

SUSCETIBILIDADE A DANO PELO FRIO EM ABACAXI 'PÉROLA' TRATADO COM 1-METILCICLOPROPENO¹

OVÍDIO RICARDO DANTAS JÚNIOR², SILVANDA DE MELO SILVA³,
RICARDO ELESBÃO ALVES⁴, EBENÉZER DE OLIVEIRA SILVA⁴

RESUMO - Este trabalho avaliou o efeito de 1-metilciclopropeno (1-MCP) na suscetibilidade ao dano pelo frio em abacaxi 'Pérola', colhido em Santa Rita-PB, na maturidade comercial. Os frutos foram tratados com 1-MCP (0; 300; 600 e 1.200 ppb), por 12 horas, sob condição ambiente e armazenados: a) durante 42 dias a 10°C, avaliados a cada 7 dias, e quando transferidos para o ambiente (25°C e 65±5% U.R.), após 21; 28; 35 e 42 dias, e também foram avaliados após sete dias; b) durante 32 dias, a 7°C, avaliados a cada 8 dias, e transferidos para o ambiente após 8; 16; 24 e 32 dias, sendo avaliados após sete dias. Em frutos mantidos a 10°C, não se observou efeito do 1-MCP em retardar a perda de qualidade. Para frutos a 7°C, o 1-MCP minimizou a incidência de dano pelo frio quando transferidos para a condição ambiente.

Termos para indexação: *Ananas comosus*, desordem fisiológica, 1-MCP, armazenamento refrigerado.

SUSCEPTIBILITY TO CHILLING INJURY FOR 'PÉROLA' PINEAPPLE TREATED WITH 1-METHYLCYCLOPROPENE

ABSTRACT - This work evaluated the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on susceptibility to chilling injury (CI) in 'Perola' pineapple, harvested at the commercial maturity from Santa Rita municipality, Paraíba State, Northeast Brazil. Fruits were treated at room temperature with 1-MCP (0, 300, 600, and 1200 ppb) for a 12-hour period and stored: a) during 42 days at 10°C, evaluated each 7 days and, when transferred to room conditions (25°C and 65±5% R.H.), followed 21, 28, 35, and 42 days, and were also evaluated after 7 days; b) during 32 days at 7°C, evaluated at 8-day intervals, transferred to room conditions followed 8, 16, 24, and 32 days, and evaluated after 7 days. For pineapple kept at 10°C it was not observed 1-MCP effect of retarding the loss of fruit quality. For fruits stored at 7°C, 1-MCP minimized the incidence of CI when pineapples were transferred to room conditions.

Index terms: *Ananas comosus*, physiological disorder, 1-MCP, cold storage.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de abacaxi, com uma produção estimada, no ano de 2006, em 1,7 bilhão de frutos. Em todo o País, são encontrados plantios comerciais, destacando-se os Estados do Pará, Paraíba, Minas Gerais, Bahia e Rio Grande do Norte, que contribuíram com quase 72% da produção nacional em 2006 (IBGE, 2008). A maioria do abacaxi produzido no Brasil, no entanto, é ainda destinada ao mercado doméstico, cujo transporte para outras regiões é geralmente feito a granel e sob condições ambientes (CEAGESP, 2003).

A refrigeração tem sido utilizada como um dos meios mais eficientes na redução da taxa

metabólica e, conseqüentemente, no aumento da vida útil pós-colheita de frutos (Kays, 1997). O emprego de refrigeração pode ser a ferramenta necessária para a comercialização do abacaxi paraibano em mercados mais distantes. Cada produto, no entanto, possui uma faixa ótima de temperatura que pode potencializar a vida útil pós-colheita. Frutos tropicais e subtropicais, quando expostos a temperaturas inferiores a 10 – 12°C, exibem a desordem fisiológica denominada dano pelo frio ou "chilling injury" (Lyons, 1973), que resulta em perda da qualidade e redução da vida útil pós-colheita (Wang, 1994). Quando exposto a temperaturas abaixo de 10°C por um tempo prolongado, o abacaxi exhibe dano pelo frio (Teisson & Combres, 1979), que decorre do efeito das baixas temperaturas nas membranas celulares

¹(Trabalho 082-08). Recebido em: 02-04-2008. Aceito para publicação em: 09-12-2008.

²Aluno de Doutorado em Agronomia/Programa de Pós-Graduação em Agronomia-UFPB, ovidiojunior@yahoo.com.br

³Prof. Ph.D., Lab. Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, DCFS/CCA/UFPB, C.P. 04, 58397-970, Areia - PB. E-mail: silvasil@cca.ufpb.br

⁴Pesq. Dr., Embrapa Agroindústria Tropical, R. Dra Sara Mesquita, 2270, Pici, 60511-110, Fortaleza-CE, elesbão@cpnat.embrapa.br; ebenezzer@cpnat.embrapa.br

(Wang, 1994). Os danos pelo frio manifestam-se em abacaxi na forma de vários sintomas, como amadurecimento anormal, colapso da estrutura interna, manchas escuras na polpa e na casca ou descoloração interna e perdas em sabor e odor (Paull & Rohrbach, 1995). A incidência de danos pelo frio é agravada na presença de etileno (Pesis et al., 2002). O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um composto eficiente no controle dos efeitos adversos do etileno (Sisler & Serek, 1997). Rupasinghe et al. (2000) e Selvarajah et al. (2001) observaram que o emprego de 1-MCP reduziu consideravelmente a incidência de dano pelo frio em maçã e abacaxi, respectivamente. No entanto, Porat et al. (1999), em laranja 'Shamouti', um fruto não-climatérico, não verificaram efeitos de 1-MCP na redução da ocorrência de dano pelo frio.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da aplicação de 1-MCP na suscetibilidade a danos pelo frio de abacaxi 'Pérola', armazenado a 10 e 7°C.

