

HILTON LOPES GALVÃO

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE QUIABO E JILÓ

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009**

HILTON LOPES GALVÃO

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE QUIABO E JILÓ

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

APROVADA: 20 de agosto de 2009.

**Prof. Mário Puiatti
(Coorientador)**

Prof. Raimundo Santos Barros

Marialva Alvarenga Moreira

Marcelo Amaral de Moura

**Prof. Fernando Luiz Finger
(Orientador)**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela formação social e acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo indispensável auxílio financeiro.

Ao Professor Fernando Luiz Finger, pela orientação, pela amizade e pela confiança em meu trabalho.

Aos Professores Coorientadores Mário Puiatti, Paulo César Corrêa e Paulo Roberto Cecon pela atenção dedicada a mim, pela amizade e pelos ensinamentos.

A todos da minha família, aos pais, à minha querida Dani, aos tios e tias, aos primos Maurinho, Vanilton, Valtinho, Luiz Antônio Felício, Lurdinha, Mariane, Valéria, Vanessa, Carol, entre tantos, que tornaram mais fácil superar os obstáculos, agradeço de coração.

Aos funcionários e professores do Departamento de Fitotecnia da UFV, pela ajuda proporcionada e excelente relacionamento, em especial ao amigo matador, Vicente Madaleno e à nossa grande amiga Tatiane.

Um agradecimento especial aos funcionários do Laboratório de Pós-colheita da Fitotecnia, ao Geraldo, pelo apoio em todas as etapas do experimento e aos debates fervorosos acerca de política e futebol, e ao Sebastião (Canário) pelas frutas, às vezes comestíveis, e brincadeiras.

Às amigas Coorientadas, Fernanda, Virgínia, Clarice, Cláudia, Juliane Karsten, Daniela, Ana Maria, Ana Paula, Ana Marques, Delaine, Teresa, Luciana, Joice, Janaina, Lucilene, Paula, pelo apoio e amizade.

A todos os amigos de viçosa e aos que conquistei durante a realização deste curso, Milton (Ótimo), Nelson, Fábio de Mello, Daniele, Maristela, Elaine, Aline Rocha, Pahlevi, Franscisleudo, Roberto, Marialva, Marcelo, Maurício, Cícero, Élcio, Caju, Débora, Ivan, Luana, Braum, Fabrício, Tiago, João Paulo, Vítor Valetão, e tantos outros, pelos debates e confraternizações ao longo dos anos.

BIOGRAFIA

HILTON LOPES GALVÃO, filho de Francisco Ferreira Galvão e Ana Maria Fialho Galvão, nasceu em São Paulo – SP, em 08 de agosto de 1978.

Cursou o 2º grau no Coluni – UFV, em Viçosa, Minas Gerais, concluindo o ensino médio em dezembro de 1995.

Em março de 1996 ingressou na Universidade Federal de Viçosa cursando Ciência da Computação.

Em março de 1998 iniciou o curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em setembro de 2002.

Em Outubro de 2002 foi contratado como Auditor de Processos na Sucocítrico Cutrale LTDA, em Itápolis – SP.

Em agosto de 2003 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em 03 de agosto de 2005.

Nesse mesmo mês e ano, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Fitotecnia da UFV, submetendo-se à defesa de tese em 20 de agosto de 2009.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. A Cadeia de Frios em frutas e hortaliças	2
1.2. O Pré-resfriamento de frutas e hortaliças	5
1.3. Injúria por frio	7
1.4. Atmosfera modificada	10
1.5. 1-MCP (1-Metilciclopropeno)	12
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO 1	20
QUALIDADE DE JILÓS PRÉ-RESFRIADOS E EMBALADOS COM FILME DE PVC ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO	20
RESUMO	20
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1. Perda de massa da matéria fresca	25
2.2. Teor relativo de água (TRA)	25

2.3. Teor de massa da matéria seca	26
2.4. Análise visual de cor, firmeza e injúria por frio	26
2.5. Medição instrumental da cor	27
2.6. Clorofila	27
2.7. Açúcares solúveis totais	28
2.8. Amido	28
2.9. Análise estatística	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.1. Tempo de pré-resfriamento	30
3.2. Perda de massa da matéria fresca	31
3.3. Teor relativo de água (TRA)	34
3.4. Análise visual de cor, firmeza e injúria por frio	36
3.5. Medição instrumental da cor	39
3.6. Clorofila	42
3.8. Açúcares solúveis totais	45
3.9. Amido	48
4. CONCLUSÕES	51
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
CAPÍTULO 2	57
QUALIDADE DE QUIABOS PRÉ-RESFRIADOS E EMBALADOS COM FILME DE PVC ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO	57
RESUMO	57
1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	62
2.1. Perda de massa da matéria fresca	63

2.2. Teor relativo de água (TRA).....	63
2.3. Teor de massa da matéria seca	63
2.4. Clorofila	64
2.5. Análise visual e injúria por frio	64
2.6. Açúcares solúveis totais	65
2.7. Amido	65
2.8. Análise estatística	66
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
3.1. Tempo de pré-resfriamento	67
3.2. Perda de massa da matéria fresca	69
3.3. Teor relativo de água (TRA)	71
3.4. Análise visual e injúria por frio	74
3.5. Clorofila	78
3.6. Açúcares solúveis totais	81
3.7. Amido	83
4. CONCLUSÕES	86
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
CAPÍTULO 3	91
QUALIDADE DE JILÓS TRATADOS COM 1-MCP E EMBALADOS COM FILME DE PVC ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO	91
RESUMO	91
1. INTRODUÇÃO	93
2. MATERIAL E MÉTODOS	95
2.1. Perda de massa da matéria fresca	95
2.2. Teor relativo de água (TRA)	96

2.3. Teor de massa da matéria seca	96
2.4. Cor, firmeza e injúria por frio	97
2.5. Medição instrumental da cor	97
2.6. Clorofila	98
2.7. Açúcares solúveis totais	98
2.8. Amido	99
2.9. Análise estatística	99
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	100
3.1. Perda de massa da matéria fresca	100
3.2. Teor relativo de água (TRA)	103
3.3. Cor, firmeza e injúria por frio	106
3.4. Medição instrumental da cor	109
3.5. Clorofila	114
3.6. Açúcares solúveis totais	117
3.7. Amido	118
4. CONCLUSÕES	122
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
APÊNDICE	130

RESUMO

GALVÃO, Hilton Lopes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2009. **Conservação pós-colheita de quiabo e jiló.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Coorientadores: Mário Puiatti, Paulo César Corrêa e Paulo Roberto Cecon.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação do pré-resfriamento, atmosfera modificada e do 1-MCP (1-metilciclopropeno) sobre a qualidade pós-colheita de frutos de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) e de jiló (*Solanum gilo* Raddi), armazenados sob refrigeração. O uso de embalagem de PVC foi eficiente no controle da perda de massa da matéria fresca, independentemente dos frutos terem sido hidrosfriados, mantendo-os firmes. Frutos controle e pré-resfriados, sem PVC, apresentaram murchos no segundo dia de armazenamento para o quiabo e no sétimo dia para o jiló. O 1-MCP aplicado antes do uso da embalagem de PVC reduziu a perda de massa da matéria fresca dos frutos de jiló em relação aos não tratados e embalados. Frutos de quiabo e jiló, embalados com PVC, independentemente de serem pré-resfriados, tiveram teores superiores de clorofila em comparação aos não embalados. Os frutos de jiló, tratados com 1-MCP, apresentaram maior teor de clorofila em relação aos demais tratamentos a partir do terceiro dia de armazenamento. O pré-resfriamento e/ou embalagem de PVC não interferiram nos teores de carboidratos (amido e açúcares solúveis totais), apesar de o resfriamento imediatamente após a colheita implicar em redução na taxa de degradação de amido. Houve redução nas taxas de consumo de amido de jilós quando tratados com 1-MCP. Aos onze dias de armazenamento verificou-se o amarelecimento dos frutos de jiló embalados com filme de PVC, enquanto que frutos tratados

com 1-MCP, independentemente da concentração aplicada, o amarelecimento dos frutos foi verificado apenas aos catorze dias. Houve maior incidência de injúria por frio nos frutos de quiabo armazenados sem PVC, porém, ao final do armazenamento, observaram-se sintomas nos quiabos embalados, independentemente do pré-resfriamento. Não houve sintomas da injúria por frio no armazenamento refrigerado dos frutos de jiló. Conclui-se que o emprego de filme de PVC e/ou do pré-resfriamento contribui para a conservação da qualidade pós-colheita do quiabo e do jiló e, a exposição dos frutos de jiló ao 1-MCP e posterior embalagem com filme de PVC foi mais eficiente em prolongar a vida de prateleira dos frutos no armazenamento a 10 °C e 85 % umidade relativa.

ABSTRACT

GALVÃO, Hilton Lopes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2009. **Postharvest of okra and jiló.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Co-Advisers: Mário Puiatti, Paulo César Corrêa and Paulo Roberto Cecon.

The goal of this work was to evaluate the use of pré-cooling, modified atmosphere and 1-MCP (1-methycyclopropene) on the postharvest quality of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) and jiló (*Solanum gilo* Raddi) stored under refrigeration. The PVC film was efficient in controlling the loss of fresh matter, regardless if the fruits were hydrocooled or not, keeping them firm. Control and precooled fruits without PVC appeared wilted by the second day of storage for okra and by the seventh days for jiló. The use of 1-MCP, before the wrapping with PVC, reduced the loss of fresh weight of jiló compared to control. Fruits of okra and jiló wrapped in PVC, regardless been precooled, has higher contents of chlorophyll compared to non wrapped fruits. Fruits of jiló treated with 1-MCP had higher content of chlorophyll compared to the remaining treatments at the third day of storage. Precooling and /or PVC film did not interfere with the content of carbohydrates (starch and total soluble sugars), but immediately after the precooling there was a reduction of starch breakdown. There was reduction in the rate of starch consumption for jiló when treated with 1-MCP. At eleven days of storage there was yellowing for the jiló wrapped in PVC, but for the 1-MCP treated,

regardless the concentration applied, the yellowing appeared ad fourteen days. There was higher development of chilling in okra stored without PVC, but at the end of storage the symptoms appeared in wrapped fruit, regardless if were precooled. No symptoms of chilling developed in jilo during storage. Thusd the use of PVC film and /or precooling helps in keeping the fruit quality, and, the use of 1-MCP before wrapping with PVC film, prolongs the shelf life at 10°C and 85% relative humidity.

INTRODUÇÃO GERAL

Consideradas espécies de origem tropical, o quiabo e o jiló têm período de conservação curto em condições ambientais, por estarem expostos a temperaturas altas, umidade relativa baixa e suas variações, o que faz com que os frutos percam água, diminuindo assim, os seus tempos de conservação.

Originário da Índia ou da África e introduzido no Brasil por escravos, o jiloeiro (*Solanum gilo* Raddi), pertencente à família Solanácea, é uma hortaliça tropical muito exigente em calor. Os seus frutos são de coloração verde-clara ou verde-escura quando imaturos, tornando-se laranja-avermelhados quando maduros. Os frutos de todas as cultivares possuem sabor amargo, característica que agrada alguns consumidores, mas limita seu consumo por outros (RUBATZKY e YAMAGUCHI, 1997; FILGUEIRA, 2003). Os frutos são colhidos ainda imaturos, com sementes tenras e coloração verde. Os frutos maduros amarelados não são aceitos pelo consumidor.

O quiabeiro (*Albemoschus esculentus* (L.) Moench) é uma hortaliça tradicional da família Malvacea cultivada na África, Índia, Ásia, Estados Unidos, Turquia, Austrália e Brasil (DUZYAMAN, 1997). No Brasil, é a única cultura olerácea, da família das malváceas. Importante no centro-sul, sua popularidade está aumentando por apresentar algumas características desejáveis como ciclo rápido, custo de condução da cultura altamente econômico, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo (MOTA et al., 2000). Os frutos são fontes de fibras e vitamina C e a coloração verde brilhante e a aparência tenra do fruto são requisitos exigidos pelo

consumidor que recusa aqueles frutos com murcha, endurecidos ou fibrosos, amarelos e com manchas escuras (BAXTER e WATERS JR, 1990).

As mudanças fisiológicas da respiração, transpiração e biosíntese são afetadas por fatores intrínsecos (características climatéricas e não climatéricas) e extrínsecos (temperatura, etileno, concentrações de O₂ e CO₂) e, em geral, essas alterações causam deterioração do produto e limitam sua conservação pós-colheita. Em adição as mudanças fisiológicas, ocorrem outros tipos de deterioração como, mudanças químicas e enzimáticas que podem causar o amaciamento do tecido, perda de pigmento e cor (BROSNAN e SUN, 2001).

A possibilidade de exportação para países com pouca tradição na produção e comercialização de produtos como o quiabo e o jiló, que possuem comunidades apreciadoras dos frutos, surge como excelente alternativa para incrementar a rentabilidade dos produtores dessas hortaliças. No entanto, para se obter a rentabilidade desejada, há necessidade de produzir mais e, principalmente, com a qualidade exigida pelo mercado internacional. Para isso, tecnologias pós-colheita devem ser viabilizadas como a aplicação do frio ao longo da cadeia produtiva, além de técnicas ditas complementares, como o uso da atmosfera modificada e de tecnologias inovadoras como inibidores de etileno.

1.1. A cadeia do frio em frutas e hortaliças

No início da década de 90, o volume de frutas e hortaliças comercializado no Brasil cresceu consideravelmente e conseqüentemente começa a haver também maior necessidade de utilização da refrigeração, não somente para melhoria da qualidade como também para a redução das perdas (TANABE e CORTEZ, 2007). Apesar do aumento no consumo desses produtos, as perdas anuais na pós-colheita têm atingido de 30 a 40% da produção devido à falta de tecnologias adequadas na colheita, embalagem e armazenagem, assim como ineficiência dos sistemas de transporte e comercialização (CASTRO, 2004; PINTO, 2007; VIGNEAULT et al., 2006; TANABE e CORTEZ, 2007).

