em 30 horas.

O mamão apresenta importantes atributos de qualidade que o diferencia dos demais frutos tropicais. Dos atributos mais importantes podemos citar o conteúdo de açúcares que desempenham papel importante no *flavor* característico do mamão e a cor da casca totalmente amarela quando maduro, tornando o fruto bastante atrativo aos olhos do consumidor.

De acordo com Fioravanzo et al. (1992), a coloração da casca e da polpa do mamão são aspectos que determinam a sua aceitação pelo consumidor, pois este tem preferência por frutos de casca amarela ou alaranjado brilhantes e polpa alaranjada-escura.

Um atributo de qualidade que pode indicar o seu estágio de maturação ou ponto de colheita é a firmeza do fruto, que influencia na sua comercialização. Pois, frutos com baixa firmeza apresentam menor resistência ao transporte, armazenamento e ao manuseio (FAGUNDES & YAMANISHI, 2001). Estes afirmam também que, o teor de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total

titulável (ATT) são parâmetros que também podem indicar o ponto de colheita do fruto, pois existe uma relação entre eles e o estágio de maturação do fruto.

Para Medina et al. (1989), os padrões havaianos requerem para comercialização uma porcentagem mínima de sólidos solúveis de 11,5% para mamões do grupo Solo. Já Ruggiero (1980) estabeleceu uma porcentagem mínima de sólidos solúveis de 14%, variando de 16 a 17% durante os meses de verão e de 13% a 14% durante o inverno. Segundo Hinojosa & Montgomery (1988), a acidez total da polpa de mamão varia entre 0,12 e 0,15% e, por apresentar essa característica, ele tem sido recomendado como tratamento dietético para pessoas que sofrem de problemas gastrointestinais, como gastrite e úlcera.

Mesmo que durante as etapas de classificação pós-colheita haja uma preocupação por parte dos exportadores em uniformizar os frutos num mesmo estágio morfológico, é comum a desuniformidade de amadurecimento, quando desembarcados na região de destino (BALBINO, 1997).

Concordando com Bicalho (1998), a modernização da tecnologia agrícola tem contribuído ponderavelmente para a melhoria da produção e produtividade do mamão. Porém, poucos recursos tecnológicos têm sido aplicados no desenvolvimento das áreas de manuseio, armazenagem, transporte e comercialização. Em virtude do quadro evolutivo do mercado interno, assim como o de exportação, torna-se necessário maior conhecimento quanto ao comportamento pós-colheita desse fruto.

As principais exigências de qualidade do mercado externo para o mamão são: peso médio do fruto entre 350 e 550g; formato piriforme; casca lisa, sem manchas externas; frutos firmes, com polpa espessa, sem protuberâncias e cavidade central redonda e pequena; polpa de cor vermelho-alaranjada, embora o mercado Norte-Americano prefira polpa de coloração amarelada, tanto para consumo in natura quanto para sucos concentrados; resistente a longos períodos de armazenamento; alto teor de açúcares e ausência de odor desagradável (TRINDADE, 2000).

Portanto, a qualidade e a frescabilidade do produto a ser oferecido ao consumidor é essencial para o sucesso do negócio. É, o fator econômico isolado mais importante e tem relação significativa com a satisfação do consumidor. A qualidade requerida de produtos perecíveis varia de produto para produto e depende do uso pretendido e do nível de qualidade exigido para este propósito. Logo, o objetivo do trabalho foi de avaliar a qualidade pós-colheita do mamão Havai 'Golden' produzido na Chapada do Apodi, sob diferentes temperaturas de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de mamoeiro Havai 'Golden' foram procedentes de uma área experimental com pomar de 2

anos de idade da Fazenda Frota – sítio Boa Esperança, instalado na Chapada do Apodi, próximo ao município de Quixeré-CE. Os tratos culturais foram idênticos àqueles utilizados para o plantio comercial de mamão na região.

A colheita foi realizada baseando-se na coloração da casca, verde maduro (maturação fisiológica e comercial). Em seguida, os frutos foram protegidos e envolvidos individualmente em papel jornal e conduzidos em contentores plásticos para o Laboratório do Núcleo de Estudos em Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, onde inicialmente passaram por um processo de lavagem e seleção, eliminando-se aqueles frutos desuniformes, com ferimentos, manchados e doentes.

Para retardar a infestação de fungos foi realizado um tratamento com o fungicida Prochloraz na dosagem 300 mg·L⁻¹.

Os mamões foram identificados, pesados e sorteados para a formação das parcelas experimentais por meio de um DIC, em esquema fatorial do tipo 3 x 4 + 1 com três repetições (dois frutos por parcela), sendo o fator 1, temperatura de armazenamento (6°C, 8°C e 10°C; UR de 90±5%), o fator 2, tempo de armazenamento (14, 21, 28 e 35 dias) e a testemunha (Tempo 0 dia), totalizando 90 frutos. Os frutos foram analisados a cada 7 dias, com exceção da primeira análise, pois eram retirados 7 dias antes para a câmara de 20±1°C e UR de 65±5% para simular condições de comercialização.

A coloração da casca foi avaliada através de uma escala visual e subjetiva (0 a 5) utilizado pela FrutiSéries (2000) para seleção dos frutos destinados ao mercado de exportação. Onde, 0 - fruto crescido e desenvolvido (100% verde); 1 - fruto com até 15% da superfície amarela; 2 - fruto com 25% da superfície amarela; 3 - fruto com 50% da superfície amarela; 4 - fruto com 50% a 75% da superfície amarela; e, 5 - fruto com 76% a 100% da superfície amarela.

Para avaliação externa e interna foi utilizada uma escala visual e subjetiva (1 a 5), considerando-se a ausência ou presença de defeitos. Observando-se na aparência externa: depressões, murcha ou ataque fúngico (1 - fruto extremamente deteriorado, 2 - severo, 3 - médio, 4 - leve, 5 - ausência de manchas, murcha ou depressões, nota inferior ou igual a 3 fruto considerado impróprio para o consumo), e na aparência interna: colapso interno (1 - fruto extremamente deteriorado, 2 - severo, 3 - médio, 4 - leve, 5 - ausência de colapso interno, nota inferior ou igual a 3 o fruto será considerado impróprio para o consumo).

A perda de massa foi obtida em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e aquele obtido ao final de cada tempo de armazenamento.

O conteúdo de sólidos solúveis totais foi determinado no suco em refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltd, Japan) com compensação automática de temperatura.

A ATT foi determinada em duplicata a partir de alíquota de 10 mL de suco, ao qual adicionou-se 40 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína alcoólica a 1,0%.

Em seguida procedeu-se a titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada.

O potencial hidrogeniônico foi determinado no suco em duplicata, utilizando-se um potenciômetro digital modelo DMPH-2 Digimed.

O conteúdo de vitamina C (após oxidação do ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967), após 10 dias. Pesou-se 2g de polpa previamente triturada mantida no *freezer* e acrescentou-se 98mL de ácido oxálico 0,5%. Filtrou-se 30mL do extrato e adicionou *kiesselgur* para retirar as impurezas, realizando em seguida, nova filtração. Usou-se para o doseamento 1,0mL do filtrado obtido anteriormente e adicionaram-se 3,0mL de ácido oxálico 0,5%.

Os açúcares redutores e não redutores foram determinados, no suco após a manutenção por 24 horas em *freezer* doméstico, pelo método de Somogy-Nelson (Southgate, 1991). Partiu-se, inicialmente, de uma alíquota de 3mL de suco, diluída para 100mL de água destilada, usando-se 10mL da solução para hidrólise da sacarose e 3 mL para desproteínização. O doseamento foi monitorado a partir de 0,075mL do extrato desproteínizado no caso dos açúcares redutores e 0,8mL da solução após hidrólise da sacarose desproteínizada.

Para determinação do amido, pesaram-se 1g de polpa, processadas em processador doméstico. Em seguida foram submetidas a duas lavagens sucessivas com água destilada seguidas de centrifugações a 3000 rpm/10min., descartando-se o sobrenadante após cada centrifugação. O resíduo foi transferido quantitativamente para um balão de fundo chato com o auxílio de 25mL de HCl 5% v/v e submetido a refluxo por duas horas, em seguida, neutralizadas com uma solução de Na₂CO₃ 35% p/v. Posteriormente o material foi transferido para um balão volumétrico de 100mL (Silva, 1981). Alíquotas de 0,8mL foram tratadas com o reagente DNS, e a absorbância lida em espectrofotômetro BEKMAN DU 65 a 540nm, e utilizando uma solução de glicose pura como padrão.

Quanto à severidade de doença foram realizadas avaliações no início do aparecimento dos sintomas e até 10 dias após a inoculação, com base na seguinte escala de notas: 1 – frutos com 0% da superfície infectada, 2 – frutos com menos de 10% da área infectada, 3 – frutos com área maior ou igual a 10% e menor que 20% da superfície infectada e 4 – frutos com área maior que 20% da superfície infectada.