MATERIAL E MÉTODOS

Abacaxis da variedade 'Pérola' foram colhidos entre 6 e 9h da manhã, em plantio comercial conduzido sob o sistema de Boas Práticas Agrícolas, no município de Santa Rita- PB, no estádio de maturidade comercial (fisiologicamente maduros, porém com frutinhos de coloração verde em toda a extensão da casca), classificados como "verdoso", de acordo com as Normas de Classificação do Abacaxi (CEAGESP, 2003). Em seguida, foram transportados em caixas isotérmicas para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, onde foram selecionados, e cada abacaxi foi pincelado na base com solução de 1 g.L⁻¹ de fungicida e seco ao ar. Em seguida, para o tratamento com 1-Metilciclopropeno (1-MCP), os abacaxis foram colocados em câmaras plásticas de 0,186 m³. Para a aplicação do 1-MCP, foram utilizados frascos de 100 mL com septos nas tampas, nos quais foi adicionado o produto comercial em pó nas concentrações equivalentes a 300; 600 e 1.200 ppb de 1-MCP gasoso. Em seguida, foram injetados, através dos septos, 50 mL de água a 50°C, agitando-se até a completa dissolução do produto. Os frascos foram colocados no interior das câmaras contendo os abacaxis através de abertura lateral e abertos. As câmaras, em seguida, foram hermeticamente fechadas, permanecendo sob condição ambiente (25±3 °C e 65±5% UR) por 12 horas. Como controle, abacaxis sem aplicação de 1-MCP foram mantidos em condições similares. Após a aplicação de 1-MCP, os frutos foram submetidos a

dois ensaios: Ensaio I. Abacaxis armazenados a 10±1°C e 93±2% de umidade relativa (UR) por 42 dias, com avaliação a cada sete dias (0; 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias), sendo que, a partir do 21º dia, em cada avaliação, um grupo de três frutos era transferido para a condição ambiente, que eram avaliados após sete dias, aos 21+7, 28+7, 35+7 e 42+7 dias. Ensaio II. Frutos armazenados a 7±1 °C e 93±2% UR durante 32 dias, com avaliação a cada oito dias (0; 8; 16; 24 e 32 dias), sendo que, em cada avaliação, um grupo de três abacaxis era transferido para a condição ambiente, com avaliação após sete dias, aos 8+7, 16+7, 28+7 e 32+7 dias.

Avaliações: Perda de Massa (%) - determinada em balança semianalítica (marca BEL, modelo Mark 3.100), considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e a obtida a cada de avaliação (Martins et al., 2003); Coloração da casca, Aspecto da Coroa, Coloração da polpa e Escurecimento Interno - através de avaliação sensorial por doze julgadores não treinados, utilizando-se de escalas subjetivas, variando de 0 a 5, considerando-se 4=limite de aceitação, adaptadas de Pólit (2001). Coloração da casca: 0= frutinhos totalmente verdes; 1=centro dos frutinhos amarelos em mais de 50% do fruto; 2=centro dos frutinhos amarelos em 100% do fruto; 3=mais de 50% dos frutinhos amarelos; 4=100% dos frutinhos amarelos, mas com região entre os frutinhos verde; 5=totalmente amarela. Aspecto da coroa: 0=fresca, limpa e inteira; 1=ligeiramente menos túrgida, com pontas das folhas dobradas; 2=pequenas manchas marrons, ligeiramente murchas e secas; 3= manchas marrons e escuras, moderadamente torcidas e secas; 4=folhas muito marrons, folhas rotas; 5= com fungos, folhas rotas ou desprendidas. Coloração da polpa: 0= totalmente branca e sem brilho; 1=branca, mas ligeiramente brilhante; 2= ligeiramente amarela; 3= amarelo-pálida; 4= amarelo moderado brilhante; 5= amarelo intenso. Escurecimento Interno (EI): 0=0 % de EI; 1=até 5% de EI; 2= 6 a 10% de EI; 3=11 a 20% de EI; 4=21 a 40% de EI; 5=41 a 100% de EI. Dano pelo frio - avaliado nos frutos armazenados a 7°C, após sete dias da transferência para a condição ambiente, calculado através da porcentagem de área da casca afetada por maturação irregular, conforme Paull & Rohrbach (1985); Firmeza da Casca - usando-se o texturômetro digital Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i, com sonda de 35 mm de diâmetro, em duas medições, em regiões opostas ao longo da área mediana do fruto, ajustada para uma distância de penetração de 10 mm, à velocidade de 1,0 mm.s⁻¹, em Newtons (N). Teor de Vitamina C - por titulometria com solução de DFI (2,6 diclo-fenol-indofenol 0,02