Embora seja um grande produtor de frutas e hortaliças, o Brasil perde parte significativa da sua produção. Dentro do grupo de hortaliças podemos dizer que estas perdas não são diferentes em quiabo e jiló. Em geral, no Brasil, não se utilizam tecnologias apropriadas para a colheita e a pós-colheita de produtos perecíveis, exceto em alguns casos raros, geralmente voltados para a economia de exportação (TANABE e CORTEZ, 2007).

As perdas de alimentos no Brasil podem ser caracterizadas sob dois aspectos: quantitativas e qualitativas. As quantitativas são as mais visíveis e podem ser medidos na quantidade de produtos desperdiçados. Estes produtos vão normalmente aparecer na forma de lixo. Já as qualitativas são, aparentemente, mais difíceis de serem quantificadas. Essas se revelam em termos de redução na qualidade do produto ocasionando uma perda no preço de comercialização e de competitividade de quem a esteja comercializando. Ambas acabam por reduzir a renda de quem produz ou comercializa esses produtos agrícolas. Assim, é possível entender que as perdas acabam por representar um grande desperdício energético e poderiam ser reduzidas e minimizadas pelo uso de conceitos de engenharia, tais como a introdução da "cadeia do frio" (TANABE e CORTEZ, 2007).

A "cadeia do frio" é um conceito bastante conhecido nos países desenvolvidos e consiste basicamente em resfriar o produto desde a colheita e mantê-lo frio até o consumo final. Quando o assunto é a cadeia do frio, deve-se analisar não somente aspectos da refrigeração do produto em si, mas também, aspectos relacionados aos elos da cadeia, como por exemplo, o produtor rural, tecnologia pós-colheita, pré-resfriamento do produto, embalagens adequadas, transporte frigorificado, logística de distribuição, etc.

A utilização da refrigeração é normalmente vista como um aumento nos custos de comercialização. Talvez seja esta uma das razões pelas quais ela não seja amplamente utilizada. Se a refrigeração fosse associada a uma maior vida de prateleira dos produtos, conseqüentemente menores perdas, e também uma melhor qualidade destes alimentos, com certeza, ela seria mais utilizada.

Contudo, nota-se que, a comercialização de frutas, e principalmente hortaliças, no país, é feita sem praticamente nenhum tipo de controle de

temperatura. A falta do controle adequado de temperatura pode ser um grave entrave para que o produtor possa oferecer produtos de alta qualidade ao consumidor. Portanto, deverá haver um crescimento expressivo da utilização de refrigeração no país para os próximos anos, sendo um importante passo para a implantação da "cadeia do frio" para alimentos no Brasil (TANABE e CORTEZ, 2007).

Segundo ALMEIDA (2005), é consensual entre os teóricos e práticos da ciência e tecnologia pós-colheita, que proporcionar aos produtos hortícolas condições ótimas de temperatura e de umidade relativa são as melhores formas de garantir a sua qualidade, e, todas as outras tecnologias devem ser encaradas como complementos ao controle da temperatura e da umidade relativa. Considera-se que as tecnologias suplementares podem aumentar a longevidade pós-colheita em 25 a 40%.

A temperatura de armazenamento determina a velocidade das reações bioquímicas associadas à senescência. O Q_{10} (aumento relativo na velocidade de uma reação química ou processo biológico induzido por um aumento de 10 °C na temperatura de armazenamento) pode ser superior a 5 dependendo do material vegetal e da faixa de temperatura considerada (WILLS et al., 2004).

A respiração destaca-se como o principal fenômeno fisiológico que influencia a conservação e qualidade das frutas e hortaliças, sendo responsável pela fonte de produção de energia requerida para a realização dos processos metabólicos após a colheita. A intensidade respiratória desses produtos após a colheita, dentro dos limites de tolerância fisiológica, está diretamente relacionada com a temperatura.

A baixa temperatura diminui sensivelmente a taxa respiratória, além de proporcionar metabolismo mais lento das frutas e hortaliças, aumentando o período de armazenamento (ROCHA e SPAGNOL, 1983 citados por PINTO, 2007). Assim, para garantir a qualidade e estender a vida pós-colheita dos produtos hortícolas é necessário resfriar rapidamente até a temperatura mínima de segurança, logo após a colheita, e manter a cadeia de frio durante todo o período pós-colheita SARRIA e HONÓRIO (2005).

1.2. O pré-resfriamento de frutas e hortaliças

O resfriamento rápido, ou pré-resfriamento, é a primeira etapa da adequação da temperatura. Tem por finalidade a remoção rápida do calor dos produtos recém colhidos, antes do transporte, armazenamento ou processamento e esse processo é normalmente realizado em local separado da estocagem, em poucas horas ou até mesmo minutos, e requer equipamentos especiais (ASHRAE, 1994, citado por VISSOTTO et al., 2000). Quando realizado de modo adequado, reduz a incidência de doenças e retarda a perda de frescor e qualidade, porque inibe o crescimento de microrganismos, restringe as atividades enzimática e respiratória, inibe a perda de água e reduz a produção de etileno pelo produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005; PINTO, 2007).

Segundo KLUCH et al. (2003), o resfriamento na câmara de armazenagem não é considerado resfriamento rápido por não possuir suficiente capacidade de refrigeração e nem o movimento de ar com velocidade suficiente para efetuar um resfriamento rápido dos produtos recém armazenados. O resfriamento rápido é um procedimento muitas vezes não considerado e não realizado, devido ao desconhecimento das técnicas mais adequadas ou falta de equipamentos e/ou recintos apropriados para a realização da operação.

O Brasil, apesar de ser um país tropical, dispõe de poucos pré-resfriadores comerciais. Além disso, pela falta de conhecimento dos produtores, o armazenamento ainda é feito de forma bastante precária e o pré-resfriamento dos frutos geralmente não é efetuado. Esse fato, juntamente com a entrada de novas cargas ainda não resfriadas na unidade de armazenagem, faz com que o processo de resfriamento na câmara seja muito demorado e irregular, principalmente em função da oscilação da temperatura (LOUZADA et al., 2003). Para aumentar a velocidade e eficiência do processo de resfriamento, ainda no campo, deve-se desde a colheita prevenir o aquecimento, recorrendo à sombra, aspersão de água e programação da colheita e transporte de modo a reduzir o período de tempo até ao pré-resfriamento.

O resfriamento rápido é realizado comercialmente por vários métodos, todos envolvendo a rápida transferência de calor do produto para um meio refrigerante, tal como ar, água ou gelo. O tempo requerido para um resfriamento rápido adequado pode variar de 30 segundos ou menos de 24 horas (SHAW et al., 1987, citados por ANTONIALI, 2000). De acordo com ASHRAE (1998), as principais formas de resfriamento rápido são: com uma mistura de água e gelo (gelo líquido); sob vácuo; com água gelada e com ar forçado.

A escolha do método de resfriamento é determinada pelas características do produto, como forma, área da superfície, massa, condições de resistência da casca, dentre outros, além dos fatores econômicos, conveniência, relação do equipamento de resfriamento com a operação de embalagem total, e preferência pessoal (CASTRO, 2004).

Os sistemas de resfriamento com água removem o calor do produto com água fria. O contato do produto com a água pode ser obtido por aspersão ou por imersão, podendo ser efetuado de forma contínua ou descontínua. Como o calor específico da água é superior ao do ar, o processo de resfriamento é mais eficiente do que com ar forçado, uma vez que um determinado volume de água pode remover mais calor do que o mesmo volume de ar à mesma temperatura (ALMEIDA, 2005).

Segundo CASTRO (2004), o resfriamento com água é vantajoso por ser mais rápido do que com ar forçado e não causar perda de água nos produtos. Em cargas embaladas de forma compacta ou paletizadas de forma a dificultar o contacto da água com o produto, a remoção de calor é mais lenta. Uma vez que a água recircula no sistema é necessário evitar o aumento da carga microbiana para prevenir contaminações de produtos. A água deve ser desinfetada com cloro e filtrada antes de retornar ao permutador de calor para ser arrefecida.

TERUEL et al. (2002) trabalhando com resfriamento rápido de laranja Valência (*Citrus sinensis* O.) por meio dos métodos com ar forçado e com água, observaram que o tempo de resfriamento nos experimentos com água foi de 2 a 3 vezes menor em comparação com o tempo necessário para o resfriamento em ar. Isso representa uma diferença de ordem de 45 a 65%, aproximadamente. Observou-se também, nos experimentos com água, que

o resfriamento em todos os pontos do leito foi homogêneo entre os diferentes pontos, ao contrário do experimento com ar forçado, em que o decréscimo do fluxo de ar produzido pela perda de carga promove uma diminuição mais lenta no interior dos frutos ao longo do leito.

PINTO (2007) utilizou o hidroresfriamento em pêssegos por meio de imersão em água com gelo, à temperatura de 1°C, até a polpa atingir 4°C, o que durou aproximadamente 40 minutos. Já o pré-resfriamento em ar, a 0,5°C durou 12 horas até a polpa atingir 0°C, sendo a umidade relativa, durante o pré-resfriamento, mantida em 97%. O hidroresfriamento foi desaconselhável por provocar perdas por podridões.

O resfriamento com água tem sido muito recomendado e usado nos Estados Unidos, onde os resultados parecem benéficos para o pêssego (HARDENBURG et al., 1986, citados por PINTO, 2007). Segundo PINTO (2007), no Brasil, ao contrário de outros países como Chile e Estados Unidos, a precipitação pluvial, durante o desenvolvimento e a maturação das frutas é muito elevada. Em consequência, grande quantidade de inóculo é levada junto com as frutas após a colheita o que, durante o armazenamento, com a umidade relativa elevada, pode propiciar maior ataque dos patógenos.

A importância tanto do resfriamento rápido de frutas e hortaliças em si quanto na adequada escolha do método a aplicar não deve ser ignorada. O resfriamento rápido permite vantagens como o consumo de um produto de boa qualidade, menores perdas para o comerciante, aumento no tempo de comercialização com menor desperdício e maiores ganhos.

1.3. Injúria por frio

Segundo ASHRAE (1994), citado por SANINO (2004), principalmente as plantas tropicais e subtropicais exibem disfunção fisiológica evidente quando expostas as baixas temperaturas (acima do ponto de congelamento), sendo isso mais comum na faixa de temperatura que vai de 0°C a 10°C.

Nessas temperaturas os vegetais tornam-se incapazes de manter os processos metabólicos normais. Essa disfunção refere-se ao dano pelo frio (*chilling injury*) e tem sido de grande interesse há vários anos, uma vez que

baixas temperaturas de armazenagem são um meio eficiente para estender a vida pós-colheita de frutas e hortaliças (SANINO, 2004). De acordo com LUCANGELI (2004), o dano por frio é uma desordem fisiológica que prejudica muitas hortaliças e que resultam em uma redução da qualidade como consequência da exposição a baixas temperaturas, ainda que acima do ponto de congelamento.

Segundo MORRIS (1982), O termo “injuria por frio” é frequentemente usado para referir ou ao fenômeno fisiológico, por si, ou aos resultados dos sintomas, ou a ambos e que termos sinônimos incluem: danos por frio, desordens por frio, injuria por baixa-temperatura, entre outros. A injuria por frio pode ocorrer no campo, durante transporte, durante armazenamento, durante distribuição atacadista, armazenamento no varejo, e no refrigerador em casa. Espécies de plantas sensíveis a danos pelo frio assemelham-se por ter uma reação semelhante a baixas temperaturas, que freqüentemente situam-se abaixo de 10°C ou 12°C (MORRIS, 1982).

Segundo SANINO (2004), várias espécies têm algum tipo de tolerância de acordo com sua região de origem. Ela cita como exemplo que as menores temperaturas-limites estão entre 0 °C e 4 °C para frutos temperados, tal como a maçã; para frutos subtropicais, como por exemplo, citros, abacate e pepino, as temperaturas-limites estão em torno de 8 °C, e para os demais frutos tropicais, como a banana e o tomate, a temperatura-limite está em torno de 12 °C .

De acordo com MORRIS (1982), respostas fisiológicas e bioquímicas devido às temperaturas de refrigeração geram controvérsias quanto ao que estas mudanças representam: 1) resposta primária à temperatura, ou que 2) elas são partes das disfunções que resultaram de um evento inicial, ou que 3) eles são simples sintomas secundários causados por disfunções. As respostas consideradas incluem: alterações nas estruturas de membranas e funções; parada do fluxo protoplásmico; mudanças na síntese de etileno; e várias alterações bioquímicas e composicionais.

O principal efeito da temperatura de armazenamento nas membranas de células vegetais é a alteração da fluidez lipídica. Sob temperaturas elevadas, os lipídeos possuem alta fluidez e mobilidade. Porém, ao reduzir-se a temperatura, os lipídeos têm sua mobilidade reduzida e assumem

estado gelatinoso. As mudanças observadas na estrutura das membranas podem ou não levar a respostas secundárias ou a mudanças irreversíveis, dependendo da temperatura, tempo de exposição e da susceptibilidade do genótipo (WANG, 1990).

A alteração da fluidez afeta principalmente o sistema de enzimas associadas às membranas, responsáveis pela produção de energia (ATP) e síntese de proteínas. Outras respostas associadas à injúria por frio são o extravasamento de eletrólitos, perda de compartimentalização, aumento da energia de ativação de várias enzimas associadas à membrana e decréscimo da taxa fotossintética (MORRIS, 1982).