Os frutos infectados foram conduzidos ao laboratório de fitopatologia do departamento de Fitossanidade da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, para identificação dos patógenos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e todas as análises foram efetuadas no *software* SAS (SAS Institute Inc., 1993). A partir dos resultados foram ajustados modelos de regressão para cada

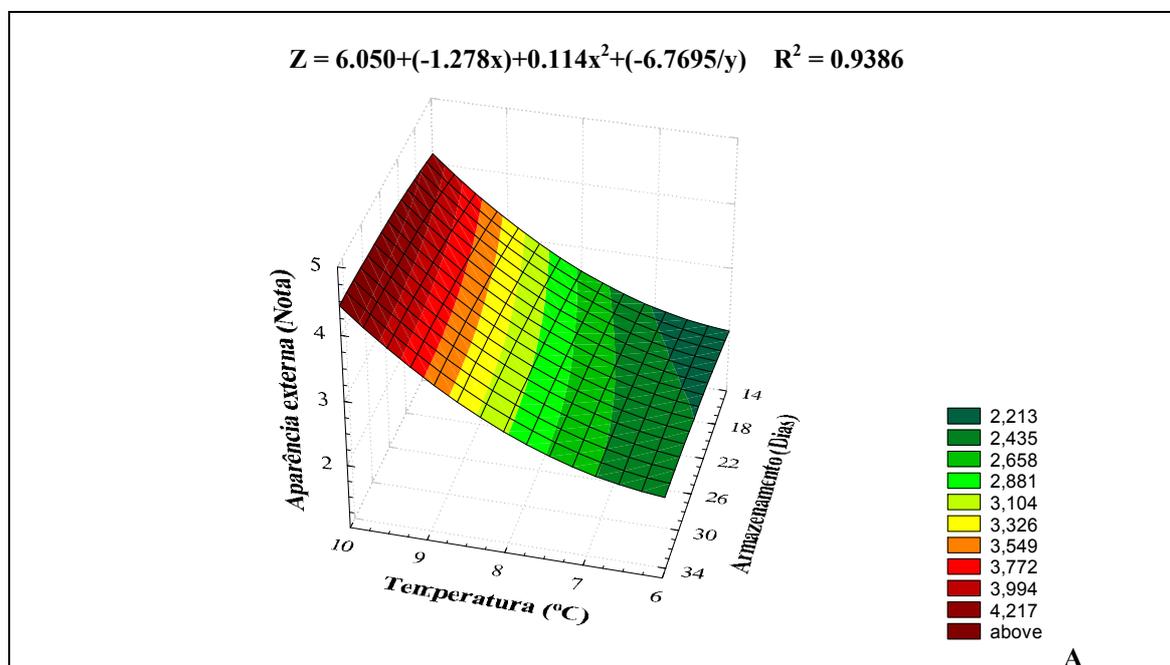
temperatura de armazenamento através do programa Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). A equação mais adequada foi obtida em função das estimativas do R^2 (coeficiente de determinação), das significâncias dos parâmetros das equações e dos desvios de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de regressão a aparência externa dos frutos a 10°C recebeu nota superior a 4, independente do período de armazenamento (Figura 1A e B), nessa figura as cores que tendem para marrom representam maiores notas (menor incidência de danos pelo frio) e as que tendem a verde correspondem menores

notas (maior incidência de danos pelo frio). Já os frutos a 6°C e 8°C, a aparência externa recebeu nota inferior a 3.

Considerando-se que os frutos com nota inferior a 3 eram inadequados para a comercialização, devido à elevada incidência de danos pelo frio. Admite-se que a aparência externa dos frutos mantidos a 6°C e 8°C, torna-os impróprios para serem comercializados. Assim, pode-se concluir que dentre as temperaturas testadas, os frutos de mamão Havaí 'Golden' armazenados a 10°C e 90±5% UR, apresentando neste trabalho, nota superior a 4 durante todo o período de armazenamento, portanto, surgimento de leve incidência de danos pelo frio, podem ser comercializados até os 35 dias, mantendo-se com boa aparência externa. Estes dados são extremamente úteis na estimativa do limite de tempo de comercialização para o produto.



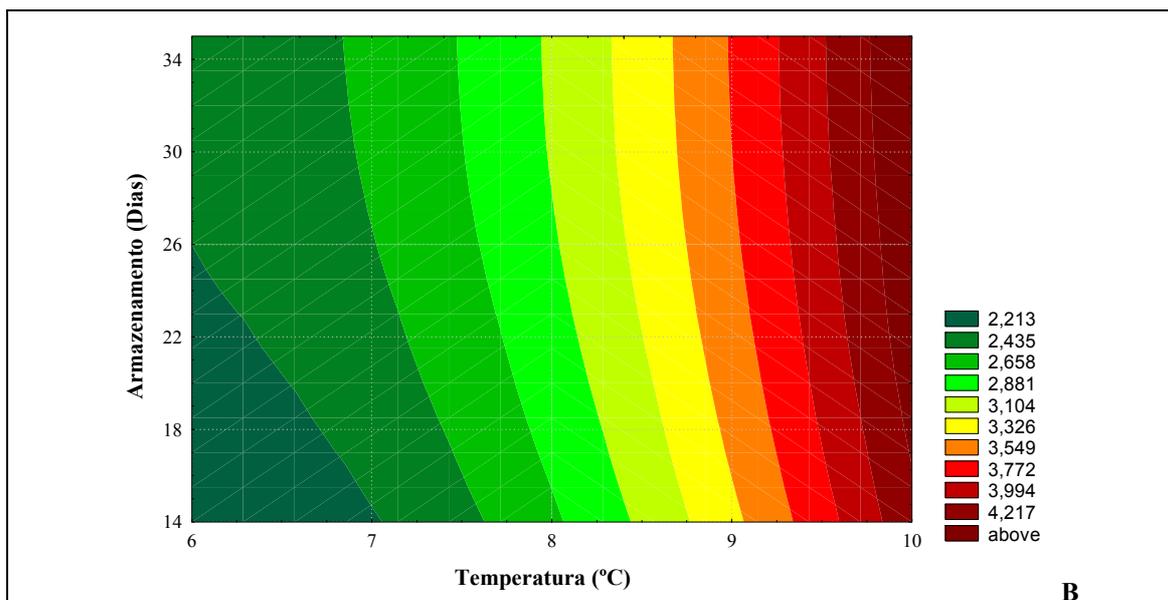
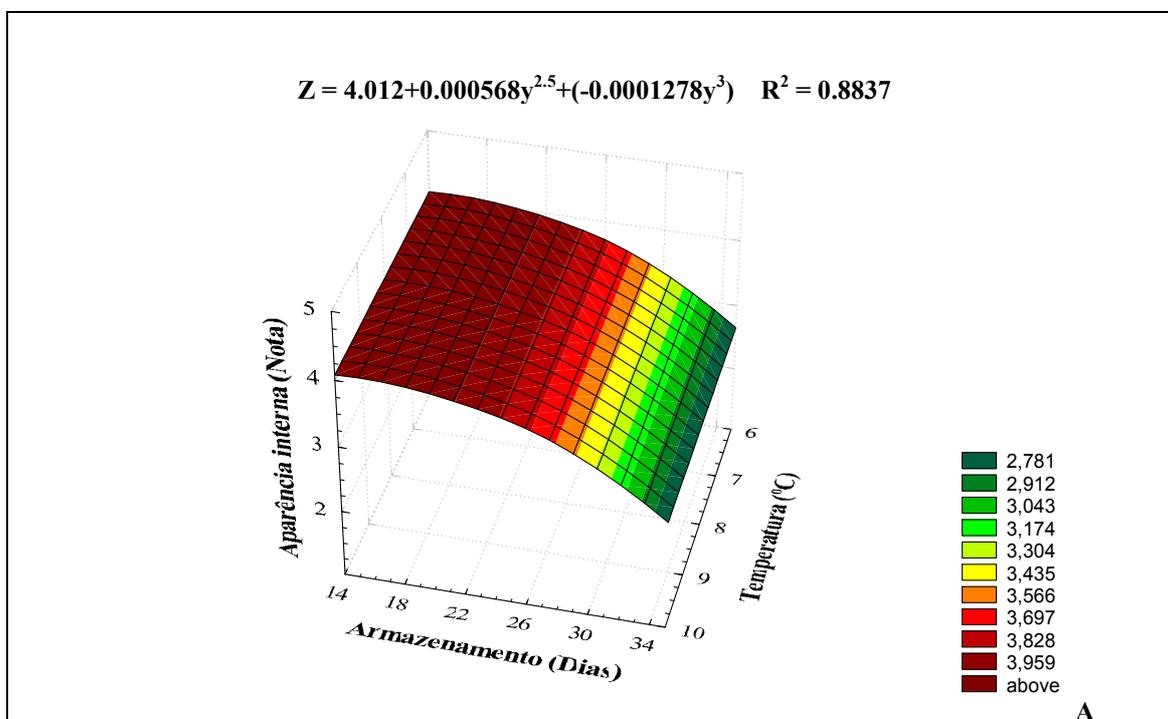


Figura 01. Aparência externa de mamão Havai ‘Golden’ armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Os sintomas apresentados de danos pelo frio neste trabalho, nas menores temperaturas, se caracterizam por escaldadura na casca, áreas endurecidas ao redor dos feixes vasculares, desenvolvimento irregular da cor, atraso

e desuniformidade no amadurecimento (Fotos em anexos). Comportamento também observado por Chen e Paull (1986) quando, trabalharam com prevenção de injúria pelo frio em mamão.