%) até atingir coloração róseo-clara, utilizando-se de 1 g de suco diluído em 50 mL de ácido oxálico 0,5 %, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2005).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Para o ensaio I, utilizou-se esquema fatorial 4x7 (4 doses de 1-MCP x 7 tempos) para frutos mantidos a 10 °C e após a transferência para a condição ambiente, fatorial 4x4 (4 doses de 1-MCP x 4 tempos). Para o ensaio II, utilizou-se esquema fatorial 4x5 (4 doses de 1-MCP x 5 tempos) para frutos mantidos a 7 °C e após a transferência para a condição ambiente, fatorial 4x4 (4 doses de 1-MCP x 4 tempos), com três repetições de um fruto. Para os frutos que permaneceram sob refrigeração, os resultados foram submetidos à análise de variância e quando verificada a significância da interação pelo teste "F", a pelo menos 5% de probabilidade, submetidos à regressão polinomial. Para os frutos que foram transferidos para a condição ambiente, utilizou-se de contrastes ortogonais, comparando-se os valores obtidos em cada período sob refrigeração aos valores obtidos após sete dias de permanência sob condições ambientes e as doses de 1-MCP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de massa. A perda de massa não foi influenciada pelas doses de 1-MCP durante o período de refrigeração ($p < 0,05$), sendo as diferenças decorrentes do tempo de armazenamento (Figuras 1A e C). A perda de massa aumentou de forma linear nos frutos mantidos sob refrigeração ininterrupta. Nos abacaxis mantidos a 7°C, observou-se maior perda de massa durante o armazenamento (Figura 1C). Quando os frutos mantidos a 7 e 10°C foram transferidos para o ambiente, observou-se aumento mais acentuado na perda de massa (Figura 1B e D), provavelmente em decorrência do aumento brusco da atividade metabólica, devido a danos sofridos pelas membranas (Wang, 1994). Adicionalmente, a transferência dos frutos da refrigeração para o ambiente acelerou a perda de massa, em consequência do déficit de pressão de vapor, o qual representa a diferença entre a umidade dos tecidos do produto e a umidade do ar circundante, que, por sua vez, é afetada pela temperatura de armazenamento (Grierson & Wardowski, 1978). A perda excessiva de massa torna o fruto inadequado para a comercialização. Dependendo do produto, perdas iguais ou superiores a 5% são capazes de promover o enrugamento, limitando a aceitação do produto pelo consumidor (Kays, 1997). A perda de

massa para abacaxis tratados com 600 e 1.200 ppb de 1-MCP, mantidos por 16 dias a 7°C, não diferiu após sete dias na condição ambiente (16+7 dias), o que pode ser devido à ação do 1-MCP na redução da taxa metabólica, resultando em menor taxa de transpiração e, conseqüentemente, em menor perda de massa.

Firmeza da casca. Para os frutos mantidos a 7 e 10°C, a firmeza da casca diminuiu durante o armazenamento, mas não diferiu quanto às doses de 1-MCP. Entretanto, quando da transferência após 32 dias a 7 °C para a condição ambiente (32+7), a firmeza de frutos não- tratados era inferior à dos frutos tratados (Figura 1D). Para a maioria dos frutos, a avanço da maturação é acompanhado pela perda de firmeza, e a sua manutenção é um dos objetivos da conservação pós-colheita (Kays, 1997). A retenção da firmeza está relacionada à integridade dos polímeros da parede celular, que são desintegrados durante a maturação pela ação de enzimas hidrolíticas, resultando no amaciamento da textura do fruto (Bartley & Knee, 1982).

Coloração da casca. Em abacaxi, a coloração da casca é um indicativo do ponto de colheita e da maturidade de consumo (Carvalho, 1999). Esta deve apresentar a uniformidade e intensidade características, pois é o principal atrativo ao consumidor (Dull, 1971). O tratamento com 1-MCP não proporcionou diferença no desenvolvimento da coloração dos frutos mantidos sob refrigeração (Figura 2A e C). Para os frutos armazenados a 7°C (Figura 2C), não se observou o desenvolvimento da coloração/desverdecimento da casca, até o 32º dia (nota 0 da escala). Quando da transferência, após 8; 16 e 32 dias a 7 °C para a condição ambiente (8+7, 16+7 e 32+7 dias), os frutos não-tratados com 1-MCP apresentaram menores notas, indicando que o desenvolvimento da coloração foi prejudicado, sugerindo que o sistema molecular envolvido na biossíntese de pigmentos foi afetado (Selvarajah et al., 2001). Por outro lado, nessa condição, o tratamento com 1-MCP propiciou a evolução da coloração (Figura 2D), indicando redução na incidência de dano pelo frio, como em morango (Jiang et al., 2001). Com o decorrer do tempo de exposição ao ambiente, a casca destes frutos começou a apresentar sintomas de dano pelo frio, que interferiam no desenvolvimento normal da coloração da casca. De acordo com Wang (1994), a partir do momento em que o produto é submetido à temperatura abaixo do nível crítico por prolongado período, o dano das membranas celulares é eminente, mas a velocidade de ocorrência dos sintomas é variável, dependendo

da temperatura, tempo de exposição e estado fisiológico e metabólico do tecido.