Os sintomas que se desenvolvem após a exposição ao frio não são específicos desse estresse. Entretanto, há variados sintomas que comumente resultam do frio e que são frequentemente indicativos da severidade da injúria. Os sintomas frequentemente ficam mais notáveis após a transferência para temperaturas “no-chilling” (MORRIS, 1982; SANINO, 2004).

Embora o dano pelo frio tenha sido reconhecido desde muitos anos, a sua severidade é difícil de ser definida quantitativamente, estimando-se a sua existência qualitativamente por meio de observações visuais (LYONS, 1973, citado por SANINO, 2004).

O dano pelo frio é função da temperatura e do período de exposição. Os sintomas mais comuns, de acordo com MORRIS (1982) e SANINO (2004), envolvem: depressões na superfície (*pitting*), descoloração interna, falha no amadurecimento, inibição do amadurecimento, colapso dos tecidos, aumento na susceptibilidade a doenças, e qualidade reduzida.

Segundo CHITARRA e CHITARRA (2005), o dano pelo frio também é acompanhado por muitas mudanças bioquímicas e é responsável pelas restrições no uso de armazenamento a frio de produtos tropicais perecíveis. O *pitting* (manchas na epiderme) é um dos primeiros sintomas do dano pelo frio, cuja severidade depende não só do grau da injúria, como também da umidade relativa da atmosfera. As depressões na superfície do produto ocorrem, mais rapidamente, sob baixos valores de umidade relativa, devido à perda mais rápida de umidade pelas células injuriadas. A dessecação resulta no colapso dessas células, com formação de depressões. Com o

progresso da desordem, as depressões podem coalescer e formar grandes áreas sombreadas.

Segundo MORRIS (1982), a injúria por frio não é necessariamente tão ruim. Ele alerta sobre a possibilidade de usar suas vantagens sobre alterações induzidas no produto por temperaturas de frio. Cita, entre outros exemplos, a ligeira refrigeração pode resultar em melhora da doçura e textura de batata doce armazenada; o tratamento a frio melhora o amadurecimento de pêras colhidas e temperaturas noturnas mais frias melhoram a cor de laranjas.

1.4. Atmosfera modificada

A manutenção da qualidade e, conseqüentemente, a extensão pós-colheita de produtos hortícolas, como o quiabo e jiló, pode ser obtida principalmente por técnicas de manuseio pós-colheita que retardam a deterioração de processos fisiológicos como o uso de atmosfera modificada e controlada (PAULL, 1999; BROSANAN e SUN, 2001). Segundo SARANTÓPOULOS et al. (2002), esse controle se resume na redução do teor de O₂ e na elevação da concentração de CO₂, criando uma atmosfera modificada capaz de diminuir a velocidade das alterações bioquímicas e fisiológicas relacionadas à senescência, além de redução da sensibilidade ao etileno, menor injúria pelo frio e severidade no ataque de patógenos ao produto.

De acordo com SCHLIMME e ROONEY (1994) citados por CARNELOSSI (2002), além de proteção mecânica, as tecnologias envolvidas no desenvolvimento de uma embalagem para frutas e hortaliças visam retardar a respiração, o amadurecimento, a senescência e, conseqüentemente, todas as alterações indesejáveis advindas destes processos fisiológicos, proporcionando uma aceitável aparência, cor e textura e nenhum ou níveis aceitáveis de contaminação do material.

De acordo com CARNELOSSI (2002), o tipo de embalagem a ser utilizada para armazenamento de produtos vegetais depende de vários fatores, como por exemplo, a permeabilidade das embalagens a gases, o tipo de produto e a sua taxa respiratória, a temperatura de armazenamento,

dentre outras. Plásticos como o PVC, apresentam permeabilidade ao CO₂ maior que ao O₂ e, segundo ZAGORY e KADER (1988), é importante que a permeabilidade a CO₂ seja entre 3 a 5 vezes maior do que a O₂, de modo que a redução de O₂ não seja acompanhada pelo acúmulo excessivo de CO₂ dentro da embalagem.

ÁLVARES (2006), estudando o efeito de embalagens PET na conservação pós-colheita de salsinha lisa 'Graúda Portuguesa', armazenada em refrigeração e à temperatura ambiente, observou que o acondicionamento em embalagem PET estendeu a longevidade do produto quando armazenado a 5°C. Resultados, semelhantes também foram observados por ARRUDA et al. (2004), na manutenção da qualidade de melão rendilhado cv. Bônus II, minimamente processado e armazenado a 3 °C, por 9 dias. GALVÃO et al. (2008), aplicando o filme de PVC em brócolis sob armazenamento a 5 °C, observaram que a embalagem foi eficiente para evitar a perda de massa fresca da inflorescência, chegando aos 21 dias com perda de cerca de 1,01% da massa inicial, enquanto que o controle perdeu cerca de 50% da massa inicial ao final dos 14 dias.

Os filmes plásticos usados no acondicionamento de produtos hortícolas apresentam diferentes permeabilidades ao O₂ e CO₂, de acordo com sua composição e espessura. A barreira a gases é avaliada em termos de taxa de permeabilidade a gases, ou seja, pela quantidade de gás que passa através de uma unidade de área superficial da embalagem por unidade de tempo, a determinada temperatura e sob certo gradiente de pressão do gás-teste e a uma determinada umidade relativa (GARCIA et al., 1989).

Além destes filmes citados, temos ainda a aplicação de filmes laminados na elaboração de embalagens, como os de polipropileno biorientado com polietileno de baixa densidade (BOPP/PEBD). SARANTÓPOULOS et al. (2002), testando duas marcas diferentes destes filmes laminados com taxas de permeabilidade ao oxigênio ao redor de 2000 cm³ (CNTP)/m²/dia a 25 °C e 1 atm, ou ligeiramente maiores, e a permeabilidade ao gás carbônico ao redor de 5000 a 6000 cm³ (CNTP)/m²/dia, observaram que estes filmes são uma boa opção de material de embalagem, para comercialização de hortaliças folhosas a 5,5 ± 1 °C,

quando são usadas misturas gasosas com teor de oxigênio maior que 2 %. Caso contrário, os autores alertam, aumenta-se o potencial de risco de saúde pública, devido à anaerobiose.

1.5. 1-MCP (1-Metilciclopropeno)

De acordo com a sensibilidade ao etileno, durante a maturação, os vegetais podem ser considerados climatéricos ou não-climatéricos. Nos climatéricos, o etileno tem capacidade de desencadear o processo de amadurecimento do produto. Nos não-climatéricos pode ser usado para promover a pigmentação da epiderme, porém não promove o amadurecimento após colheita.

Segundo WILLS et al. (2004), tem sido claramente estabelecido que todos os frutos produzem uma mínima quantidade de etileno durante o desenvolvimento. Entretanto, frutos climatéricos produzem muito maior quantidade de etileno, durante o amadurecimento, do que frutos não-climatéricos. A maturação dos frutos climatéricos está associada a um pico na taxa respiratória e na produção autocatalítica de etileno, acompanhadas de alterações bruscas na composição e textura dos seus tecidos, diferentemente dos frutos não-climatéricos (MARCELLIN, 1982, citado por ENAMORADO, 1985).

KADER (1992) classifica o quiabo como não-climatérico. Segundo CANTWELL e SUSLOW (2002), frutos de quiabo possuem baixa taxa de produção de etileno ($< 0,5 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 10°C) e a exposição ao etileno reduz a sua vida de prateleira por promover o amarelecimento dos frutos.

NERES et al. (2004) relatam a inexistência de trabalhos na literatura sobre a pós-colheita quanto a evolução de etileno e CO_2 durante a maturação em jiló. Considerando-se a berinjela, cultura correlata ao jiló, encontrou-se taxa de produção de etileno variando de $0,1$ a $0,7 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a $12,5^\circ\text{C}$. Frutos de berinjela têm moderada a alta sensibilidade a etileno, quando pode ocorrer a abscisão do cálice e aumento da deterioração, quando a berinjela é exposta a uma concentração de etileno superior a $1 \mu\text{L L}^{-1}$, durante distribuição e armazenamento (SILLER-CEPEDA, 2004). Segundo CALBO (2007), a exposição do jiló ao etileno liberado por outros

frutos como a maçã e o maracujá, ou por motores a explosão acelera o amadurecimento e deve ser evitada.

A utilização comercial do 1-MCP ainda não é totalmente permitida no território brasileiro, estando o processo em vias de liberação pelos Ministérios da Agricultura e da Saúde. Além disso, para se utilizar essa tecnologia, é essencial a adoção de boas técnicas de pós-colheita, pois o 1-MCP tem se mostrado altamente eficiente em retardar o amadurecimento, mas não é capaz de corrigir os danos mecânicos, nem os fisiológicos, advindos de um manuseio inadequado na cadeia pós-colheita (SILVA et al., 2009).

MORETTI et al. (2002) verificaram que tomates tratados com 1000 nL L⁻¹ de 1-MCP possuíam firmeza 88% maior do que frutos do tratamento controle após 17 dias de armazenamento. A relação a*/b*, um indicativo da coloração da casca, foi 38% menor em tomates tratados com 1000 nL L⁻¹ quando comparados com frutos do tratamento controle ao final do experimento. Os autores verificaram que a aplicação pós-colheita de 1-MCP foi um método eficiente em retardar o amadurecimento de tomates.

Existem vários relatos sobre a eficácia do 1-MCP em frutos de tomate e algumas combinações com base na concentração de 1-MCP, duração do tratamento e a temperatura foram abordadas. Assim, uma variedade de concentrações de 1-MCP (de 0,035 para $\mu\text{L } 100 \text{ L}^{-1}$), bem como diferentes durações de aplicação (de 12 a 24 h) foram relatadas (WILLS e KU, 2002; HOEBERICHTS et al., 2002; MOSTOFI et al., 2003; MIR et al., 2004; DE WILD et al., 2005; OPIYO e YING, 2005).

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) tem sido considerado inibidor da ação de etileno, uma vez que há o bloqueio dos receptores de etileno, inibindo a sua ação hormonal (SISLER e SEREK, 1997; WATKINS, 2002). Tratamentos de 1-MCP induzem efeitos positivos na qualidade de frutos, tais como atrasos de alterações físico-químicas relacionadas com a maturação, bem como a redução de deterioração, perda de peso e assim estendendo a vida de armazenamento de vários frutos climatéricos e não-climatéricos (BLANK et al., 2003).

A recente descoberta de que o 1-metilciclopropeno (1-MCP) interfere com o sítio de ligação do etileno representa uma ferramenta nova e

poderosa para condução da pós-colheita de frutos climatéricos (SISLER e SEREK, 1997). Foi demonstrado que a inibição da ação etileno atrasa o amadurecimento e senescência em várias espécies de frutos, como goiaba (BASSETTO et al., 2002), mamão (JACOMINO et al., 2002), maçã (RUPASINGHE et al., 2000), abacate (FENG et al., 2000), banana (SISLER e SEREK, 1997; GOLDING et al., 1998; JIANG et al., 1999) e tomate (SISLER e SEREK, 1997).

Pelos resultados observados em outras culturas, no que diz respeito ao retardamento da degradação de clorofila, acredita-se que o 1-MCP possa ser aplicado em jiló com o intuito de retardar a perda da cor verde dos frutos. A recomendação relativa ao tratamento com 1-MCP geralmente define um tempo de exposição de 12 a 24 horas.

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade e conservação pós-colheita de frutos de quiabo e de jiló com a utilização do pré-resfriamento e atmosfera modificada e, ainda, a aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) em jilós durante o armazenamento refrigerado.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. **Manuseamento de produtos hortofrutícolas**. SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto, Portugal, 2005, 111 p.

ÁLVARES, V. S. **Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsa**. Tese (Doutorado). 149 p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2006.

ANTONIALI, S. **Resfriamento rápido com ar forçado para conservação pós-colheita de alface “crespa”**. Dissertação (Mestrado). 103 p. Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2000.

ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R.; MORETTI, C. L. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 24: 53-58, 2004.

ASHRAE. **Refrigeration systems and applications handbook**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, Air-Conditioning Engineers, 1998. 1001 p.

BAXTER, L.; WATERS JR., L. Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, p.92 - 95, 1990.

BASSETTO, E.; SESSO, T. M.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Efeito de 1-MCP e prochloraz na conservação de goiabas ‘Pedro Sato’. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v.4, p.122-127, 2002.

BLANK, E. N. SHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1- Methylcyclopropene: a Review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, p. 1 - 25, 2003.

BROSNAN, T.; SUN, D.W. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

CALBO, A.G. **Jiló (*Solanum gilo* Raddi)**. Laboratório de Pós-colheita. **Embrapa**. Site: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/jilo.htm
Acessado em 10/11/2007.

CANTWELL, M.; SUSLOW, T. Okra recommendations for maintaining postharvest quality. **Postharvest Technology Research Information Center**. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. Site: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Veg/okra.shtm>
.Acessado em 27/10/2007.

CARNELOSSI, M. A. G. Conservação de folhas de couve minimamente processadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campinas Grande, v.4, p.149-155, 2002.

CASTRO, L. R. de. **Análise dos parâmetros relacionados ao resfriamento a ar forçado em embalagens para produtos hortícolas**. Campinas, 2004. 139 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP.

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

De WILD, H. P. J.; BALK, P. A.; FERNANDES, E. C. A.; PEPPELENBOS, H. W. The action site of carbon dioxide in relation to inhibition of ethylene production in tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 36, p. 273 -280, 2005.

DUZYAMAN, E. **Okra: botany and horticulture**. In: JANICK, J. Horticultural Reviews, v.21, p.41 - 72, 1997.

ENAMORADO, H. E. P. **Crescimento e desenvolvimento do fruto de maracujá amarelo (passiflora edulis, var. flavicarpa)**. Dissertação (Mestrado). 63 p. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 1985.