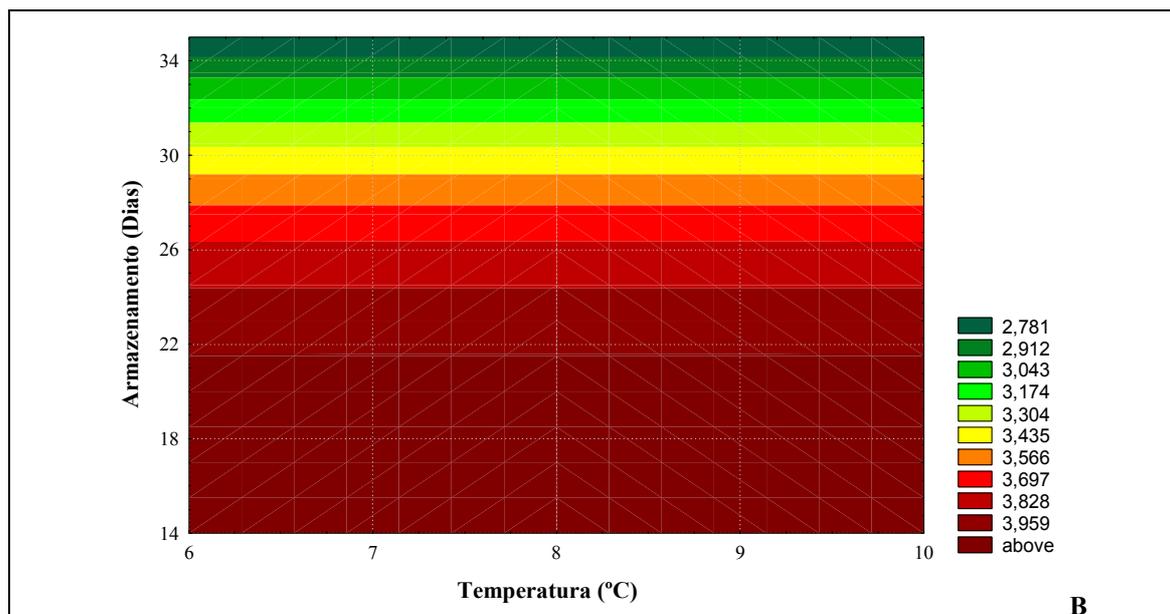


Figura 02. Aparência interna de mamão Havai 'Golden' armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Além de danos pelo frio, outras características, conferiram perda de qualidade externa dos frutos como: o enrugamento e o surgimento de manchas escuras devido a senescência, acompanhadas de depressões superficiais, mais aparentes no período final de armazenamento.

Segundo Chen & Paull (1986), a temperatura mínima para o armazenamento do mamão é determinada pela sua susceptibilidade aos danos pelo frio, sendo a temperatura utilizada para o armazenamento do mamão na faixa entre 9 e 12°C.

Segundo Balbino (1997), para os frutos de origem tropical, como o mamão, é de difícil manuseio as etapas compreendidas entre a colheita e o mercado consumidor. A grande distância em que eles são transportados até alcançarem o centro consumidor demanda manuseio especial. Evitando desta forma, o comprometimento da qualidade visual do fruto decorrente do manuseio inadequado.

Quanto à aparência interna, verificou-se redução ao longo do tempo, sendo esta mais lenta até o 25º dia, aproximadamente. Os frutos receberam nota superior a 3 até o 32º dia, independente da temperatura de armazenamento (Figura 2A e B). Não foi observado o surgimento de colapso interno na polpa dos frutos. Percebendo-se apenas o surgimento de pouca degradação interna (Fotos em anexos). Portanto, os frutos mantiveram-se com boa aparência, sendo viáveis ao consumo e a comercialização durante quase todo o período de armazenamento. Este comportamento deve-se ao processo natural de senescência do fruto.

Para Chitarra & Chitarra (2005), a temperatura de armazenamento é de fundamental importância, não só

do ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados.

Verificou-se aumento da perda de massa com o tempo de armazenamento (Figura 3A e B). A perda de massa tendeu a aumentar com o incremento da temperatura, embora essa tendência não tenha sido marcante. Comparando-se as taxas de perda de massa do mamão entre as três temperaturas estudadas, 8°C apresentou menor sensibilidade de transpiração para o fruto (11,34%) do que 6° e 10°C (13,24% e 14,18%, respectivamente) ao final do período de armazenamento.

Um dos fatores que influencia no armazenamento de muitos frutos e hortaliças é a perda de massa. Estando essa característica em função do tempo de armazenamento e da transpiração do fruto. Segundo Yang e Hoffmann (1984), do ponto de vista econômico é muito importante na hora da comercialização por estar diretamente relacionada ao murchamento. Essa perda tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais, em alguns casos, antecipando a maturação e senescência de frutos tropicais. A desidratação dos frutos é indesejável, pois, mesmo que relativamente baixa, pode exercer sérios efeitos sobre as propriedades físicas, fisiológicas, patológicas, nutricionais, econômicas e estéticas do produto (PANTASTICO, 1979).

Para Kader (1998), a perda de massa se relaciona à perda de água, causa principal da deterioração, pois resulta não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência, nas qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência) e na qualidade nutricional.

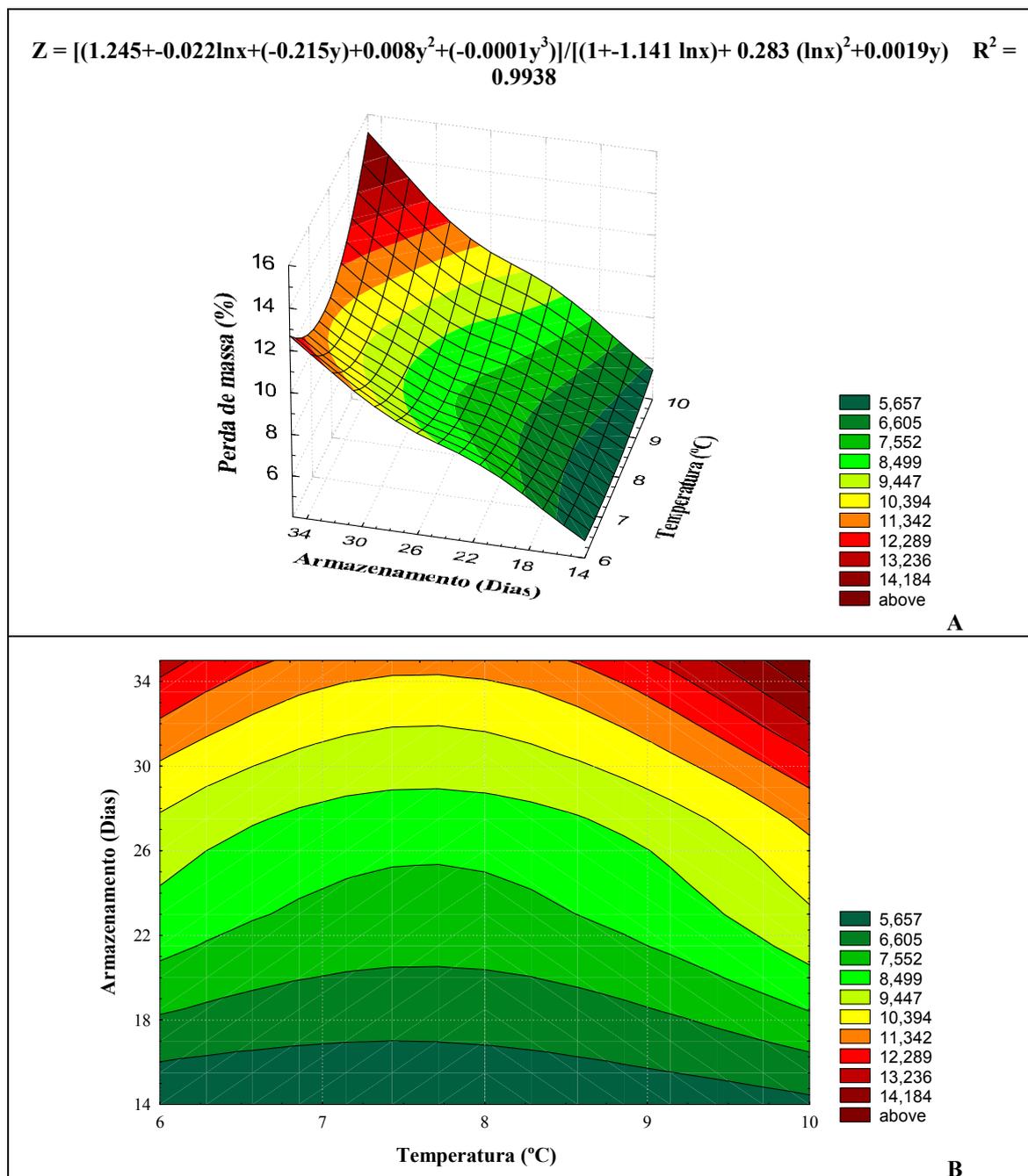


Figura 03. Perda de massa de mamão Havai ‘Golden’ armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Observou-se tendência de queda dos sólidos solúveis totais à medida que se aumentou a temperatura (Figura 4A e B). Ao longo do tempo de armazenamento também se verificou tendência de queda da característica, embora se

tenha verificado um reduzido aumento. A maior concentração foi constatada a 6°C até o 22° dia, aproximadamente, e a menor concentração a 10°C, durante todo o período de armazenamento.