Aspecto da coroa. A coroa proporciona proteção ao fruto nas etapas de acondicionamento e transporte, constitui-se também em material de propagação, além de representar, para o consumidor, a integridade dos frutos (Pólit, 2001). Não foram verificadas diferenças no aspecto da coroa entre os tratamentos empregados ($p < 0,05$), onde apenas o tempo de armazenamento exerceu influência (Figura 2A e C). O aspecto da coroa evoluiu da nota 0 (coroa fresca, limpa e inteira) até a nota 2 (folhas verdes com pequenas manchas marrons, ligeiramente murchas e secas), durante o armazenamento a 10 °C. Para frutos mantidos a 10 °C e transferidos para a condição ambiente, após 42 dias de refrigeração (42+7 dias), foi atingida nota superior a 3 (folhas com manchas marrons e manchas escuras, moderadamente torcidas e secas), o que se justifica pela própria estrutura da coroa, que é constituída por material coreáceo e recoberto de cera. Abacaxis mantidos a 7°C, quando transferidos para a condição ambiente, tinham o aspecto da coroa mais comprometido na medida em que seu tempo de permanência sob refrigeração foi maior (32+7), chegando a atingir valores superiores a 3,5.

Coloração da polpa. O desenvolvimento da coloração da polpa foi pequeno, de modo que, sob as duas condições de refrigeração (Figura 3A e C), não foi alcançada sequer a nota 2. A coloração da polpa, no entanto, evoluiu quando os frutos mantidos a 10°C foram transferidos para a condição ambiente, os quais alcançaram nota superior a 2 (Figura 3B). Abacaxis mantidos a 7°C e transferidos para condição ambiente apresentaram desenvolvimento da coloração da polpa mais discreto (Figura 3D), que corresponderia à tonalidade ligeiramente amarela, podendo indicar anormalidade no processo de amadurecimento. Esse limitado desenvolvimento da coloração da polpa observado durante a transferência para a condição ambiente pode ser decorrente da própria característica da cultivar Pérola, que é classificada como de polpa branca (Dull, 1971) e amarelo-pálida a quase branca (Carvalho, 1999). A coloração da polpa serve como indicativo do grau de maturação do fruto e é bastante influenciada pela nutrição mineral (Carvalho, 1999). De acordo com Pólit (2000), um abacaxi verde tem polpa de cor branca e muitos espaços livres em seu interior. À medida que a maturação avança, estes vazios começam a encher-se de suco, e a polpa torna-se paulatinamente de cor amarela e com aparência de translúcida pela maior presença de líquido.

Escurecimento interno. Um dos principais problemas apresentados pelo abacaxi, durante e após o armazenamento ou transporte, é o distúrbio fisiológico causado pela exposição a baixas temperaturas, que é denominado de escurecimento interno, afetando a qualidade pós-colheita do abacaxi para exportação (Carvalho, 1999). Para as doses e as condições de refrigeração empregadas, não foi verificado influência do tratamento com 1-MCP ($p < 0,05$) no grau de escurecimento interno dos frutos (Figura 3A e C), embora abacaxis mantidos a 10 °C mantivessem os frutos com 0% de área afetada até o 28º dia de armazenamento. No entanto, o escurecimento interno aumentou marcadamente após a transferência para a condição ambiente (Figura 3B e D). Observou-se que, à medida que aumentou o tempo de exposição a 7 °C, aumentou a porcentagem de área afetada pelo escurecimento interno, mas que este aumento foi menor para doses mais elevadas de 1-MCP, de modo que a concentração de 1.200 ppb foi mais efetiva em minimizar este distúrbio (Figura 3D). Teisson & Combres (1979) e Paull & Rohrbach (1985) salientam que os sintomas de escurecimento interno se caracterizam pelo aparecimento de pequenas manchas escuras no ponto de inserção dos frutinhos, ao longo do cilindro central, que corresponde a uma degradação do tecido, revelada pelo aumento de translucidez, como observado neste trabalho. As partes afetadas estendiam-se progressivamente ao longo do cilindro central, de modo que, em estágios mais avançados do dano fisiológico, invadiam toda a polpa do fruto. A sensibilidade dos frutos de abacaxi ao escurecimento interno, entretanto, está estritamente ligada à composição do fruto e, em particular, ao teor de ácido ascórbico (Teisson & Combres, 1979), cujos níveis têm sido associados com a intensidade dos sintomas deste distúrbio (Paull & Rohrbach, 1985).

Vitamina C. As doses de 1-MCP não exerceram influência sobre o teor de vitamina C nos frutos ($p < 0,05$), para as duas condições de refrigeração (Figura 4A e C). Para os frutos mantidos a 10°C, o teor de vitamina C que, no início do armazenamento, era próximo a 65 mg/100g, teve um pequeno acréscimo até o sétimo dia e, a partir daí, declinou, como tende a ocorrer durante a maturação em muitos frutos (Seymour et al., 1993), atingindo ao final do armazenamento teor médio em torno de 40 mg/100g. A 7°C, quando transferidos para a condição ambiente, aos 32+7 dias, abacaxis apresentavam teores de vitamina C mais baixos.