FENG, X.; APELBAUM, A.; SISLER, E. C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1- methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. v.20, p. 143 -150, 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2^a. Ed.; Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

GALVÃO, H. L.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, L. S. Efeito do pré-resfriamento e do filme de pvc sobre a conservação pós-colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.33, p. 101 - 106, 2008.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44 p.

GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G.; McGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene dependent ripening process in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.14, p. 87 - 98, 1998.

HOEBERICHTS, F. A.; VAN DER PLAS, L. H. W.; WOLTERING, E. J. Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 125 - 133, 2002.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 303 - 308, 2002.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MacNISH, A. J. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. **Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 77 - 82, 1999.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992, 296 p.

KLUCH, H. D. W.; MELLO, A. M. de.; FREITAS, S. T.; BRACKAMNN, A.; Efeito do pré-resfriamento e condições de armazenamento sobre a qualidade físico-química e lanosidade de pêssegos cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, p. 269 - 272, 2003.

LOUZADA, M. I. De F.; SESTARI, I.; HELDWEIN, A. B.; BRACKMANN, A. Pré-resfriamento de maçã (*Malus domestica* Borkh.), cv. fuji, em função da temperatura e velocidade do ar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 555 - 556, 2003.

LUCANGELI, C.; POLENTA, G.; BUDDE, C. **Daño por frío en tomates cherry almacenados a 14°C y 2°C después de recibir pretratamientos de estrés térmico**. INTA - EEA San Pedro; Buenos Aires - Argentina. 2004. Site: http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/pos/gp_006.htm. Acessado em: 17/11/2007.

MIR, N.; CANOLES, M.; BEAUDRY, R.; BALDWIN, E.; PAL MEHLA, C. Inhibiting tomato ripening with 1-methylcyclopropene. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 129, p. 112 - 120, 2004.

MORETTI, C. L.; ARAUJO, A. L.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. 1-MCP delays tomato fruit ripening. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 659 - 663, 2002.

MORRIS. L. L. Chilling injury of horticultural crops: An overview. **HortScience**, v. 17, p. 161 - 162, 1982.

MOSTOFI, Y.; TOIVONEN, P. M. A.; LESSANI, H.; BABALAR, M.; LU, C. W. Effects of 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 285 - 292, 2003.

MOTA, W. F. da; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. **Olericultura: Melhoramento genético do quiabeiro**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000, 144 p.

NERES, C. R. L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E. R.; MOTA, W. F.; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. **Bragantia**, v. 63, p. 431 - 438, 2004.

OPIYO, A. M.; YING, T. J. The effects of 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme) fruit. **International Journal of Food Science Technology**, v. 40, p. 665 - 673, 2005.

PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**; v.15, p. 263 - 277, 1999.

PINTO, L. C. de B. Utilização de 1-metilciclopropeno e resfriamento rápido na conservação de pêssegos. **Engenharia Agrícola**, v.27, p. 238 - 246, 2007.

RUBATZKY, V. E.; YAMAGUCHI, M. **World vegetables: Principles, production and nutritive value**. 2.ed. New York: Chapman & Hall, 1997, 843 p.

RUPASINGUE, 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 & Biotechnology**, v.75, p. 271 - 276, 2000.

SANINO, A. **Conservação de tomate (*Lycopersicum esculentum*), 'Débora', submetido a diferentes condições de resfriamento e aquecimento intermitente**. Dissertação (Mestrado), 63 p., Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2004.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. 1. ed. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267 p.

SARRIA, S.D.; HONÓRIO, S.L. Parâmetros de resfriamento rápido do figo (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos embalado em caixa de exportação. **Revista UDO Agrícola**, v. 1, p. 96 - 102, 2005.

SILLER-CEPEDA, J.H. Eggplant. In: GROSS, C.G.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist, and nursery stocks**. USDA, ARS. Agriculture Handbook, v. 66, 2004, 130 p.

SILVA, E. O.; PUSCHMAN, R.; MOSQUIM, P. R.; SOARES, N. F. F.; SILVA, D. F. P. JÚNIOR, J. I. R.; MENDONÇA, F. V. S.; SIMÕES, A. N. **Utilização do 1-metilciclopropeno (1-MCP) no amadurecimento controlado de banana 'Prata Anã'**. <http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto4.pdf>. Acesso em 27/07/2009.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level. Recent developments. **Physiology Plantarum**, v. 100, p. 577 - 582, 1997.

TANABE, C. S.; CORTEZ, L. A. B. **Perspectivas da cadeia do frio para frutas e hortaliças no Brasil**. MERCOFRIO 98 - Feira e Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul. Disponível em: <http://www.revistadofrio.com.br/pdf/artigo5.pdf>. Acesso em: 3 de outubro de 2007.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; LIMA, A. Transferência de calor durante o resfriamento de frutas com ar forçado e com água. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 131 - 138, 2002.

VIGNEAULT, C.; GOYETTE, B.; CASTRO, L. R. de. Maximum slat width for cooling efficiency of horticultural produce in wooden crates. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, p 308 - 313, 2006.

VISSOTTO, F. Z.; KIECKBUSCH, T. G.; NEVES FILHO, L. C. Pré-resfriamento de produtos-modelo utilizando ar-forçado. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 3; p. 1 - 10, 2000.

WANG, C. Y. **Chilling injury of horticultural crops**. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1990. 302 p.

WILLS, R. B. H.; KU, V. V. V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 85 - 90, 2002.

WILLS, R.B.H.; McGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4 ed. Wallingford: CABI, 2004, 262 p.

WATKINS, C.B. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: Knee, M. (Ed.), **Fruit Quality and Its Biological Basis**. Academic Press, Sheffield, p. 180 - 224, 2002.

ZAGORY, D. L.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, p. 70 - 72, 1988.

CAPÍTULO 1

QUALIDADE DE JILÓS PRÉ-RESFRIADOS E EMBALADOS COM FILME DE PVC ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o pré-resfriamento e o uso de filme PVC sobre a qualidade pós-colheita de jiló (*Solanum gilo* Raddi), cv. 'Tinguá', armazenados sob refrigeração. Os tratamentos avaliados foram: 1- Pré-resfriamento – hidioresfriamento dos frutos por 20 minutos em água fria (1°C); 2- Pré-resfriamento + Filme de PVC – Embalagem com filme de PVC de frutos de jiló pré-resfriados; 3- Filme de PVC – Frutos de jiló embalados com Filme de PVC; 4- Controle. As características avaliadas foram: massa da matéria fresca, cor, firmeza, teor relativo de água, teor de clorofila, açúcares solúveis totais, amido e injúria por frio. O filme de PVC manteve a firmeza do produto após 11 dias de armazenamento, com perda de massa fresca acumulada de cerca de 5%. Percebeu-se, porém, o amarelecimento dos frutos independentemente de terem sido pré-resfriados; e no controle e no produto pré-resfriado sem PVC, a murcha dos jilós ocorreu no sétimo dia de armazenamento com aproximadamente 10% de perda de massa fresca, não sendo verificado o seu amarelecimento nesse período. Frutos pré-resfriados e/ou embalados com PVC apresentaram teores de clorofila superiores ao controle, aos 5 dias de armazenamento. Todavia não houve diferença significativa entre os tratamentos ao final do armazenamento. Os teores de amido e açúcares solúveis totais no jiló não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, percebeu-se redução

na taxa de consumo de amido dos frutos na combinação do pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC e, o pré-resfriamento aumentou a taxa de acúmulo de açúcares solúveis totais, ambos os tratamentos comparados com o controle. Conclui-se que o emprego de filme de PVC e/ou do pré-resfriamento contribui para a conservação da qualidade pós-colheita do jiló armazenado sob refrigeração, não havendo sintomas da injúria por frio nos frutos após o armazenamento nessas condições.

1. INTRODUÇÃO

Considerada espécie de origem tropical, o jiloeiro (*Solanum gilo* Raddi) apresenta poucos estudos no que se refere à vida pós-colheita. Originário da Índia ou da África e introduzido no Brasil por escravos, o jiloeiro é uma hortaliça tropical muito exigente em calor. Pertencente à família Solanácea, seus frutos são de coloração verde-clara ou verde-escura quando imaturos, tornando-se laranja-avermelhados quando maduros. Os frutos são colhidos ainda imaturos, com sementes tenras e coloração verde-clara, possuindo sabor amargo, característica que agrada a alguns consumidores, mas limita seu consumo por outros (RUBATZKY e YAMAGUCHI, 1997; FILGUEIRA, 2003). Os frutos amarelos maduros não são aceitos pelo consumidor.

O jiló, como a maioria dos produtos olerícolas, tem período de conservação curto em condições ambientais, por estar exposto a condições estressantes de temperatura e umidade. Além disso, os frutos são colhidos em processo de crescimento, ocasionando interrupção do suprimento de energia, nutrientes, água e reguladores de crescimento que induzem nos órgãos de plantas ou hortaliças neste estágio, acelerada senescência (KING e MORRIS, 1994), exigindo consumo imediato ou técnicas de conservação pós-colheita.

Os fatores que limitam a armazenagem pós-colheita de jilós incluem, principalmente, a perda de massa fresca que está fortemente associada à perda de firmeza (murchamento) e à perda da cor verde, com o conseqüente amarelecimento dos frutos, devido à degradação de clorofila e síntese de outros pigmentos, como os carotenóides (KAYS, 1991). O armazenamento refrigerado é um método eficaz para manter a qualidade de frutas e hortaliças, pois reduz a respiração, a produção de etileno e a intensidade de amadurecimento e da senescência (WANG, 1994; PAULL, 1999; LEE e KADER, 2000).

Segundo ALMEIDA (2005), é consensual entre os teóricos e práticos da ciência e tecnologia pós-colheita que proporcionar aos produtos hortícolas condições ótimas de temperatura e de umidade relativa são as melhores formas de garantir a sua qualidade, durante o período pós-colheita

e que todas as outras tecnologias devem ser encaradas como complementos ao controle da temperatura e da umidade relativa.

Todos os produtos vegetais inicialmente passam por um período em temperatura ambiente após colheita e, freqüentemente, estão sujeitos a situações estressantes durante exposição e venda. Observou-se que as maiores mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorreram nas primeiras horas após a colheita em aspargos (KING e MORRIS, 1994), brócolis (GALVÃO et al., 2008) e salsa (ÁLVARES, 2006).

Assim, para garantir a qualidade e estender a vida pós-colheita dos produtos hortícolas é necessário resfriar rapidamente a uma temperatura mínima de segurança (SARRIA e HONÓRIO, 2005). Portanto, o resfriamento rápido ou pré-resfriamento é a primeira etapa da adequação da temperatura e este processo é normalmente realizado em local separado da estocagem, em poucas horas ou até mesmo minutos e requer equipamentos especiais (ASHRAE, 1994, citado por VISSOTTO et al., 2000).

Segundo ASHRAE (1998), principalmente as plantas tropicais e subtropicais exibem disfunção fisiológica evidente quando expostas as baixas temperaturas (acima do ponto de congelamento), sendo isso mais comum na faixa de temperatura que vai de 0°C a 10°C.

Esta disfunção refere-se ao dano pelo frio (*chilling injury*) e os sintomas mais comuns, de acordo com SANINO (2004), envolvem: depressões na superfície (*pitting*), descoloração interna, falha no amadurecimento, inibição do amadurecimento, colapso dos tecidos, aumento na susceptibilidade a doenças, e qualidade reduzida. NERES et al. (2004) observaram que em jilós armazenados a 5° C, a manifestação dos sintomas de injúria por frio, inicialmente caracterizaram-se por pequenas pontuações deprimidas de coloração escura e, com o tempo de armazenamento, as pontuações aumentaram, verificando-se também, o escurecimento interno do fruto.

BAXTER e WATERS (1990) recomendaram o uso de filme polimérico com menor permeabilidade a gases para aumentar a eficiência e reduzir a incidência de injúria por frio em quiabo armazenado à baixa temperatura. Tem-se demonstrado que teores altos e baixos de CO₂ e O₂, respectivamente, condicionados pela atmosfera modificada, reduzem os

danos em produtos sensíveis, como manga e pêra (PESIS et al., 2002; JU et al., 2000).

O acondicionamento de produtos hortícolas em embalagem plásticas induz à modificação na atmosfera do interior da embalagem, em virtude da interação do processo respiratório e das trocas gasosas pela embalagem. Plásticos como o PVC, apresentam permeabilidade a CO₂ maior que ao O₂, e segundo ZAGORY e KADER (1988), é importante que a permeabilidade a CO₂ seja entre 3 a 5 vezes maior do que a O₂, de modo que a redução de O₂ não seja acompanhada pelo acúmulo excessivo de CO₂ dentro da embalagem.

O uso da atmosfera modificada permite prolongar o período de armazenagem de produtos perecíveis, uma vez que há redução da respiração dos frutos, além de acúmulo de alta umidade relativa diminuindo, assim, a perda de água por transpiração, retardando, conseqüentemente o murchamento, a produção e sensibilidade ao etileno e as reações de oxidação (FONSECA et al., 2000, CHEN et al., 2000; AMARANTE et al., 2001).

Objetivou-se, nesse trabalho, avaliar a influência das aplicações do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a qualidade e conservação pós-colheita de jiló, armazenado sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Frutos de jiló (*Solanum gilo* Raddi), cv. 'Tinguá', foram colhidos entre 7 e 8 horas da manhã, manualmente, de plantas cultivadas na Horta de Pesquisa da UFV, Viçosa-MG (20°45' S e 42° 43' W e altitude 541 m) e transportados para o laboratório, onde foram selecionados e padronizados.

Inicialmente, para escolha do tempo de pré-resfriamento, foi feita a experimentação com os frutos submersos a diferentes períodos de pré-resfriamento em água fria (1°C). Determinou-se a temperatura interna dos

frutos com a introdução do termômetro digital de ponta. Aos 20 minutos de imersão houve estabilização da temperatura interna do jiló e esse intervalo de tempo foi utilizado para o seu pré-resfriamento.