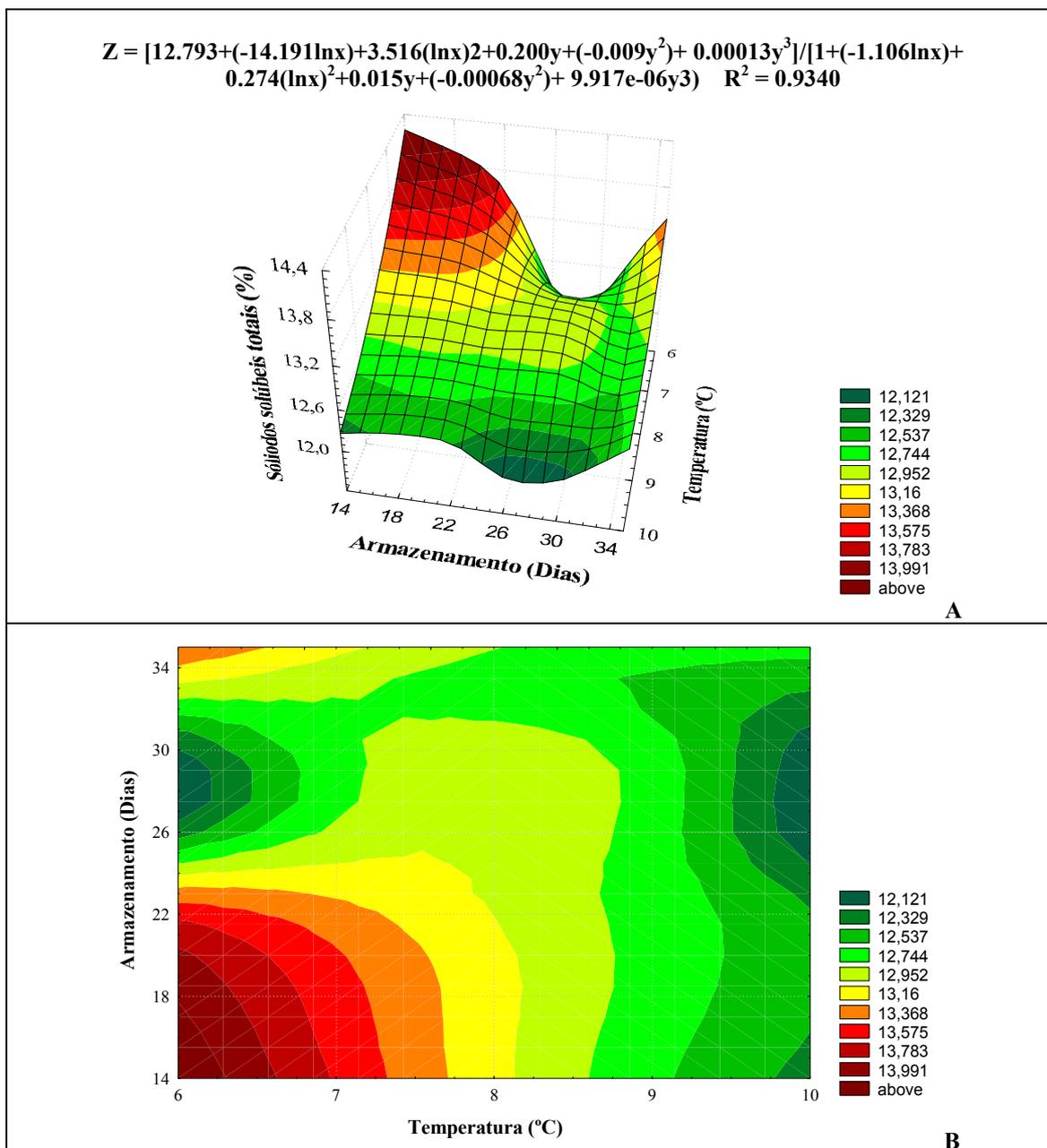


Figura 04. Sólidos solúveis de mamão Havai ‘Golden’ armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

A tendência de queda dos sólidos solúveis totais com o aumento da temperatura. Deve-se ao seguinte comportamento, segundo Kader (1998), a respiração elevada causa um rápido consumo das reservas dos tecidos e pode causar perda do aroma, desnutrição, senescência e perda do sabor (especialmente a doçura). Em mamão, o índice respiratório é influenciado por fatores, tais como, temperatura, composição atmosférica e estresse causado por agentes físicos, químicos ou biológicos (PERES, 2002). Sendo a respiração um processo oxidativo de quebra dos materiais mais complexos presentes nas células, tais como amido,

açúcares e ácidos orgânicos em moléculas simples, tais como dióxido de carbono e água, com a conseqüente produção de energia e outras moléculas que podem ser utilizadas em outras reações de síntese (WILLS et al., 1998).

Os valores de sólidos solúveis totais encontrados neste trabalho foram superiores aos encontrados (9,7%) por Miranda (2001), quando avaliaram as características físicas e químicas de mamão Golden.

Por serem os sólidos solúveis totais um importante atributo associado à qualidade, percebe-se que

os frutos armazenados a 10°C e 90±5% UR, foram os que perderam mais em qualidade. Apresentando menor concentração de sólidos solúveis totais ao longo de todo o período de armazenamento, o que compromete a qualidade comercial do produto.

Para a característica acidez total titulável observou-se comportamento oscilante ao longo do tempo de armazenamento (Figuras 5A e B). No início do armazenamento, principalmente nas temperaturas de 8°C e 10°C aproximadamente, houve maior concentração de acidez. No entanto, houve decréscimo até o 23º dia, sendo verificada uma menor concentração da acidez a 6°C. Também, constatou-se aumento lento da acidez total titulável com maior concentração, aproximadamente, entre 27 e 30 dias a 10°C.

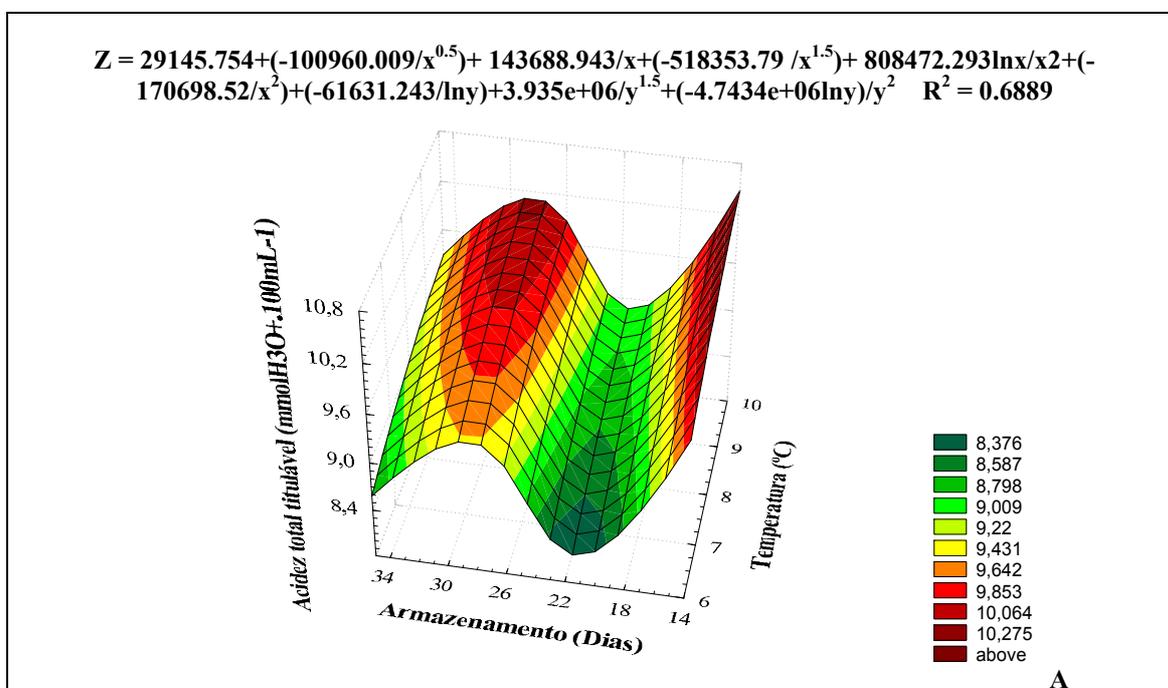
Há um discreto aumento da acidez total titulável em frutos de mamão durante o amadurecimento. Sendo esse fenômeno associado à liberação dos ácidos galacturônicos, que aumentam com o amadurecimento do