Dano pelo frio. O dano pelo frio foi avaliado na casca pela porcentagem de maturação irregular,

que foi bastante expressiva nos frutos mantidos a 7°C quando transferidos para a condição ambiente. Embora a exposição a baixas temperaturas possa expressar proteínas de choque térmico que protegem as membranas contra os danos pelo frio (Sabehat et al., 1998), em abacaxi, à medida que o tempo de exposição aumentou, aumentou também a área afetada pelo dano, onde os frutos tratados com 1-MCP apresentam menor área afetada nos três últimos tempos de transferência (Figura 4). O dano pelo frio nos frutos foi evidenciado por manchas escuras com ‘aspecto de queimado’, as quais aumentaram com o tempo de exposição ao frio. A maturação de frutos

que sofreram dano pelo frio foi lenta, irregular e incompleta. As áreas afetadas não apresentaram a cor típica da casca, reduzindo a resistência fitopatológica dos tecidos, facilitando a invasão por agentes patogênicos e seu apodrecimento, conforme também descrito por Wang (1984). Conforme Levitt (1980), a ocorrência dos sintomas de dano pelo frio depende tanto da temperatura, quanto do tempo de exposição a esta temperatura. Os sintomas iniciais aparecem quando os frutos estão ainda na temperatura adversa e acentuam-se rapidamente após sua transferência a temperaturas superiores (Wang, 1994)

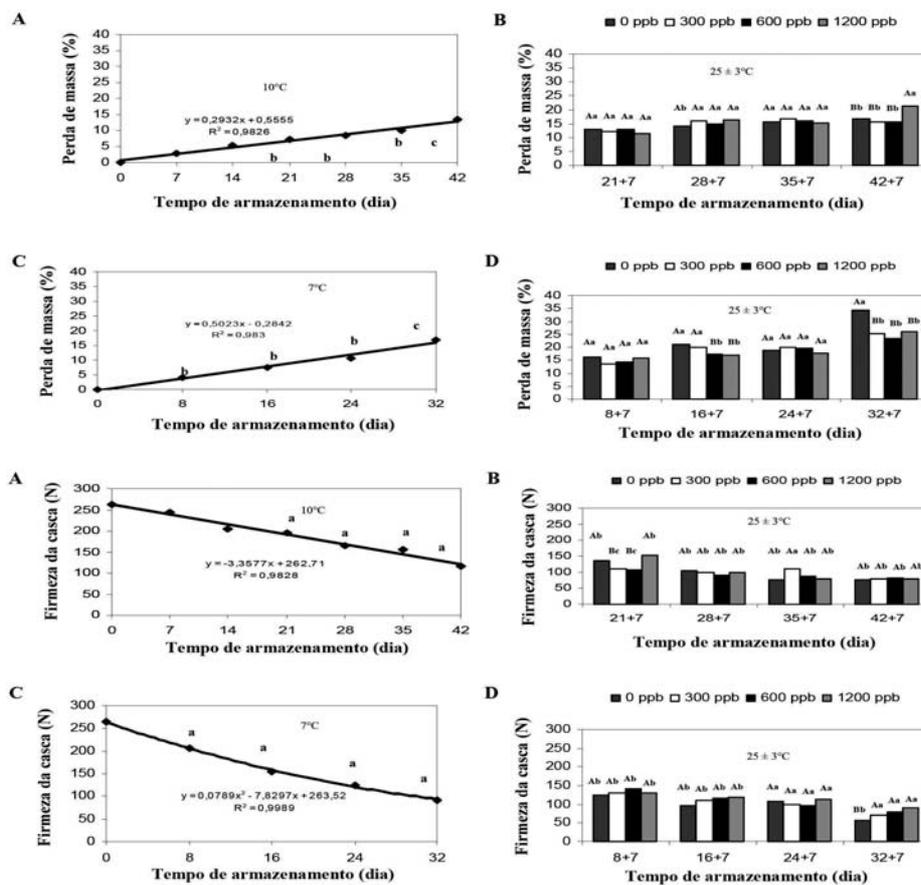


FIGURA 1- Perda de massa e firmeza da casca em abacaxi ‘Pérola’, tratado com 1-MCP (0; 300; 600 e 1.200 ppb) armazenado continuamente a 10 °C e 93±2% U.R (A) durante 42 dias; sendo (B) a partir de 21 dias sob refrigeração (aos 21; 28; 35 e 42 dias) transferido para a condição ambiente (25±3 °C e 65±5% U.R.) e avaliado após sete dias nesta condição; e (C) armazenado continuamente a 7 °C e 93±2% U.R.durante 32 dias e (D) a partir de 8 dias sob refrigeração (aos 8; 16; 24 e 32 dias) transferido para condição ambiente e avaliado após sete dias.

*Medias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem entre doses de 1-MCP e minúsculas não diferem entre a condição inicial e a de após transferência para a condição ambiente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