Os frutos do jiloeiro, após seleção, foram submetidos aos seguintes tratamentos: T1= Pré-resfriamento por hidroresfriamento dos frutos, por 20 minutos, em água fria (1°C); T2 = Pré-resfriamento + Filme de PVC ; T3 = Filme de PVC; T4 = Controle. Após, os frutos foram armazenados sob refrigeração a 10 °C e 85 % UR por períodos de 0, 1, 2, 3, 5, 7 e 11 dias.

2.1. Perda de massa da matéria fresca

A perda de massa da matéria fresca foi estimada em relação à massa inicial dos frutos antes do armazenamento:

$$\text{PMF} = [(MFI - MFF) * 100] / MFI, \text{ em que:}$$

PMF = perda de massa da matéria fresca (%)

MFI = massa da matéria fresca inicial (g)

MFF = massa da matéria fresca final (g)

2.2. Teor relativo de água

O teor relativo de água dos frutos foi avaliado conforme metodologia descrita por CATSKY (1974), com o emprego da equação citada por WEATHERLEY (1950):

$$\Phi = [(F - W)/(T - W)] \times 100, \text{ em que:}$$

Φ = teor relativo de água;

F = massa da matéria fresca;

W = massa da matéria seca;

T = massa da matéria túrgida.

Foram retirados 8 discos de 11 mm de diâmetro do pericarpo do jiló e pesados. Os discos foram colocados em espumas de poliuretano de 2 cm de espessura saturadas de água por 6 horas (tempo necessário para saturação máxima) e pesados, obtendo-se a massa da matéria túrgida. Em seguida, foi obtida a massa da matéria seca por secagem em estufa a 70°C até massa constante.

2.3. Teor de massa da matéria seca

Três amostras de cerca de 10 g de massa de matéria fresca dos frutos de jiló, em cada tratamento e período de armazenamento avaliado, foram colocados em estufa a 65°C, por 72 horas, até alcançarem massa constante. Os valores foram registrados para cálculo do teor de massa da matéria seca pela equação:

TMS = (MF/MI) * 100, em que:

TMS = Teor de massa da matéria seca (%)

MF = massa da matéria seca final (g)

MI = massa da matéria fresca inicial (g)

2.4. Análise visual de cor, firmeza e injúria por frio

A alteração de cor caracterizou-se pelo amarelecimento dos frutos e as modificações de firmeza pelo murchamento dos mesmos. Utilizou-se de uma escala de notas, variando de 1 a 3, para avaliação do grau de alterações visuais de murcha. A nota 1 correspondeu ao fruto no início do armazenamento, apresentando ótima qualidade comercial (completamente verde e túrgido); a nota 2 correspondeu ao fruto em estágio inicial de senescência (início da presença visual da murcha); a nota 3 que implica em um produto não-comercial correspondeu ao fruto completamente senescente (completamente murcho).

A coloração da casca dos frutos foi avaliada visualmente mediante escala subjetiva de notas de cores, em que: 0 (zero) – verde clara; 1 –verde-amarelada; 2 – amarela; 3 – amarelo-avermelhada e nota 4 – vermelha.

A injúria por frio foi avaliada utilizando-se escala aplicada por NERES et al. (2004), atribuindo-se os valores: 0 (zero) – frutos sem injúria; 0,1 a 1,0 – injúria ligeira; 1,1 a 2,0 – injúria moderada; 2,1 a 3,0 – injúria severa. A injúria ligeira caracteriza-se pelo aparecimento de pequenas pontuações deprimidas e de coloração escura; a moderada, pelo aumento em número e tamanho dessas pontuações, e a severa, por apresentar, além de sintomas descritos, o escurecimento interno de polpa e da semente do fruto.

2.5. Medição instrumental da cor

A cor das amostras foi determinada por meio do colorímetro (Colortec – PCM da marca Minolt). O eixo L vai do topo à base, sendo o valor máximo de L 100 (branco) e o mínimo zero, o qual representa o preto. Os eixos a* e b* não têm limites numéricos específicos, de forma que o vermelho é representado por +a e o verde por –a; o amarelo como +b e o azul –b (HUNTERLAB, 1996; LAWLESS e HEYMANN, 1999).

2.6. Clorofila

No momento da extração, cerca de 6 g da casca dos frutos de jiló foram trituradas em um triturador Polytrex e filtradas em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com acetona 80%, sendo o volume das filtragens combinado e completado em balão volumétrico para 50 mL com acetona 80%.

A estimativa dos teores de clorofila total foi feita por meio de espectrofotometria (ARNON, 1949), utilizando-se espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100 e os cálculos segundo equação de LICHTSTEINER (1987):

Teor de clorofila total = $(7,05 \times A_{661,6} + 18,09 \times A_{644,8}) \times (V/P)$, em que:

MS = massa da matéria seca (g);

A = absorvância;

V = volume de extração (L);

P = massa da matéria seca da amostra (g).

2.7. Açúcares solúveis totais

A quantificação de açúcares solúveis totais nos frutos foi realizada segundo o método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Cerca de 5 g de tecido vegetal foram retirados da região mediana dos frutos e imersos em etanol 80% fervente, por 30 minutos e armazenados sob refrigeração. No momento da extração, o material foi triturado em um triturador Polytrex e filtrado em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com etanol 80%, sendo o volume das filtragens combinado e completado em balão volumétrico para 50 mL com etanol 80%. O resíduo retido em papel filtro foi secado e armazenado para determinação de amido. Sempre em duplicata, procedeu-se a diluição da amostra e o preparo das soluções padrões de sacarose (0; 25; 50; 75; 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Para cada réplica, pipetaram-se 0,5 mL da amostra em tubo de ensaio com rosca, e adicionaram-se 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos foram agitados em vortex e colocados em banho de gelo; após isso, foram levados ao banho-maria com temperatura de 30°C, por 20 minutos. Após remoção dos tubos do banho-maria, esses foram novamente agitados e postos em temperatura ambiente, por 30 minutos e, então, procedeu-se a leitura da absorbância em $\lambda = 490 \text{ nm}$ em espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100.

2.8. Amido

Do resíduo proveniente da extração de açúcares solúveis totais, determinou-se o teor de amido mediante metodologia descrita por McCREADY et al. (1950). O resíduo foi ressuspenso em ácido perclórico

30 %, agitado em turbilhador e deixado em repouso, por 30 minutos, com agitações ocasionais, seguindo-se centrifugação a 2000 x *g* por 10 minutos. Este procedimento foi repetido três vezes, sendo o precipitado descartado, os sobrenadantes coletados em balão volumétrico e o volume completado para 25 mL com água destilada. Para quantificação do teor de amido foi utilizado o mesmo método para quantificação de açúcares solúveis totais, descrito anteriormente, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9.

2.9. Análise estatística

O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas, os tratamentos, e nas subparcelas, os tempos de armazenamento, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída quatro frutos de jiló. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Nos fatores qualitativos (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5 % de probabilidade. Quanto aos fatores quantitativos, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de até 10 % no coeficiente de determinação, e no fenômeno biológico em estudo. Na análise visual da evolução da cor, murcha e injúria por frio, foi utilizada a análise descritiva dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Tempo de pré-resfriamento

Na escolha do tempo de pré-resfriamento observa-se que a temperatura interna dos frutos decresceu à medida que se aumentou o tempo de pré-resfriamento, estabilizando-se, após 20 minutos, com temperatura interna dos frutos a 8,5 °C (Tabela 1).

Tabela 1 – Tempos de pré-resfriamento de frutos de jiló (*Solanum gilo* Raddi), cv. 'Tinguá', submetidos ao hidroresfriamento em água gelada (1°C).

Tempo de pré-resfriamento (minutos)	Temperatura interna do fruto (°C)
0	22,1
5	17,7
10	13,0
15	11,9
20	8,5
25	8,6
30	8,5
35	8,6

A taxa de resfriamento do produto depende primariamente de muitos fatores, incluindo características termais do produto, tamanho e forma do produto, relação superfície/volume, e ainda, natureza do meio de resfriamento, a transferência de calor, diferença de temperatura entre o produto e o meio de resfriamento. Segundo BROSAN e SUN (2001), o produto resfria rapidamente no início do pré-resfriamento com subsequente período de lenta taxa de resfriamento.

Nesse experimento observamos uma redução linear da temperatura interna do jiló durante os 20 primeiros minutos de pré-resfriamento, com uma taxa de redução de temperatura de 0,6123 °C por unidade de minuto acrescido no tempo de pré-resfriamento (Figura 1). Após esse período a

temperatura média interna dos frutos foi de 8,5 °C, não havendo, em razão disso, necessidade de ampliar o tempo de pré-resfriamento além dos 20 minutos para os frutos de jiló.

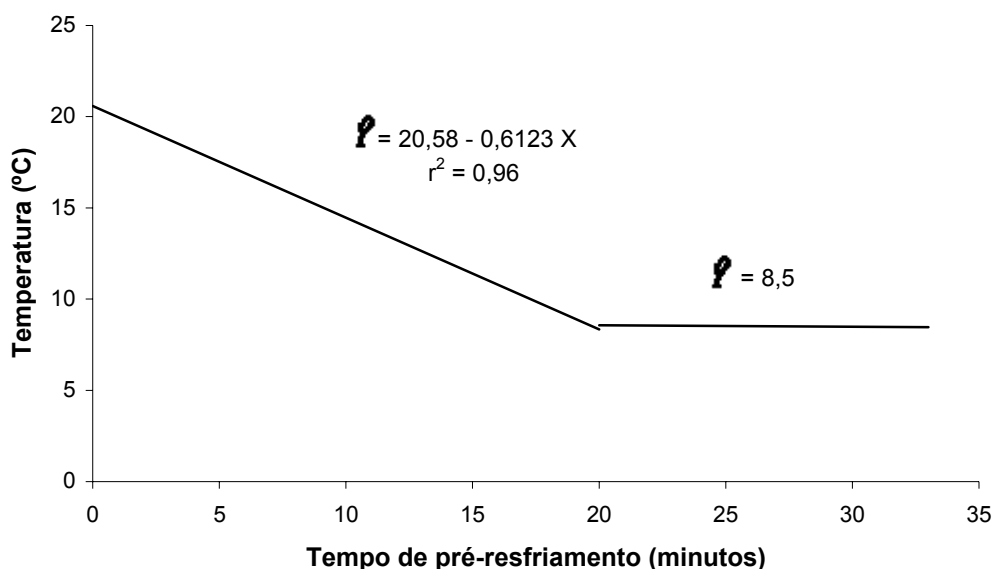


Figura 1 – Temperaturas internas dos frutos de jiló (*Solanum gilo* Raddi), cv. 'Tingúá', em função do tempo de pré-resfriamento com água a 1°C.

Segundo MORETTI (2003), a principal preocupação em qualquer processo de resfriamento rápido reside na determinação do tempo necessário para que o produto atinja a temperatura de resfriamento completo. Para aumentar a velocidade e eficiência do processo de resfriamento, ainda no campo, deve-se, desde a colheita, prevenir o aquecimento, recorrendo à sombra, aspersão de água e programação da colheita e transporte, de modo a reduzir o período de tempo até ao pré-resfriamento (LOUZADA et al., 2003).

3.2. Perda de massa da matéria fresca

Houve interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento pós-colheita quanto à perda de massa da matéria fresca acumulada dos frutos de jiló pré-resfriados, embalados ou não, com filme de PVC e os frutos controle, nos períodos de armazenamento a 10°C e UR de 85% (Tabela 2).

Tabela 2 - Perda acumulada de massa da matéria fresca (%) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, pré-resfriamento, embalados ou não, com filme de PVC, durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	1	2	3	5	7	11
Controle	2,23 A	3,85 A	5,76 A	7,13 A	10,05 A	-
Pré-resfriamento	3,31 A	5,08 A	6,19 A	7,18 A	9,52 A	-
Filme de PVC	0,32 B	0,88 B	1,21 B	1,83 B	2,53 B	4,61 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	0,53 B	1,15 B	1,69 B	2,02 B	3,01 B	5,04 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

O filme de PVC, independentemente da aplicação do hidrosfriamento nos frutos, foi eficiente para evitar a perda de massa da matéria fresca durante o período de armazenamento. Aos 11 dias, a perda acumulada de massa da matéria fresca foi de 4,61 e 5,04 %, respectivamente nos produtos sem e com o pré-resfriamento, enquanto os produtos não embalados perderam 10,05 e 9,52 % da massa de matéria fresca inicial, já aos 7 dias de armazenamento, evidenciando que a UR do ambiente foi baixa para armazenamento do jilós (Tabela 2).

NERES et al. (2004) observaram maior perda significativa de massa da matéria fresca nos jilós armazenados em temperatura ambiente, em que a umidade relativa ficou na faixa de 75 a 80%. Essa foi comparativamente menor aos armazenados em câmaras refrigeradas, onde a umidade relativa esteve na faixa de 90 a 95%. Esses autores observaram também que a aplicação da embalagem de PEBD em frutos de jiló da cultivar Tinguá, sob as temperaturas de armazenamento estudadas, foi eficiente no controle da perda de massa da matéria fresca, uma vez que no terceiro dia após a colheita, constatou-se diferença significativa com relação aos frutos não embalados, mantendo-se essa diferença até o fim do período de armazenamento.

MOLEYAR e NARASIMHAM (1994) e KADER (1995) relataram que a atmosfera modificada proporcionada pela embalagem com filme plástico é complemento da refrigeração no armazenamento de produtos hortícolas. Segundo ZAGORY e KADER (1988), as embalagens plásticas são barreiras para o movimento de vapor de água e podem ajudar a manter a umidade relativa alta e o turgor de frutos e hortaliças. A maior vantagem do uso de filmes plásticos na comercialização de produtos hortícolas é a de manter a qualidade dos produtos pela redução da perda de água (FINGER e VIEIRA, 1997).