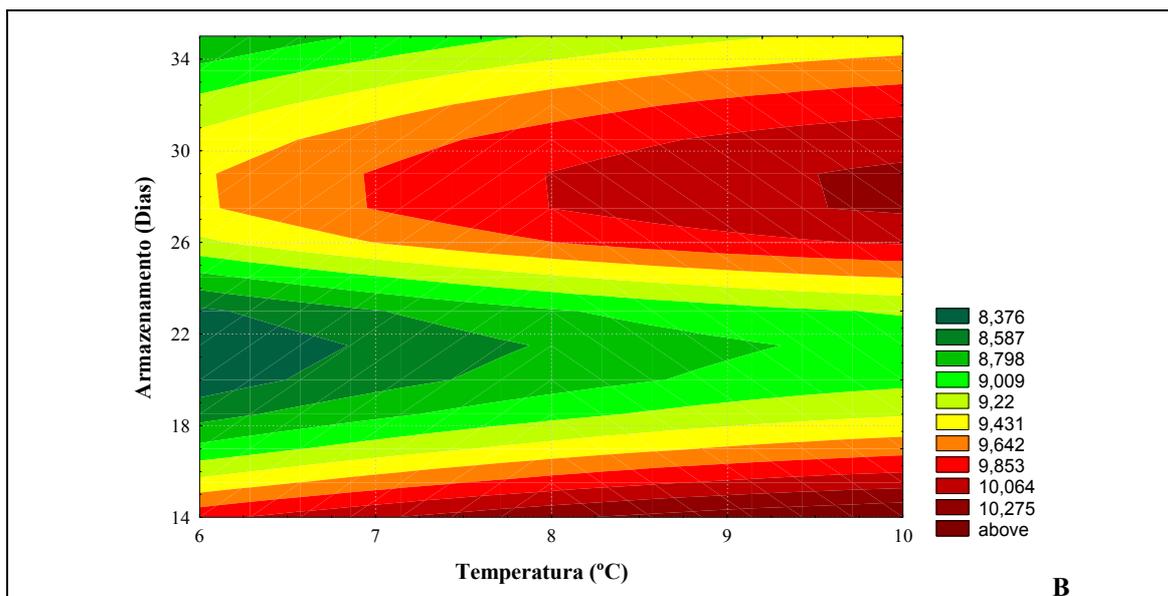
próprio fruto, pela ação das enzimas pectinametilesterase e poligalacturanase (Arriola et al., 1980). Lazan et al. (1989), acrescentam que a acidez titulável aumenta com o amadurecimento dos frutos até atingir aproximadamente 75% da superfície da casca amarela; e a partir daí os níveis decrescem, exceto no interior do mesocarpo, onde a acidez titulável aumenta até o fruto atingir completo amarelecimento.

Miranda (2001), verificaram valores médios de acidez total titulável de 8,461 mmol H₃O⁺·100mL⁻¹ quando avaliaram as características físicas e químicas de mamão Golden.

Arriola et al. (1980), observando a maturação de mamões à temperatura ambiente (24°C), verificaram que a acidez total titulável aumentava e somente decrescia, quando os frutos já estavam senescentes.

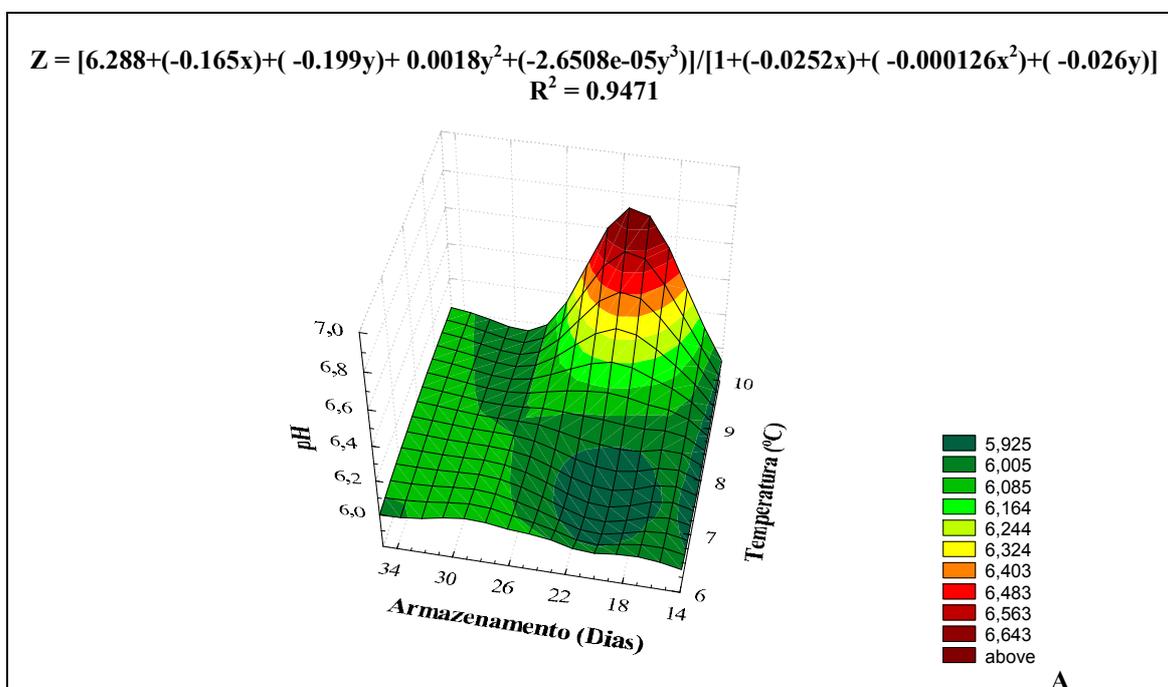
O decréscimo da acidez durante o desenvolvimento da maturação do fruto explica o agradável sabor doce do mamão.





Observou-se valores reduzidos de pH ao longo de quase todas as faixas de temperatura e períodos de armazenamento (Figura 6A e B). Os menores valores de pH foram constatados até o 27º dia, nas temperaturas de 6°C e 8°C, aproximadamente. Concentrações maiores foram verificadas na temperatura de 10 °C no mesmo intervalo de tempo.

Os valores de pH encontrados neste trabalho em todas as temperaturas, exceto até o 27º dia, na temperatura de 10°C. Encontra-se na mesma faixa apresentada pelo mamão 'Solo' onde o pH varia entre 4,5 e 6,0 (CHAN JÚNIOR et al., 1971). E, abaixo dos valores observados por Fonseca et al. (2002), variando de 5,10 a 5,60, independente da temperatura.



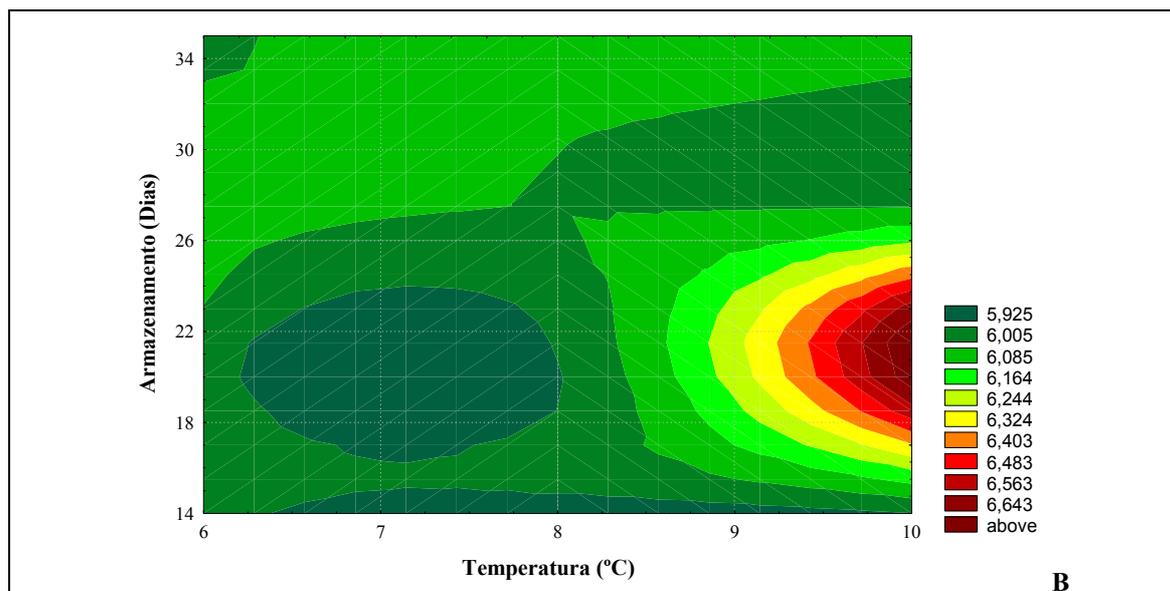
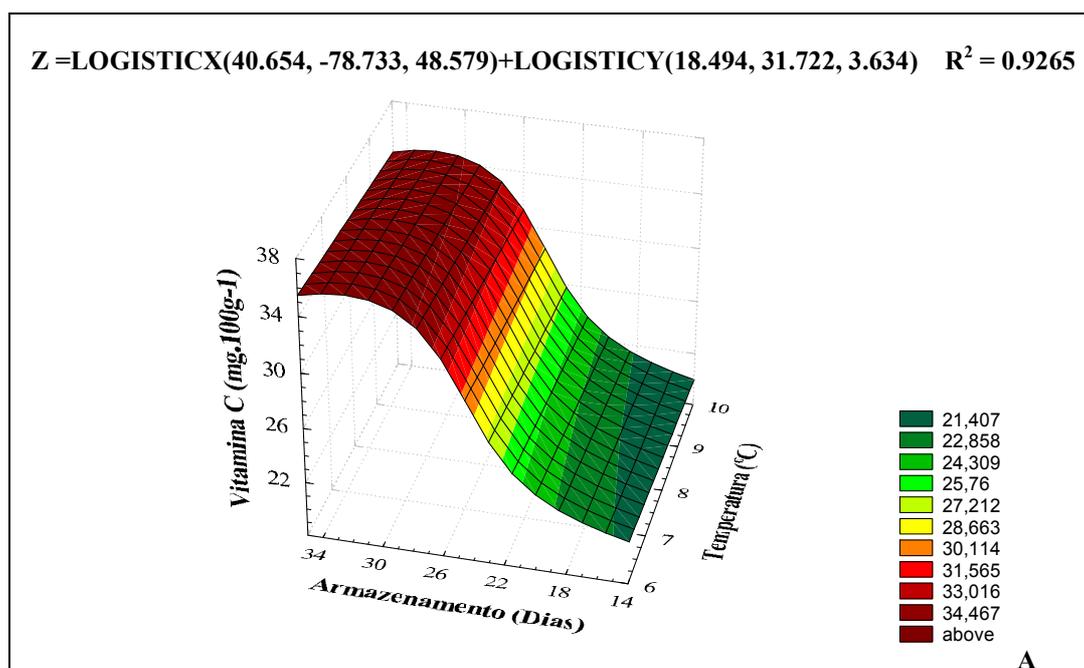