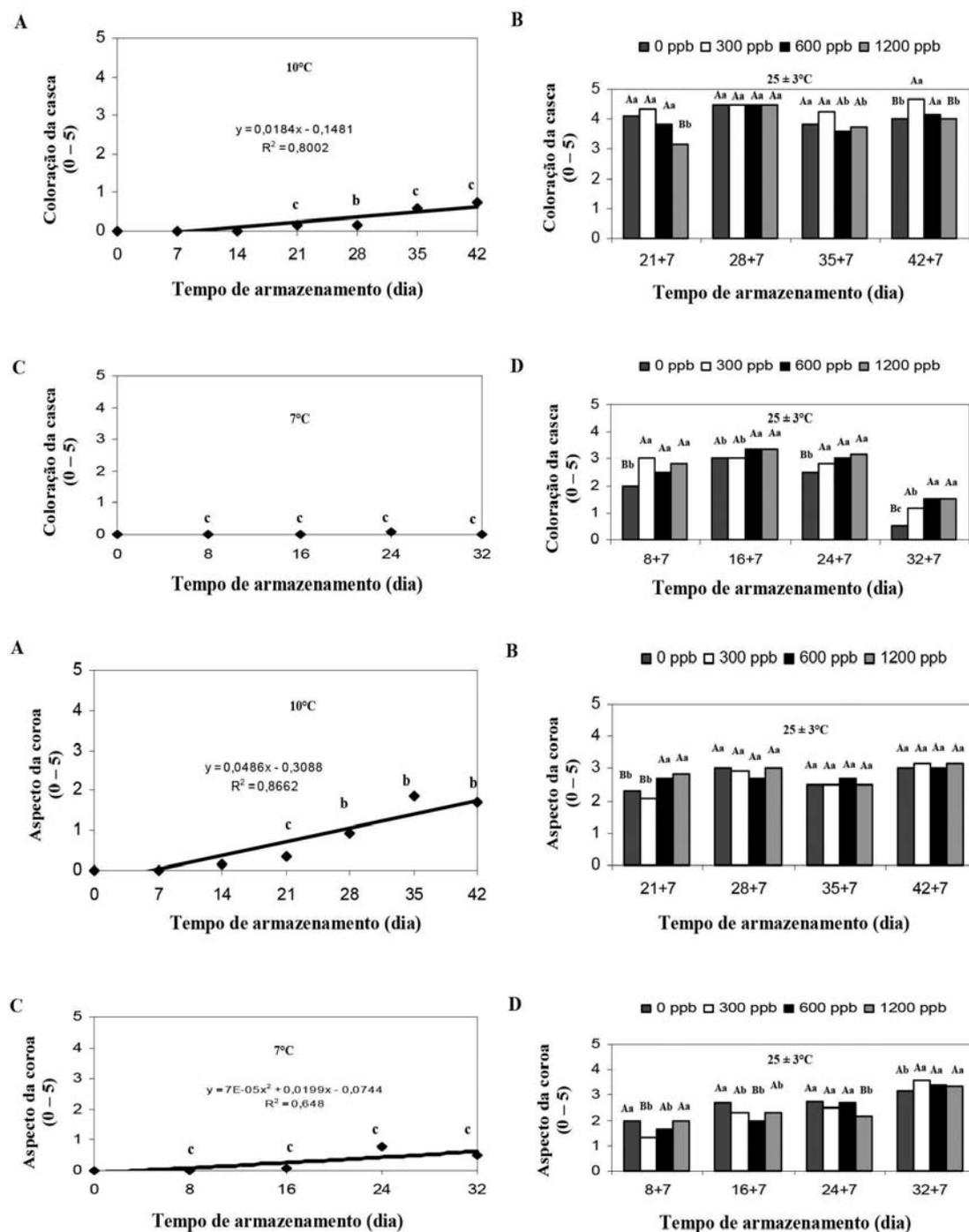


FIGURA 2- Coloração da casca (Notas de 0 - 5) e aspecto da coroa (Notas de 0 - 5) em abacaxi ‘Pérola’, tratado com 1-MCP (0; 300; 600 e 1.200 ppb) armazenado continuamente a 10°C e $93 \pm 2\%$ U.R. (A) durante 42 dias; sendo (B) a partir de 21 dias sob refrigeração (aos 21; 28; 35 e 42 dias) transferido para a condição ambiente ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ U.R.) e avaliado após sete dias nesta condição; e (C) armazenado continuamente a 7°C e $93 \pm 2\%$ U.R. durante 32 dias e (D) a partir de 8 dias sob refrigeração (aos 8; 16; 24 e 32 dias) transferido para condição ambiente e avaliado após sete dias.

*Medias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem entre doses de 1-MCP e minúsculas não diferem entre a condição inicial e a de após transferência para a condição ambiente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