Observou-se comportamento linear para a perda de massa da matéria fresca durante o armazenamento dos frutos independentemente dos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Equações de regressão ajustadas da perda de massa da matéria fresca (\hat{Y} = PM %) de frutos de jiló em função de dias (d) de armazenamento a 10°C e UR 85%, para os respectivos tratamentos e coeficientes de determinação.

Tratamento	Equações ajustadas	r^2
Controle	$\hat{Y} = 0,7646 + 1,357^* d$	0,972
Pré-resfriamento	$\hat{Y} = 1,6186 + 1,198^* d$	0,901
Filme de PVC	$\hat{Y} = - 0,059 + 0,407^* d$	0,990
Pré-resfriamento + Filme de PVC	$\hat{Y} = 0,109 + 0,437^* d$	0,987

* significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”

Essa linearidade já foi observada em pêssego (WHITELOCK et al., 1994), alface (MARTINEZ e ARTÉS, 1999), uva (BRECHT e BRECHT, 2002), cenoura (SHIBAIRO et al., 2002), também em jiló (NERES et al. 2004) e inflorescências de brócolis (GALVÃO, 2005).

Foram observadas taxas estimadas de perda de massa de matéria fresca dos frutos semelhantes para o tratamento controle e pré-resfriamento, com os respectivos valores 1,357 % d⁻¹ e 1,198 % d⁻¹. A cobertura dos frutos com filme de PVC garantiu taxa de perda de massa fresca estimada de

0,407 % d⁻¹ e 0,437 % d⁻¹, respectivamente, em frutos sem e com o pré-resfriamento (Tabela 3). Portanto a embalagem reduziu a taxa de perda de massa de matéria fresca em 3,3 vezes quando frutos não foram pré-resfriados e em 2,7 vezes quando frutos foram pré-resfriados.

A taxa de perda de água pelos produtos hortícolas é função da interação entre fatores do meio e internos dos órgãos vegetais, e a taxa de difusão do vapor de água do produto para o ambiente e é determinada, em parte, pela relação superfície/volume, natureza da superfície protetora e integridade física (FINGER e VIEIRA,1997). Neste trabalho, foi observada forte influência da embalagem com filme de PVC, utilizado como barreira protetora, sobre a redução da perda pós-colheita de água dos jilós refletindo, assim, em produto de melhor qualidade no que se refere à turgidez dos frutos ao final do período de armazenamento sob refrigeração.

3.3. Teor relativo de água (TRA)

Ocorreu redução linear do teor relativo de água, ao longo do período de armazenamento, nos frutos de jiló armazenados sob refrigeração, independentemente dos tratamentos aplicados (Figura 2).

A taxa de perda de água foi de 1,693 e 1,436 % d⁻¹ para os tratamentos controle e pré-resfriamento, respectivamente, enquanto que quando aplicada a embalagem de filme de PVC, essas taxas de perda de água reduziram para 1,216 e 0,864 % d⁻¹, respectivamente, sem e com o pré-resfriamento dos frutos de jiló.

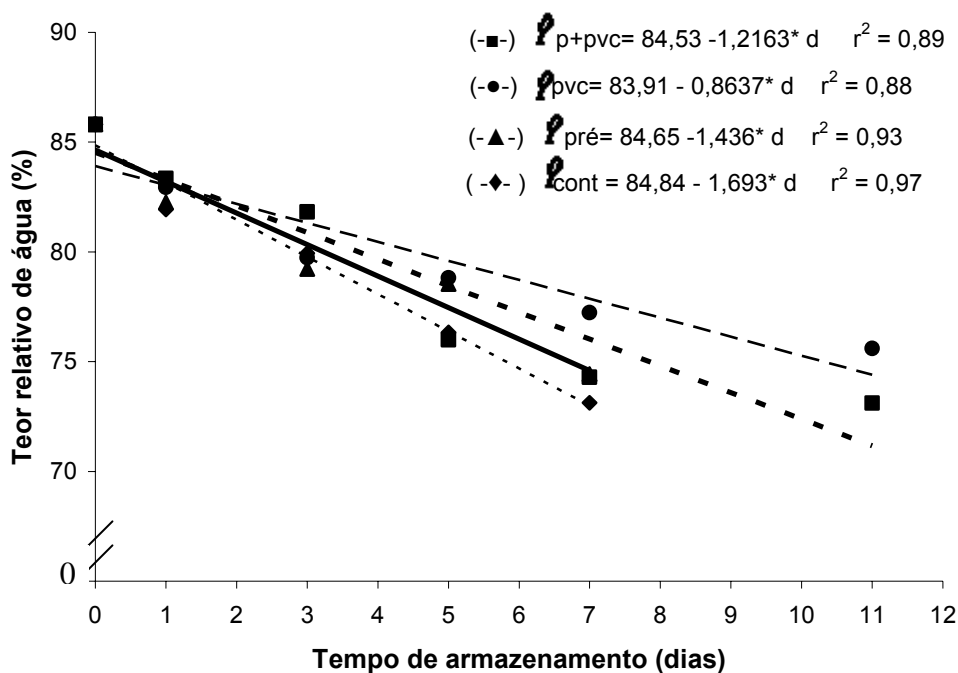


Figura 2 – Teor relativo de água dos frutos de jiló durante o período de armazenamento de frutos de jiló a 10°C e UR de 85%, submetidas aos tratamentos controle (-◆-), pré-resfriamento (-▲-), filme de PVC (-■-) e pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC (-●-). * significativo a 5% pelo teste “t”.

Nota-se, que a combinação do pré-resfriamento com a embalagem reduziu em cerca de 50 % a taxa de perda de água dos frutos, em comparação com o tratamento controle, demonstrando sinergia dos dois tratamentos, filme de PVC e pré-resfriamento. Além da absorção de água inicial pelo hidroresfriamento, o filme de PVC ofereceu uma barreira para a difusão do vapor de água devido à atmosfera modificada criada pela embalagem como já observado por MOTA et al. (2000).

A aparência de hortaliças, que é caracterizada pelo tamanho, forma, cor e ausência de desordens mecânicas, fisiológicas, patológicas, entomológicas e outras (ABBOTT, 1999; AUERSWALD et al., 1999; KAYS, 1999) é o primeiro critério utilizado pelo consumidor no julgamento da qualidade (KAYS, 1999). No entanto, com a perda de água, algumas dessas características que conferem qualidade ao jiló foram reduzidas como o frescor, a forma e o tamanho, que são alterados em função da característica de murchamento que é consequência dessa perda de água.

3.4. Análise visual de cor, firmeza e injúria por frio

De acordo com a escala de notas adotada, no início do armazenamento foi atribuída nota 1, para esses tratamentos, quanto a firmeza, ou seja, frutos completamente túrgidos e nota 0 quanto à cor, frutos verdes (Figura 3).

Houve mudança visual na coloração e murchamento dos frutos de jiló ao longo do armazenamento, porém não foi percebida qualquer manifestação de sintomas de injúria por frio. Observou-se que a variação da cor e o murchamento dos frutos submetidos aos tratamentos controle e pré-resfriamento apresentaram comportamento semelhante.

No sétimo dia, observou-se a perda de turgidez e início de amarelecimento dos frutos controle, tornando o produto não-comercial (notas 2 e 3, para escala de firmeza e de cor, respectivamente), enquanto esse amarelecimento não foi percebido nos frutos pré-resfriados (nota 0); todavia, houve a murcha aparente desses frutos nesse período de armazenamento, atribuindo-se nota 3 a eles e tornando-os imprestáveis para comercialização.

Quanto à injúria por frio, NERES et al. (2004) observaram manifestação dos sintomas de injúria por frio em frutos de jiló quando armazenados a 5°C, caracterizando-se por pequenas pontuações deprimidas de coloração escura. Com o tempo de armazenamento as pontuações aumentaram, verificando-se também, o escurecimento interno do fruto.

Contudo, com a temperatura de armazenamento trabalhada, 10°C, os frutos não apresentaram injúria por frio durante todo o período de armazenamento, assim como foi observado por NERES et al. (2004), quando armazenaram frutos de jiló a 13°C, independentemente de terem sido ou não embalados. Deduz-se que a injúria por frio em jiló é manifestada quando os frutos são submetidos a baixa temperatura por período de longa duração, visto que frutos pré-resfriados a 1 °C por 20 minutos não manifestaram os sintomas.

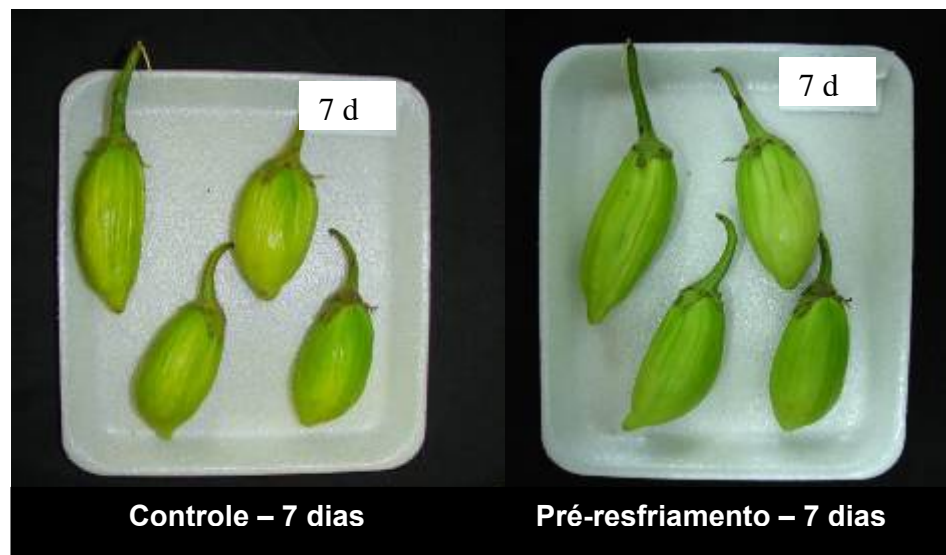
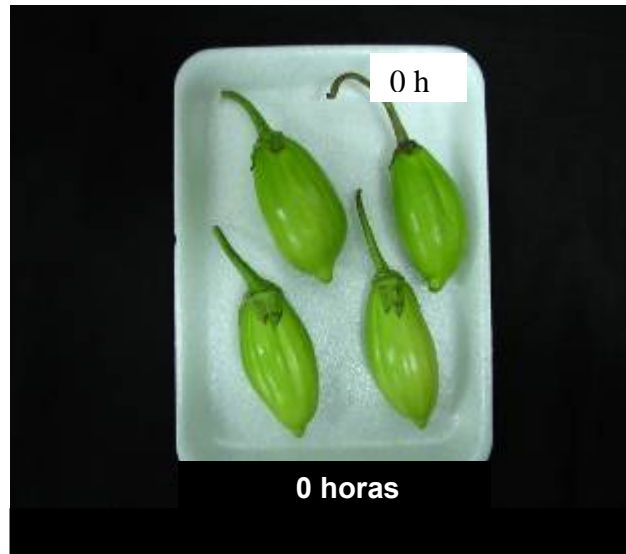


Figura 3 – Variação da cor e murchamento de frutos de jiló submetidos aos respectivos tratamentos e armazenados sob refrigeração a 10°C e 85% UR.

A análise visual é subjetiva, porém ao consumidor a coloração e a firmeza são atributos de qualidade importantes quando se referem aos frutos de jiló. O nível máximo de perda de massa aceitável para produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência do mercado consumidor e, na maioria dos produtos frescos, a perda de massa máxima observada, sem o aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície, oscila entre 5 e 10 % (FINGER e VIEIRA,1997).

O filme de PVC manteve os frutos túrgidos e retardou o amarelecimento destes durante o período de 11 dias de armazenamento, sendo atribuída nota 1 na escala, ou seja, o produto ainda apresentava qualidade visual aceitável quanto à turgidez. Porém já com início de amarelecimento, independentemente dos frutos serem pré-resfriados, reduzindo-se a aceitabilidade do produto pelo consumidor, sendo atribuída nota 3 para o atributo cor (Figura 3).

NERES et al. (2004) verificaram que frutos de jiló armazenados a 25°C, sem embalagem de PEBD, mudaram a coloração de verde-clara para amarelo-avermelhada, no terceiro dia de armazenamento, enquanto os frutos com PEBD mantiveram a coloração verde-clara até o nono dia e, quando armazenados com PEBD, sob refrigeração a 13 e 5 °C, mantiveram a coloração verde-clara durante todo o período de 15 dias de armazenamento. Todavia, os frutos sem embalagem armazenados nessas temperaturas mudaram a coloração verde-clara para verde amarelada ao final do período de avaliação.

3.5. Medição instrumental da cor

Observa-se que os valores da coordenada L* elevou-se lentamente, porém não significativamente nas amostras, independentemente de aplicação dos tratamentos avaliados ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores Hunter L* de jilós pré-resfriados e/ou embalados com filme de PVC e armazenados a 10°C e 85% UR.

Valor Hunter	Fruto Fresco (0 h)	Tempo de armazenamento (dias)	Controle	Pré-resfriamento	Filme PVC	Filme PVC + pré-resfriamento
L*	59,2	1	58,4 aA	58,1 aA	58,6 aA	57,7 aA
		3	58,5 aA	58,5 aA	59,2 aA	57,8 aA
		5	58,8 aA	58,9 aA	59,3 aA	58,6 aA
		7	59,2 aA	59,4 aA	59,5 aA	58,8 aA
		11				60,1 aA

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas (tratamentos) e minúscula nas colunas (tempo) não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A luminosidade é uma coordenada do espaço de cores CIELAB que pode variar do 0 ao 100, ou seja, do preto ao branco (LAWLESS & HEYMANN, 1999). Sendo assim, pelos resultados obtidos, deduz-se que não houve escurecimento significativo da superfície dos frutos de jiló ao longo do armazenamento, seja esse escurecimento enzimático ou não-enzimático.