Figura 06. pH de mamão Havaí ‘Golden’ armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Trabalhando com armazenamento de mamão cv. Solo (ambiente e 10°C, 80±5% UR), Honório e Rocha (1988), observaram que o pH em ambas as condições decresceu levemente. Os frutos que foram retirados do refrigerador e colocados a temperatura ambiente também apresentaram decréscimo no valor de pH e, de um modo geral, os frutos conservados a 10°C apresentaram valores de acidez pouco maiores que os frutos mantidos à temperatura ambiente. Este mesmo comportamento do pH foi observado neste trabalho para os frutos armazenados a 10°C e 90±5% UR.

Os valores de pH próximos da neutralidade na temperatura de 10°C e 90±5% UR, permite concluir que o agradável sabor do mamão deve-se a pequena quantidade de ácidos presente nesse fruto, confirmando a excelente qualidade que o mamão alcança, sob armazenamento adequado. Segundo Folegatti & Matsuura (2002), o teor de ácidos orgânicos é baixo em frutos de mamão, predominando os ácidos málico e cítrico em quantidades iguais, seguido do α-cetoglutarico em quantidade bem menor.



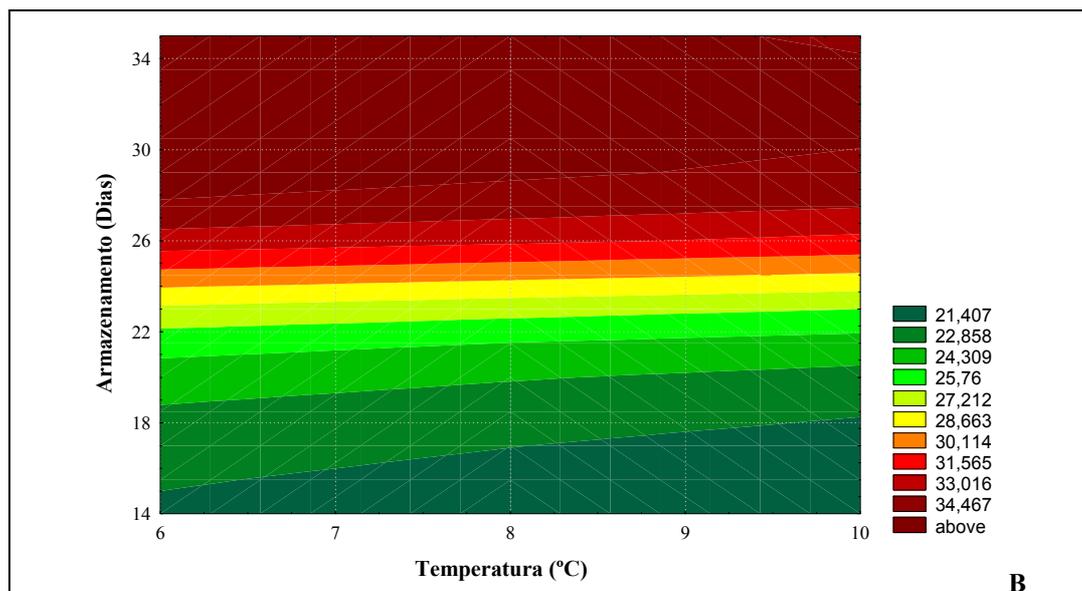


Figura 07. Vitamina C de mamão Havai 'Golden' armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Houve incremento da vitamina C ao longo do tempo de armazenamento (Figura 7A e B). Independente da temperatura, os teores foram maiores ao final do período de armazenamento.

Segundo Wills & Widjanarko (1995); Paul & Chen (1989), o teor de vitamina C em mamão pode aumentar até três vezes durante o amadurecimento.

O teor de vitamina C observado neste trabalho está abaixo do observado por Wills & Widjanarko (1995); Paul & Chen (1997) que observaram variação de 44 a 48mg.100g⁻¹, do estágio verde ao 100% amarelo. Porém, está dentro da faixa recomendada por Kays (1991), afirmando que o mamão em estágio ideal de maturação para consumo apresenta teor médio de 33mg.100g⁻¹ de polpa.

O teor de ácido L-ascórbico do fruto depende de muitos fatores como variedade, estágio de maturação, meio de crescimento, estação e a acidez do fruto. A duração e condições de armazenamento pós-colheita influenciam o teor de L-ascórbico mesmo antes do processamento (ROIG et al., 1993).

Por ser o mamão uma boa fonte de vitamina C. Essa qualidade possibilita ao mercado consumidor apreciar cada vez mais o potencial apresentado por este fruto, permitindo que aumente o interesse dos consumidores pelo fruto.

Os teores de açúcares solúveis totais reduziram ao longo do tempo em taxas distintas nas diferentes temperaturas (Figura 8A e B). Verificou-se uma maior concentração de açúcares solúveis totais no início do

armazenamento em baixas temperaturas (6°C e 8°C), enquanto que menor concentração foi observada ao longo do armazenamento a 10°C.

A tendência dos valores ficarem mais baixos ao final do armazenamento independente da temperatura neste trabalho combinou com o comportamento encontrado por Mões-Oliveira (2001) quando, trabalhando com sanitizantes na qualidade de mamão, os valores de açúcares totais tenderam a ficar mais baixos à medida que o tempo de armazenamento foi chegando ao final.

Segundo Bicalho (1998), a mudança bioquímica mais importante no mamão está relacionada às modificações nos carboidratos, pois os açúcares são muito importantes para o sabor da fruta e oscilam de acordo com o tipo, cultivar e condições climáticas do fruto. No mamão, o açúcar predominante é a sacarose (48,3%), glicose (29,0%) e frutose (21,0%) (SALUNKE & DESAI, 1984).

Matsuura & Folegatti (1999) afirmaram que os açúcares totais variam de 5,6 – 12,0% e os açúcares redutores variam de 5,4 – 11,0%. Este mesmo comportamento foi observado no presente trabalho em todas as temperaturas testadas.

A porcentagem de açúcar não-redutor aumentou até aproximadamente o 23º dia, sendo a maior concentração observada entre 15 e 23 dias (Figura 9A e B). Os menores valores foram verificados no final do armazenamento (33 dias aproximadamente). Não houve variação da característica ao longo da temperatura em qualquer período de armazenamento.