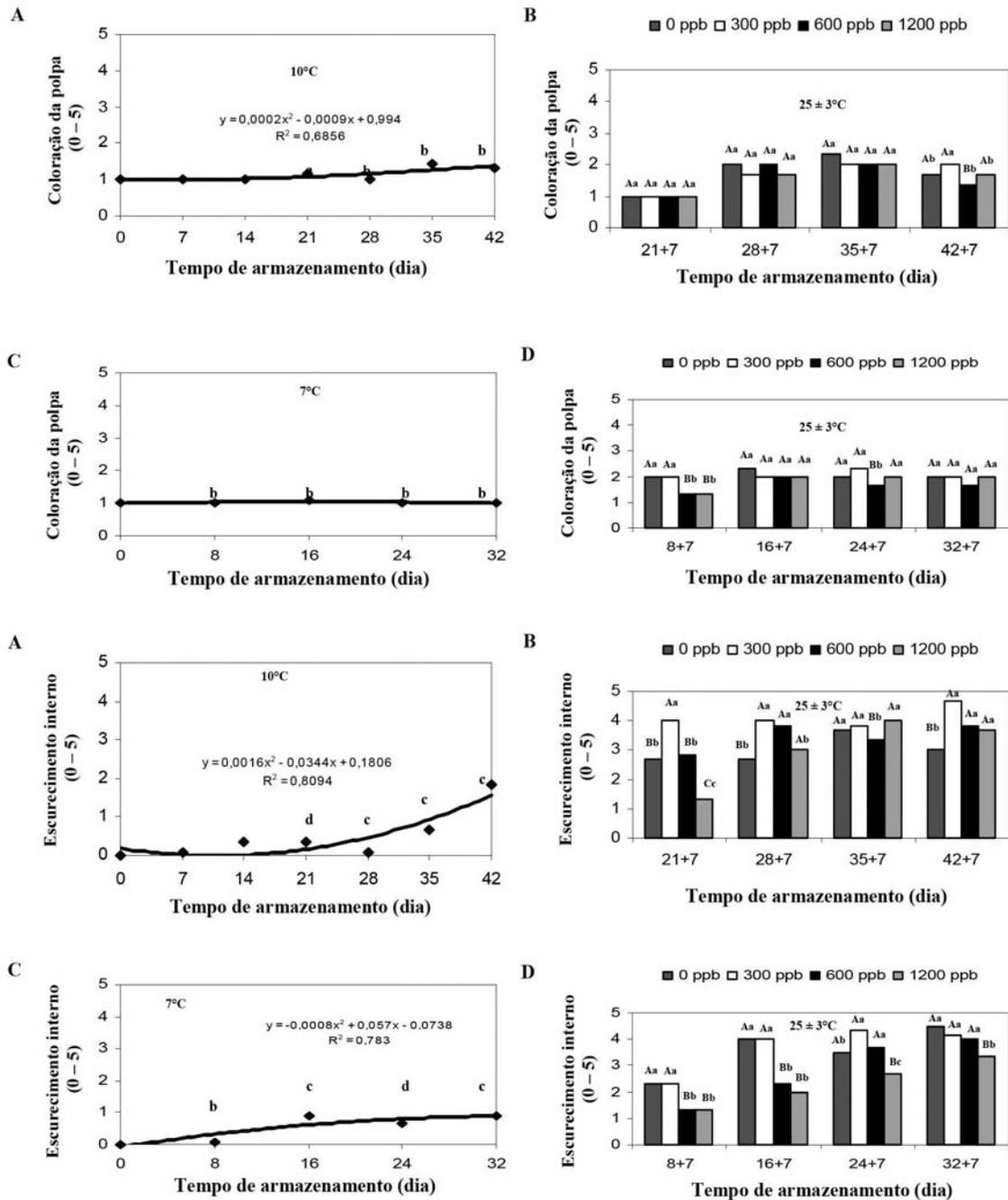


FIGURA 3- Coloração da polpa (Notas 0 - 5) e escurecimento interno (Notas 0 - 5) em abacaxi 'Pérola', tratado com 1-MCP (0; 300; 600 e 1.200 ppb) armazenado continuamente a 10 °C e 93±2% U.R (A) durante 42 dias; sendo (B) a partir de 21 dias sob refrigeração (aos 21; 28; 35 e 42 dias) transferido para a condição ambiente (25±3 °C e 65±5% U.R.) e avaliado após sete dias nesta condição; e (C) armazenado continuamente a 7 °C e 93±2% U.R. durante 32 dias e (D) a partir de 8 dias sob refrigeração (aos 8; 16; 24 e 32 dias) foi transferido para condição ambiente e avaliado após sete dias.

*Medias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem entre doses de 1-MCP e minúsculas não diferem entre temperaturas iniciais de armazenamento, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