Um decréscimo significativo do valor de L* foi observado por MORALES e JIMÉNEZ-PÉREZ (2001) durante a formação de pigmentos na reação de Maillard, os quais ocasionaram escurecimento do meio reativo utilizado. No estudo de SINNECKER et al (2002) com grãos de soja, L* apresentou correlação negativa significativa com a concentração de clorofila total nos grãos armazenados a 25° C, o que significa que houve elevação do valor de L* concomitante à perda de clorofila.

O valor b^* , nas amostras avaliadas, mostrou redução não significativa ao longo do armazenamento, independentemente de aplicação dos tratamentos, mantendo-se níveis semelhantes durante todo o período avaliado (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores Hunter b^* de jilós pré-resfriados e/ou embalados com filme de PVC e armazenados a 10°C e 85% UR.

Valor Hunter	Fruto Fresco (0 h)	Tempo de armazenamento (dias)	Controle	Filme PVC	Pré-resfriamento	Filme PVC + pré-resfriamento
b^*	45,9	1	47,5 aA	47,4 aA	47,7 aA	47,5 aA
		3	45,4 aA	45,3 aA	45,8 aA	46,4 aA
		5	45,3 aA	45,4 aA	45,7 aA	46,5 aA
		7	45,3 aA	45,3 aA	45,5 aA	46,6 aA
		11		45,2 aA		45,9 aA

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas (tratamentos) e minúscula nas colunas (tempo) não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

O decréscimo do valor positivo de b^* no espaço de cores indica perda de amarelo (LAWLESS & HEYMANN, 1999). MALHEIROS (2007), estudando a alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate, observou correlação significativa de b^* com clorofila a , b e total ($r = 0,84$; $r = 0,82$ e $r = 0,85$, respectivamente). Para WEEMAES et al (1999), estudando suco de brócolis, a feofitinação não afetou o valor de b^* , sugerindo que a variação deste parâmetro ocorra por outros mecanismos de degradação da clorofila ou por degradação de outros compostos presentes na amostra.

A comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) mostrou diferença significativa do valor de a^* entre os frutos tratados a partir do quinto dia de armazenagem, quando os frutos de jiló que foram embalados com filme de PVC, independentemente de terem sido pré-resfriados, apresentaram menores variações do parâmetro a^* em relação aos frutos controle (Tabela 6). Ao sétimo dia de armazenagem, os frutos apenas pré-resfriados e sem embalagem não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) daqueles embalados com filme de PVC, pré-resfriados ou não, quanto ao parâmetro de cor a^* .

Tabela 6 - Valores Hunter a* de jilós pré-resfriados e/ou embalados com filme de PVC e armazenados a 10°C e 85% UR.

Valor Hunter	Fruto Fresco (0 h)	Tempo de armazenamento (dias)	Controle	Pré-resfriamento	Filme PVC	Filme PVC + pré-resfriamento
a*	-12	1	-11,23 A	-11,34 A	-11,51 A	-11,60 A
		3	-10,58 A	-10,70 A	-11,48 A	-11,60 A
		5	-10,53 A	-10,63 AB	-11,28 BC	-11,40 C
		7	-10,10 A	-10,30 AB	-10,98 B	-11,10 B
		11			-8,65 A	-9,20 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Ao final dos 11 dias de armazenamento, nos frutos que foram embalados com filme de PVC, percebeu-se que o pré-resfriamento antes da embalagem manteve menor acréscimo do parâmetro de cor a*, porém, não significativa para evitar o amarelecimento dos frutos e a conseqüente perda de valor comercial dos mesmos.

Nos tratamentos avaliados houve decréscimo significativo nos valores absolutos do parâmetro a* ao longo da armazenagem, porém com velocidades diferentes (Figura 4).

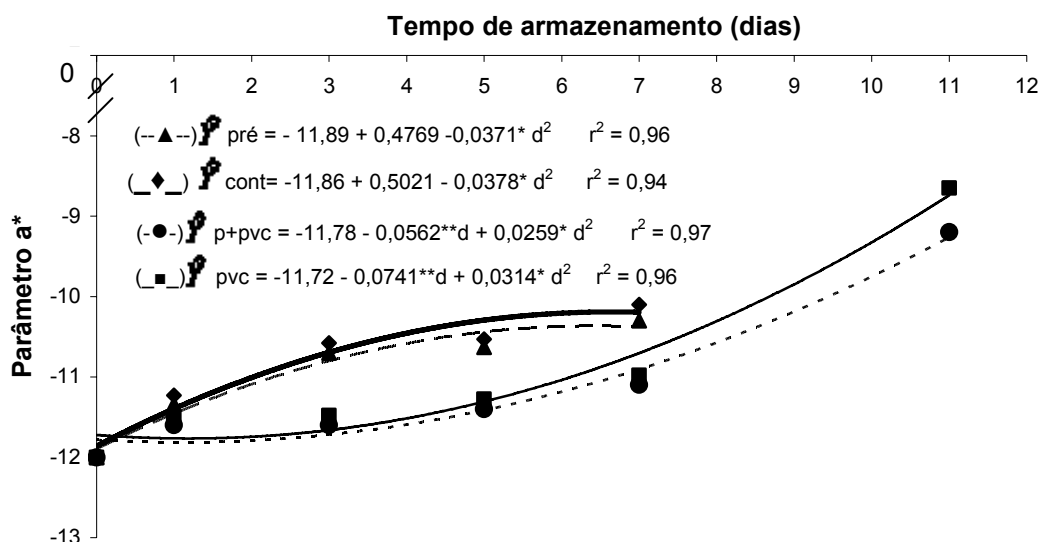


Figura 4 - Alterações do parâmetro de cor a* em frutos de jiló sob tratamentos controle (-♦-); pré-resfriamento (-▲-); filme de PVC (-■-) e pré-resfriamento com filme de PVC (-●-) ao longo do armazenamento refrigerado. *, **, significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste "t".

Nos valores negativos do parâmetro a^* , a aproximação do zero no espaço de cores corresponde à perda de cor verde (LAWLESS & HEYMANN, 1999). MALHEIROS (2007) realizou análise de correlação sobre os dados obtidos com a erva-mate cruzando a clorofila com o parâmetro de cor a^* e concluiu que houve correlação significativa ($p < 0,01$) com clorofila a ($r = 0,86$), b ($r = 0,83$) e total ($r = 0,87$). Essa correlação com a concentração de clorofila foi verificada por diversos autores (SCHMALKO e ALZAMORA, 2001; SINNECKER et al, 2002; CABRAL-MALHEIROS et al, 2006).

3.6. Clorofila

Os frutos de jiló pré-resfriados e embalados com filme de PVC apresentaram teores superiores de clorofila em relação aos demais tratamentos, sendo estatisticamente diferente dos frutos não embalados com filme de PVC, independentemente do pré-resfriamento, a partir do quinto dia de armazenamento. Todavia, não diferiram significativamente dos frutos apenas embalados com o PVC ao longo do período avaliado (Tabela 7).

Tabela 7 - Teores de clorofila ($\text{mg } 100 \text{ g MS}^{-1}$) de frutos de jiló submetidos aos tratamentos controle; pré-resfriamento; filme de PVC e pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC armazenados a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	1	3	5	7	11
Controle	385,78 A	357,92 A	343,97 A	328,86 C	326,03 C	-
Pré-resfriamento	385,78 A	361,91 A	353,77 A	337,25 BC	331,52 BC	-
Filme de PVC	385,78 A	366,05 A	360,24 A	349,15 AB	344,62 AB	345,55 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	385,78 A	364,67 A	361,67 A	357,72 A	358,49 A	355,73 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foi observada, a partir do quinto dia de armazenamento, a importância do abaixamento rápido da temperatura após a colheita de jiló no retardamento da degradação de clorofila, em que frutos submetidos ao pré-resfriamento não diferiram daqueles apenas embalados com filme de PVC, tratamento que se mostrou tão eficiente no controle da degradação da clorofila quanto ao tratamento que combinou o resfriamento rápido com embalagem dos frutos.

Houve queda de aproximadamente 15,0 % dos teores de clorofila, aos 7 dias de armazenamento a 10 °C, com teores médios finais de 326,03 e 331,52 mg 100 g MS⁻¹, respectivamente, nos tratamentos controle e pré-resfriamento (Tabela 7). Nos frutos de jiló embalados pré-resfriados ou não, as perdas foram de 10,4 e 7,79 % dos teores médios de clorofila aos 14 dias de armazenamento refrigerado em relação aos teores médios iniciais, respectivamente, nos frutos embalados com filme de PVC e para os frutos pré-resfriados e embalados com filme de PVC, com teores médios de clorofila respectivos 345,55 e 355,73 mg 100 g MS⁻¹.

A clorofila é um pigmento afetado pela atmosfera modificada sendo amplamente associada com a qualidade de hortaliças (LEE e KADER, 2000). A utilização de atmosfera modificada atuou eficientemente no controle da descoloração de hortaliças como cebola verde, ervilha e brócolis mantendo melhor e maior qualidade visual (HONG et al., 2000; LEE e KADER, 2000; PARIASCA et al., 2001). É reconhecida a ação da modificação da atmosfera na redução da síntese e ação do etileno e consequente prevenção da perda da cor verde de produtos hortícolas (LEE e KADER, 2000), provavelmente, por inibir a ação de enzimas como as clorofilases que aceleram a senescência (KAYS, 1991).

Houve, de maneira geral, redução da perda de clorofila com o uso da atmosfera modificada. Esse resultado que também foi verificado por PARIASCA et al. (2001) em ervilha, ao combinar atmosfera modificada com baixa temperatura. Segundo LEJA et al. (2001), a baixa temperatura e o filme plástico favorecem a inibição da senescência dos brócolis, preservando a clorofila e a qualidade visual.

A degradação da clorofila ao longo do tempo de armazenagem mostrou comportamento quadrático nos tratamentos estudados, com

variação negativa do teor de clorofila de 17,81 e 13,17 mg 100 g MS⁻¹ por dia de armazenamento pós-colheita, respectivamente, para os tratamentos controle e pré-resfriamento (Figura 5).

Nos tratamentos com filme de PVC, os teores de clorofila dos frutos mostraram variações negativas de 9,151 e 6,178 mg 100 g MS⁻¹ por dia de armazenamento pós-colheita, respectivamente, nos tratamentos embalados sem pré-resfriamento e embalados com pré-resfriamento. Observa-se que o filme de PVC reduziu em cerca de 50% a taxa de degradação de clorofila em comparação com os tratamentos sem embalagem.

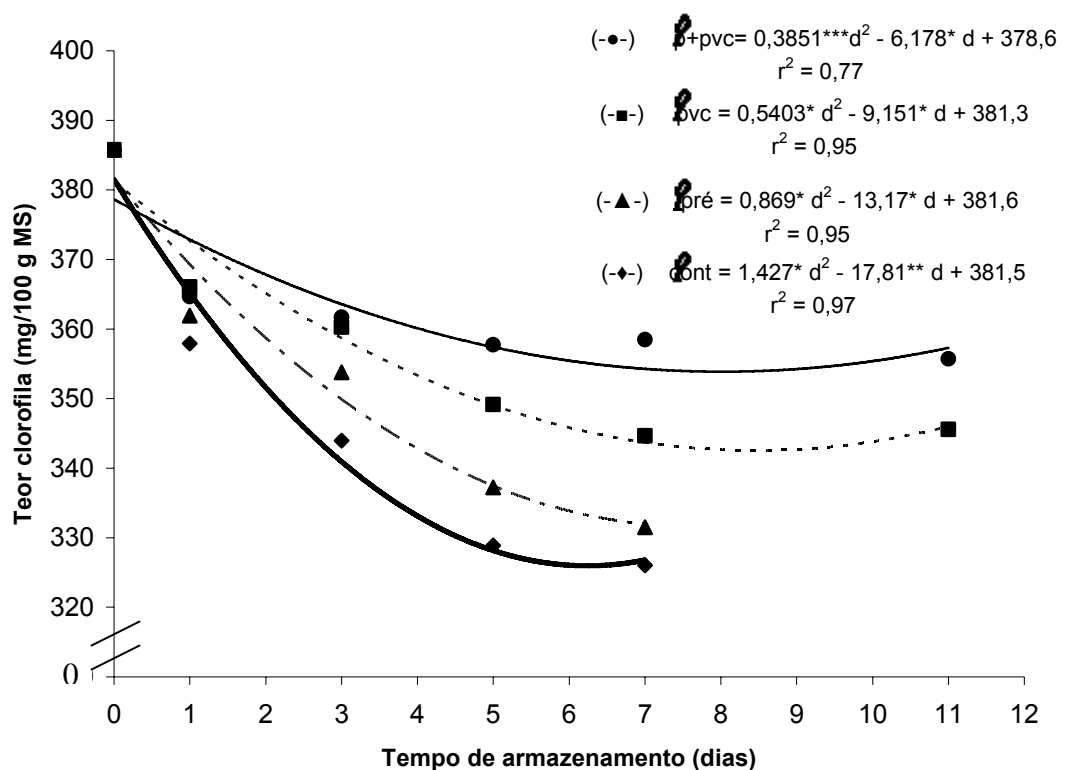


Figura 5 - Valores médios dos teores de clorofila (mg 100 g MS⁻¹) durante o armazenamento de frutos de jiló a 10°C e UR de 85%, submetidas aos tratamentos controle (-◆-), pré-resfriamento (-▲-), filme de PVC (-■-) e pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC (-●-). **,*, *** significativo a 1, 5 e 10 %, respectivamente, pelo teste "t".