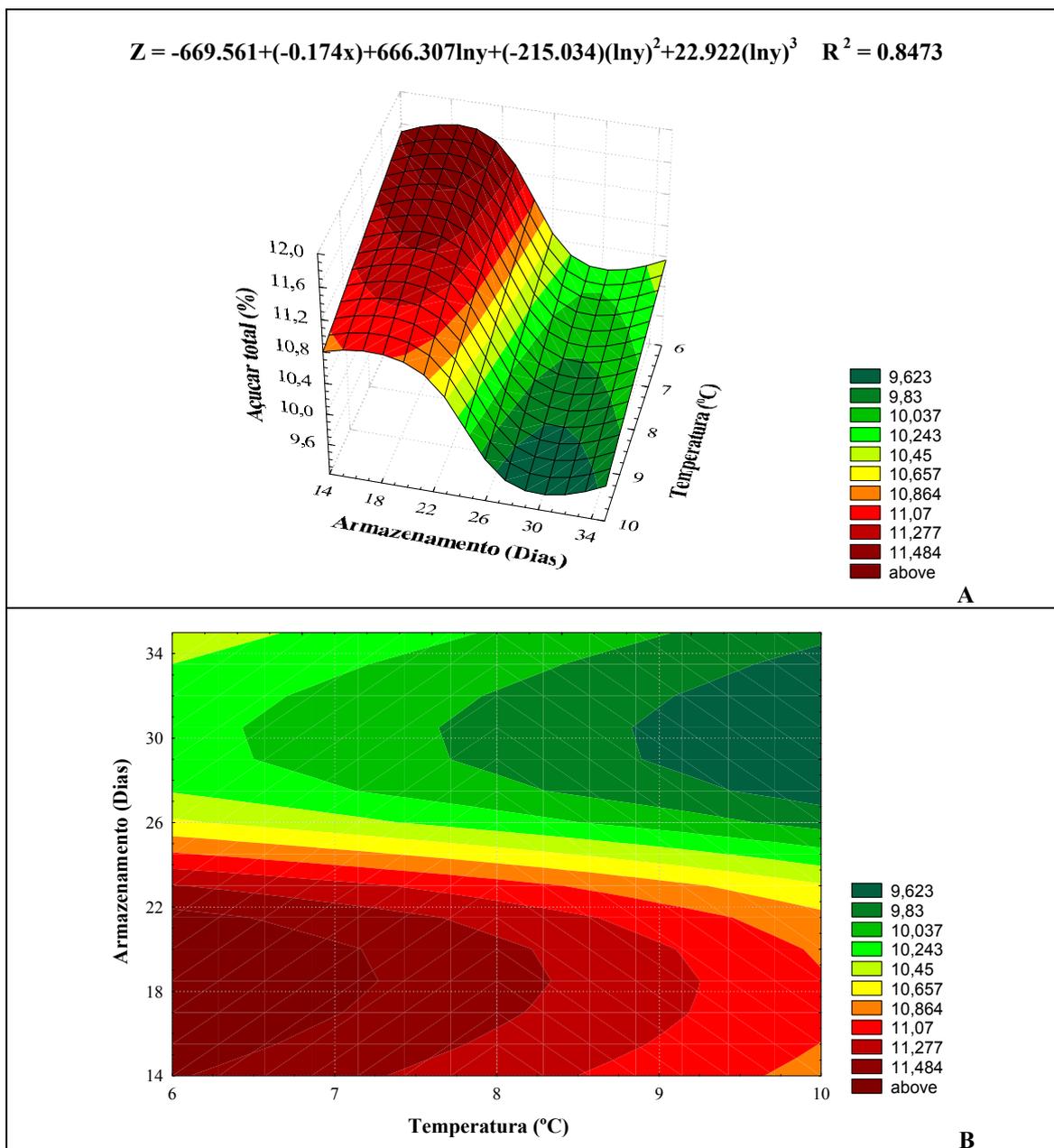


Figura 08. Açúcares solúveis totais de mamão Havai 'Golden' armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Do ponto de vista de qualidade para o consumidor, verifica-se que o teor de açúcares presentes nos frutos é um atributo importante, pois está relacionado com a doçura e sabor, através do balanço com os ácidos.

Assim, considerando-se a baixa acidez e o alto teor de açúcares no mamão, o sabor adocicado é predominante neste fruto.

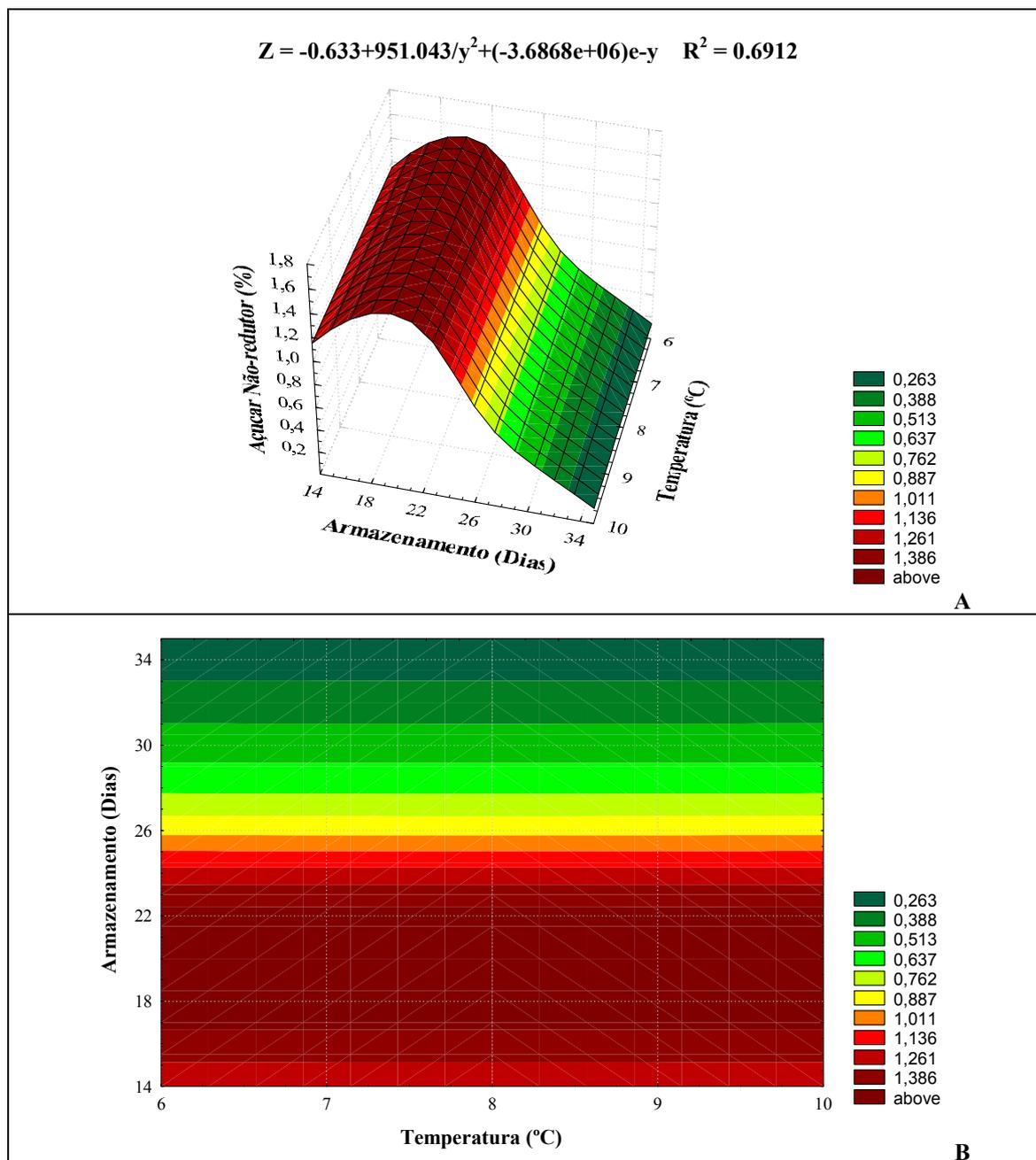


Figura 09. Açúcares não-redutores de mamão Havai ‘Golden’ armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Ao longo do tempo de armazenamento não se verificou uma tendência determinada do teor de amido, igualmente, observou-se comportamento alternado da variável (Figura 10A e B). Os maiores valores foram

observados até o 24º dia, aproximadamente, nas temperaturas de 6 °C e 10 °C. Os menores valores foram observados no intervalo de tempo entre 27 e 31 dias, na temperatura de 8°C.