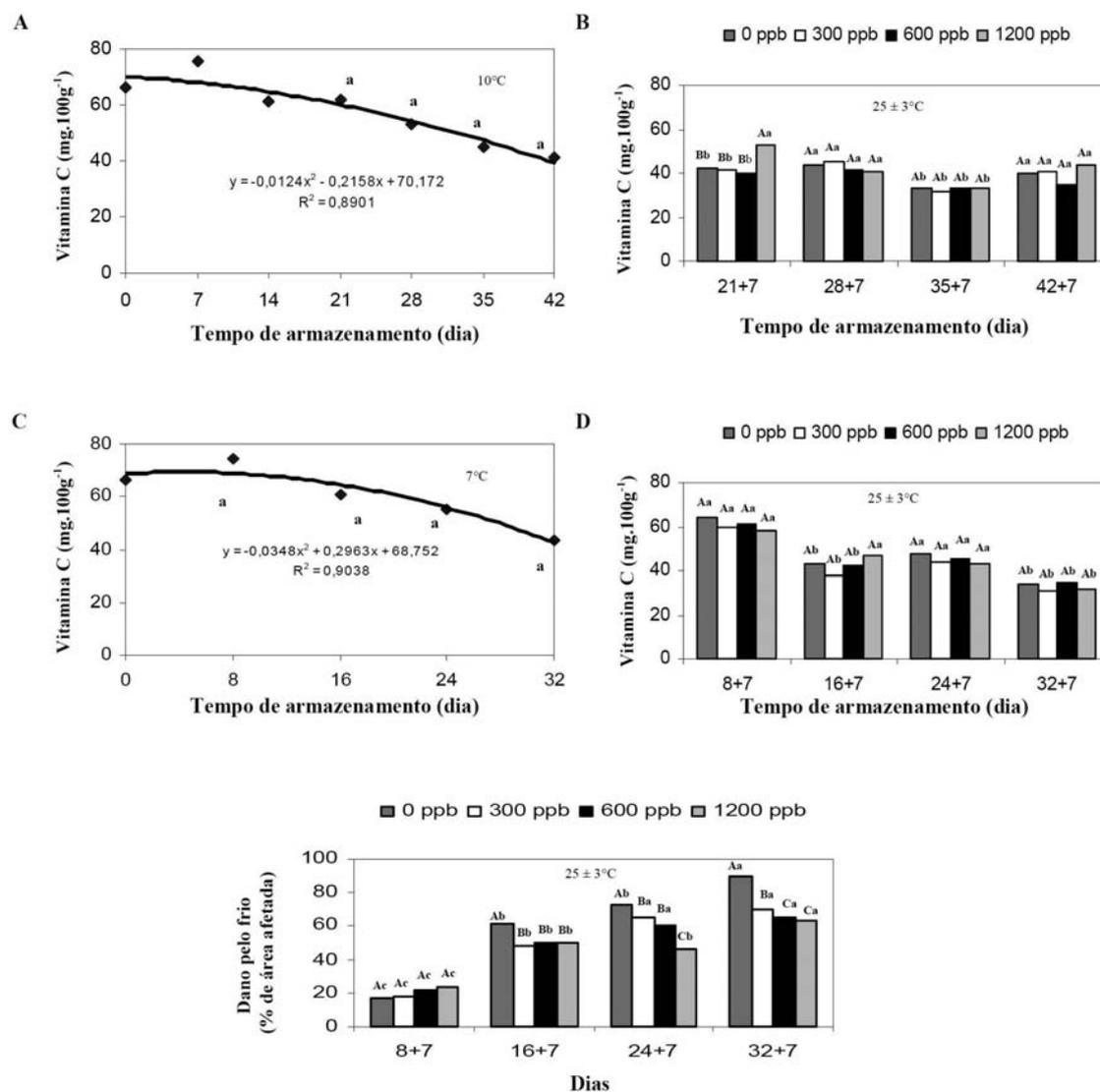


FIGURA 4- Teor de vitamina C (mg.100g⁻¹) em abacaxi 'Pérola', tratado pós-colheita com 1-MCP (0; 300; 600 e 1.200 ppb) armazenados continuamente a 10 °C (A); e (B) a partir de 21 dias sob refrigeração foram avaliados após sete dias de manutenção em condição ambiente (25±3 °C e 65±5% U.R.); e armazenados continuamente a 7 °C e 93±2% U.R. durante 32 dias (C), e avaliados após sete dias sob condição ambiente (D), e Dano pelo frio (% de área afetada) em abacaxi 'Pérola', tratado pós-colheita de 1-MCP (0; 300; 600 e 1.200 ppb) armazenados a 7 °C e 93±2% U.R. e avaliados após sete dias em condição ambiente.

*Medias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem entre doses de 1-MCP e minúsculas não diferem entre períodos de transferência, para cada dose de 1-MCP, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1-O armazenamento a 7°C resultou na incidência de dano pelo frio em abacaxi 'Pérola'.

2-Para abacaxis mantidos a 10 °C, de forma global, não se observou a efetividade do 1-MCP em retardar a perda de qualidade dos frutos.

3-Para frutos armazenados a 7 °C, o 1-MCP minimizou o escurecimento interno e a incidência de dano pelo frio quando transferidos para a condição ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, ao PRODETAB e ao BNB, pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BARTLEY, I. M.; KNEE, M. The chemistry of textural changes in fruit during storage. **Food Chemistry**, Oxford, v.9, n.1, p.47-58, 1982.
- CARVALHO, D. C. Composição, Colheita, Embalagem e Transporte do Fruto. In: CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, F. S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480 p.
- CEAGESP. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi**. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2003. (Documentos, 24).
- DULL, G. G. The pineapple: general. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v.2, cap. 9, p.303-324.
- GRIERSON, W.; WARDOWSKI, W.F. Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.13, n.5, p.22-26, 1978.
- IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo, 2005. 1017p.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1997. 532p.
- LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: chilling, freezing and high temperature stresses**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1980. 497p.
- LYONS, J.M. Chilling injury in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p. 445-446, 1973.
- MARTINS, L.P.; SILVA, S.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Fisiologia do dano pelo frio em ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.23-26, 2003.
- PAULL, R. E.; ROHRBACH, K. G. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.1, p.100-105, 1985.
- 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**, Amsterdam, v.24, p. 171-181, 2002.
- PÓLIT, P. **Manual de manejo postcosecha de piña**. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Graficas Guimar. 2001. 28p.
- PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOREN, R.; DROBY, S. **Effects of ethylene and 1-Methylcyclopene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges**. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.15, n.3, 155-163, 1999.
- RUPASINGHE, H. P. V.; MURR, D. P.; PALIYATH, G.; SKOG, L. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v.75, n. 3, p. 271-276, 2000.
- SABEHAT, A.; LURIE, S.; WEISS, D. Expression of small heat shock proteins at low temperature. A possible role in protecting against chilling injury. **Plant Physiology**, Beltsville, v. 117, n.2, p. 651-658, 1998.
- SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A. D.; JOHN, P. Internal browning in cold-storage pineapples is

- suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.23, n.2, p.167-170, 2001.
- SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 454p.
- SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, p.577-582, 1997.
- TEISSON, C.; COMBRES, J. C. Le brumissement interne de l'ananas. III – Symptomatologie. **Fruits**, Paris, v.34, n.5, p.315-329, 1979.
- WANG, C. Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p.986-988, 1994.