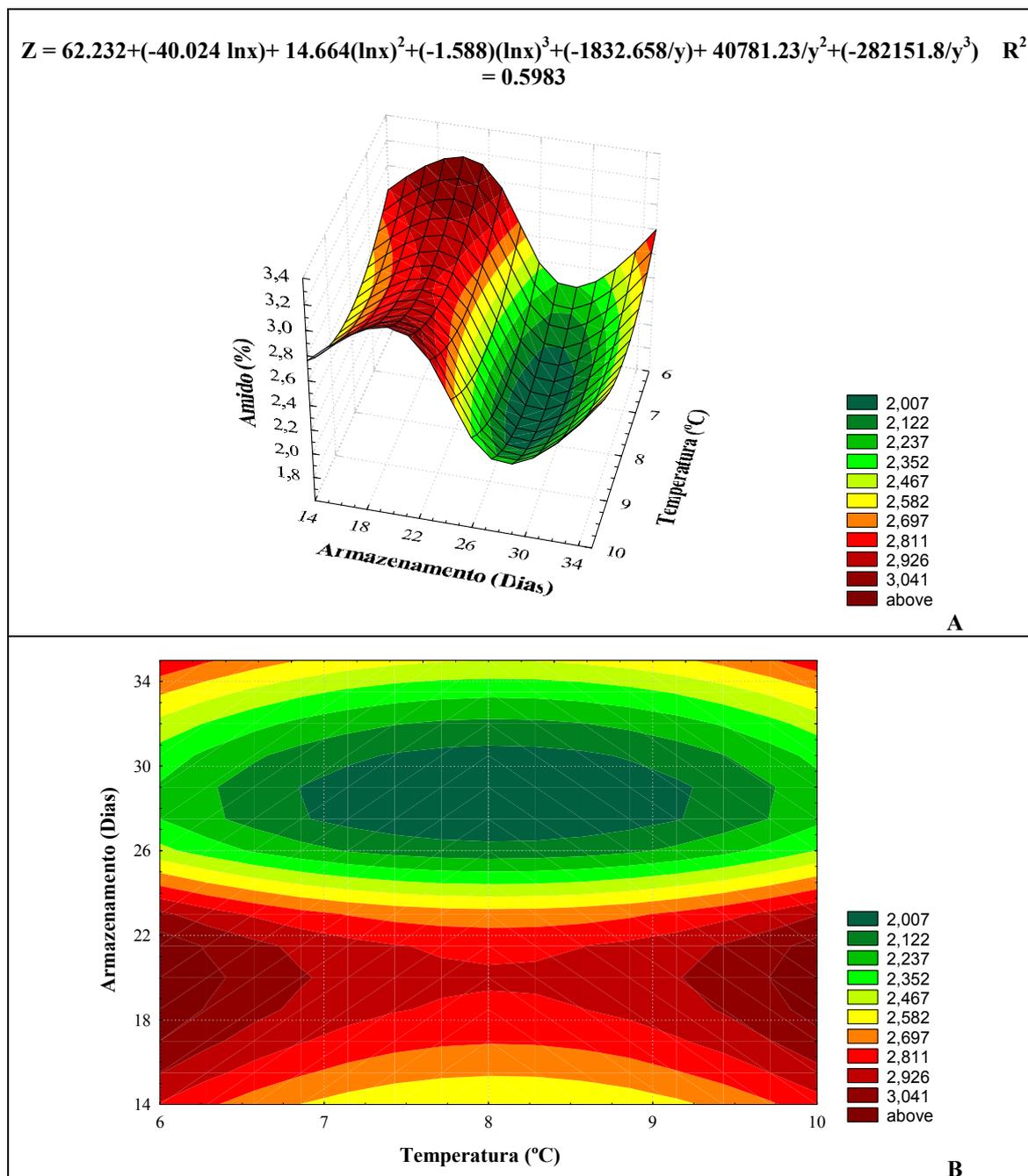


Figura 10. Amido de mamão Havai 'Golden' armazenado durante 35 dias nas temperaturas (6°C, 8°C e 10°C com UR 90%±5%) e Shelf-life de 7 dias (20±1°C e UR 65±5%).

Os valores de amido encontrados no presente trabalho foram superiores, acima de 2%, aos resultados encontrados na literatura. Onde, segundo Pal et al. (1980); Selvaraj et al., (1982) o mamão apresenta uma característica diferente, teores de amido, menores que 1%, verificado durante o seu desenvolvimento.

Pelo fato do mamão não ter reserva de amido para produção de açúcares solúveis após a colheita, o fruto

permanecendo no mamoeiro acumulará mais açúcar e desenvolverá melhor qualidade (CHAN Jr. et al., 1979).

CONCLUSÕES

Dentre as temperaturas testadas, os frutos de mamão Havai 'Golden' armazenados a 10°C e 90±5% UR, apresentaram melhor aparência externa e interna, com vida útil pós-colheita estimada até 32 dias,

aproximadamente. Embora, tenha-se observado leve surgimento de incidência de danos pelo frio na aparência externa;

Os frutos armazenados a 6°C e 8°C e 90±5% UR, apresentaram elevada incidência de danos pelo frio, que se caracterizaram por escaldadura na casca, áreas endurecidas ao redor dos feixes vasculares, desenvolvimento irregular da cor, atraso e desuniformidade no amadurecimento, tornando os frutos de mamão impróprios para comercialização;

Durante o armazenamento independente da variação de temperatura, verificou-se aumento da vitamina C.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIOLA, M.C.; CALZADA, J.F.; MENCHU, J.F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. Papaya. In: **Tropical and subtropical fruits**. Westport: AVI, p. 316-340, 1980.
- BALBINO, J.M.S. **Efeitos de hidroterma, refrigeração e ethefon na qualidade pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.)**. 1997, 104 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BICALHO, U.O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC**. 1998, 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CHAN Jr. H.T. CHANG, T.S.K.; STAFFORD, A.E.; BREKKE, J.E. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v. 19, p. 263-265. 1971.
- CHAN Jr., H.T.; HIBBARD, K.L.; GOO, T. Sugar composition of papayas during fruit development. **HortScience**, Alexandria, v. 14, p. 140-141. 1979.
- CHEN, H.K.L.; PAULL, R.E. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, p. 639-643. 1986.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 27, p. 207-228, 1976.
- FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 23, p. 541-545. 2001.
- FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C.; CARVALHO, R.I.N.; MANICA, I. Qualidade do mamão Papaya comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. 1992 (**em fase de publicação**).
- FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. (Orgs.). **Mamão: Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, 59 p. (Série Frutas do Brasil, 21).
- FRUTISÉRIES 7. **Mamão**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, nov. 2000. Boletim Informativo. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br>>. Acesso em: 12 ago. 2002.
- HINOJOSA, R.L.; MONTGOMERY, M.W. Industrialização do mamão: aspectos químicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: Simpósio sobre a cultura do mamoeiro, 2., Jaboticabal, 1988. **Anais...** Jaboticabal, FCAV/UNESP. p. 89-110. 1988.
- HONÓRIO, S.L.; ROCHA J.L.V. Armazenagem e conservação de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Solo. In: **Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do Mamoeiro**, 2. 1988. Jaboticabal. FCAV/UNESP. Anais p. 293-310.
- JANDEL SCIENTIFIC. **User's Manual**. Califórnia: Jandel Scientific, 1991. 280p.
- KADER, A.A. Advances in controlled atmosphere applications for quality maintenance of fresh fruits. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA – Conferências, 15, 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBF, 1998. p. 136-150.
- KAYS, S. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**. v. 15, p. 223-247, 1999.
- LAZAN, H.; ALI, Z.M.; LIANG, K.S.; YEE, K.L. Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit with tissue depth and heat treatment. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 77, p. 93-98. 1989.
- MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. Formas de processamento. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. **O cultivo do mamão**. Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 77-81.
- MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; 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, rev. e ampl., Campinas: ITAL, 1989. p. 1-178.

- MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo *Galia* durante a maturação e o armazenamento.** 1996, 157p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MIRANDA, R. B. **Avaliação da qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado.** 2001, 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MÕES-OLIVIERA, E.C. **Influência de sanitizantes na qualidade de mamão de safra e entressafra minimamente processado.** 2001, 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PAL, O.K.; SUBRAMANYAM, M.O.; DIVAKAR, N.G.; IYER, C.P.A.; SELVARAJ, Y. Studies on the physico-chemical composition of fruits of twelve papaya varieties. **Journal of Food Science and Technology**, New Dely, v. 17, p. 254-256. 1980.
- PANTASTICO, 1979. Postharvest losses of fruits and vegetables in developing countries – An Action Program. SEARCA Professional Chair Lecture, PHTRC, Los Banos, Philippines.
- PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, p. 937-942. 1989.
- PAULL, R.E.; NISHIJIMA, W.; REYES, M.; CAVALETTO, C. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**. v. 11, p. 165-179, 1997.
- PERES, A.P. **Podridão peduncular do mamão: variabilidade dos agentes etiológicos e aspectos fisiopatológicos na pós-colheita.** 2002, 141p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- QUINTANA, M.E.; PAULL, R.E. Mechanical injury during postharvest handling of 'Solo' papaya fruit. **Journal of the American Society of Horticultural Science**. v. 118, p. 618-622, 1993.
- ROIG, M.G.; RIVEIRA, Z.S.; KENNEDY, J.F.L. Ascorbic: an overview. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 59-72. 1993.
- RUGGIERO, C. Propagação do mamoeiro. In: RUGGIERO, C. SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, p. 79-87, 1980.
- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Papaya in Postharvest. **Biotechnology of fruits**, Florida, v. 2, p. 13-26. 1984.
- SELVARAJ, Y.; PAL, D.K. Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development. **Journal of Food Science and Technology**, v. 19, p. 257-259. 1982.
- SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of foods carbohydrates.** London: Elsevier Applied Science, 1991, 231p.
- STROHECKER, R.L.; HENNING, H.M. **Analisis de Vitaminas: metodos comprobados.** Madrid: Paz Montalvo, 1967, 428p.
- TRINDADE, A.V. (Org). **Mamão. Produção: aspectos técnicos.** Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000, 77 p. (Série Frutas do Brasil, 3).
- VITTI, D.C.C.; LIMA, M.A.; DURIGAN, J.F.; TEIXEIRA, G.H.A. Determinación de los puntos críticos de lesión durante el manejo postcosecha de papaya 'Sunrise'. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**. v. 3, p. 124-130. 2001.
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D.C. **Postharvest – an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals.** 4. ed. Adelaide, South Australia: Hyde Park Press, 1998. 262p.
- WILLS, R.B.H.; WIDJANARKO, S.B. Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. n. 35, p. 1173-1176. 1995.
- YANG, S.F.; HOFFMANN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**. Palo Alto, v. 35, p. 155-189. 1984.

Recebido em 17/01/2010

Aceito em 13/07/2010