3.7. Açúcares solúveis totais

Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados em relação aos teores de açúcares solúveis totais em frutos de jiló durante o armazenamento a 10°C e 85% UR (Tabela 8).

Tabela 8 – Teores de açúcares solúveis totais (% MS) durante armazenamento de frutos de jiló submetidos aos tratamentos controle, pré-resfriamento; filme de PVC e filme de PVC + pré-resfriamento e armazenados a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	1	3	5	7	11
Controle	19,88 A	21,36 A	19,76 A	22,16 A	25,73 A	-
Pré-resfriamento	19,63 A	19,94 A	22,84 A	24,84 A	26,80 A	-
Filme de PVC	19,38 A	18,18 A	19,05 A	20,18 A	23,68 A	27,18A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	19,63 A	18,97A	20,35 A	21,41 A	24,81 A	25,75A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve aumento dos teores de açúcares totais ao longo do período de armazenamento, atingindo valores máximos de 25,73 e 26,80 % MS, respectivamente no controle e nos pré-resfriados, aos sete dias de armazenamento sob refrigeração. Valores máximos de 27,18 e 25,75 % MS, respectivamente nos frutos embalados com filme de PVC e frutos pré-resfriados e embalados com filme de PVC, foram obtidos aos 11 dias de armazenamento sob refrigeração.

Atualmente, na literatura, não existem informações sobre o comportamento respiratório de frutos de jiló. Entretanto, esse comportamento provavelmente ocorreu em vista do avanço do processo de maturação, pois foi verificada evolução de cor nos frutos, e pode ter havido, além de outras alterações, aumento da biossíntese de sólidos solúveis totais, como açúcares redutores e não redutores, como descrito por NERES et al. (2004). Paralelamente, pode ter havido aumento da concentração de

sólidos solúveis totais em função da degradação de amido observada nos frutos.

Consumo elevado de carboidratos durante as primeiras horas pós-colheita é necessário em consequência da alta demanda respiratória, quando as maiores mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem, como foi observado em aspargos e brócolis (LILL et al., 1990; GALVÃO et al., 2008). Portanto, um rápido resfriamento após colheita é importante para a redução da atividade metabólica que poderia resultar na sua deterioração. Porém, o efeito do pré-resfriamento não foi notado ao longo do armazenamento sob refrigeração a 10 °C e 85% UR, quando os teores de açúcares não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, independentemente da aplicação da embalagem de filme de PVC.

Percebe-se que houve efeito do tempo sobre os teores de açúcares solúveis totais nos frutos de jiló nos diferentes tratamentos avaliados e os melhores ajustes para as equações de regressão que explicam esse comportamento ao longo do período de armazenamento, forneceram como modelos de regressão, funções lineares, independentemente dos tratamentos, com altos coeficientes de determinação (Figura 6).

Considerando as equações de regressão apresentadas, observou-se que as taxas de variação do teor de açúcares solúveis nos frutos de jiló para os tratamentos controle e o pré-resfriamento, implicaram, respectivamente, em acúmulos de açúcares de 0,7043 e 1,076 % MS por unidade de dia acrescida no tempo de armazenamento. O pré-resfriamento implicou em maior taxa de acúmulo de açúcares em cerca de 35 % em comparação com o controle.

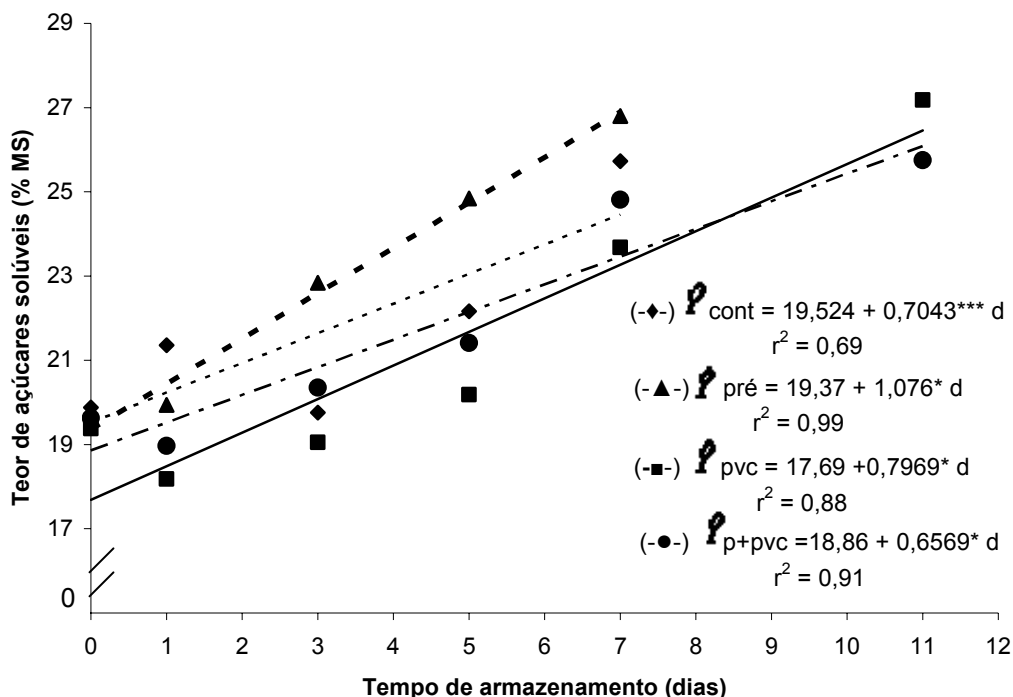


Figura 6 – Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais em frutos de jiló submetidos aos tratamentos controle (-♦-), pré-resfriamento (-▲-), filme de PVC (-■-) e filme de PVC + pré-resfriamento (-●-) em função do tempo de armazenamento a 10°C e 85% UR. *,*** significativo a 5 e 10 % pelo teste “t”.

Nos tratamentos com o filme de PVC, a taxa de variação do teor de açúcares foi de 0,7969 e 0,6569 % MS por unidade de dia acrescida no tempo de armazenamento, respectivamente nos frutos embalados com filme de PVC e frutos pré-resfriados antes da embalagem com o PVC. Notaram-se taxas de acúmulo de teores de açúcares próximas entre os dois tratamentos e o do controle, porém o tratamento apenas com o filme de PVC mostrou taxa de acúmulo de açúcares ligeiramente superior aos demais tratamentos e inferior somente às taxas observadas nos frutos submetidos apenas ao pré-resfriamento e que não foram embalados antes de seguir para o armazenamento.

3.8. Amido

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a degradação de amido nos frutos de jiló ao longo do período de armazenamento, apesar dos teores médios de amido superiores em termos de valores absolutos ao tratamento controle (Tabela 9).

Tabela 9 - Teores de amido (% MS) durante armazenamento em frutos de jiló submetidos aos tratamentos controle, pré-resfriamento, filme de PVC e filme de PVC + Pré-resfriamento armazenados a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	1	3	5	7	11
Controle	22,44 A	20,29 A	19,78 A	18,95 A	18,67 A	-
Pré-resfriamento	22,44 A	20,62 A	20,14 A	19,43 A	19,12 A	-
Filme de PVC	22,44 A	21,68 A	20,15 A	19,98 A	19,82 A	19,05 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	22,44 A	21,75 A	20,67 A	20,45 A	20,21 A	19,79A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Houve efeito do tempo sobre os teores de amido nos frutos de jiló sob os diferentes tratamentos. As equações de regressão ajustadas da variável amido nos frutos de jiló, em função do tempo de armazenamento (dias) nos respectivos tratamentos e coeficientes de determinação, são apresentados (Figura 7). Diferentemente dos teores de açúcares solúveis observou-se degradação contínua de amido ao longo do armazenamento dos frutos de jiló, com um consumo maior nos primeiros dias de armazenamento.

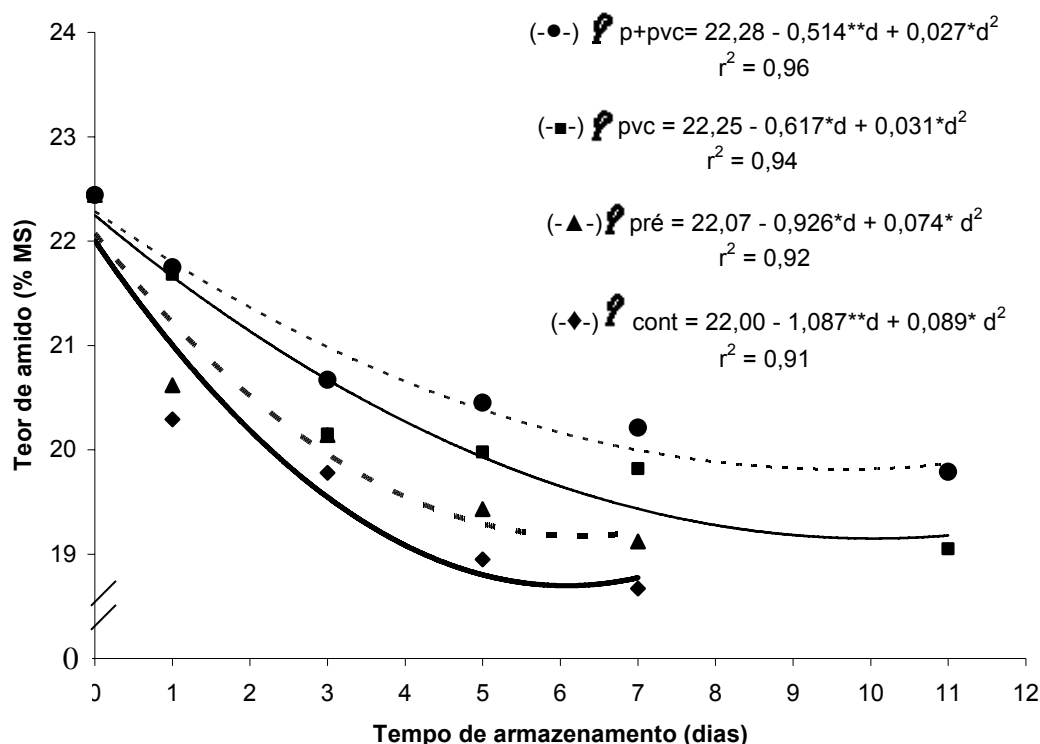


Figura 7 – Teores de amido em frutos de jiló submetidos aos tratamentos controle (-◆-), pré-resfriamento (-▲-), embalagem com filme de PVC (-■-) e embalagem com filme de PVC + pré-resfriamento (-●-) em função do tempo de armazenamento a 10°C e 85% UR. *, ** significativo a 5 e 1 %, respectivamente pelo teste “t”.

Após esse período de intenso metabolismo nas primeiras 24 horas de armazenamento, observa-se que permanece havendo degradação de amido, porém o consumo é menos acentuado. O menor consumo de amido após às 24 horas iniciais poderia ser explicado pela menor demanda por açúcares nesse período, portanto, menor conversão de amido em açúcares, ou, utilização de outros substratos respiratórios como ácidos orgânicos e proteínas como sugere KING e MORRIS (1994).

Nos frutos, os melhores ajustes das equações de regressão que explicam o comportamento dos teores de amido ao longo do tempo pós-colheita, forneceram como modelos, funções quadráticas nos tratamentos (Figura 7). Observou-se que nos tratamentos com filme de PVC, as taxas de degradação de amido foram inferiores àquelas que não usavam a embalagem, independentemente do pré-resfriamento, com redução de 52,7 e 43,2 % na taxa de degradação de amido dos frutos, respectivamente, nos

frutos pré-resfriados e embalados com filme de PVC e nos apenas embalados sem pré-resfriamento, em comparação com o controle, em que as taxas de consumo de amido foram de 0,514; 0,617 e 1,087 % MS por unidade de dia acrescida no tempo de armazenamento, respectivamente, nos frutos pré-resfriados e embalados com filme de PVC, apenas embalados com PVC e controle.

A manutenção da qualidade e, conseqüentemente, extensão pós-colheita de produtos como o jiló pode ser obtida principalmente com técnicas de manuseio pós-colheita que retardem a deterioração de processos fisiológicos como o uso de atmosfera modificada e controlada (PAULL, 1999; BROSAN e SUN, 2001). MOLEYAR e NARASIMHAM (1994) relataram que a atmosfera modificada proporcionada pela embalagem com filme plástico é complemento da refrigeração no armazenamento de produtos hortícolas.

Somente a aplicação do pré-resfriamento em água gelada foi suficiente em reduzir a taxa de degradação de amido nos frutos em cerca de 14,8 % em relação ao controle, em que encontra-se uma taxa de consumo de amido nos frutos pré-resfriados de 0,926 % na MS, por unidade de dia acrescida no tempo de armazenamento (Figura 7).

Segundo BRECHT e BRECHT (2002), mudanças metabólicas em frutos, hortaliças e flores aumentam sob temperaturas elevadas, pois foi verificado que uvas de mesa, produto de alta perecibilidade, deterioram mais em 1 hora, a 32°C, do que 1 dia a 4°C ou uma semana sob condições de trânsito a 0°C. Portanto, o resfriamento aplicado imediatamente após a colheita implica em menor deterioração e essa redução na taxa de consumo de amido reflete a importância do pré-resfriamento como técnica de conservação pós-colheita.

4. CONCLUSÕES

Observou-se mudança visual na coloração e murchamento dos frutos de jiló ao longo do armazenamento; porém não foi percebida qualquer manifestação de sintomas de injúria por frio.

O filme de PVC manteve a firmeza do produto após 11 dias de armazenamento. Todavia, o amarelecimento dos frutos foi notado nesse período, independentemente de terem sido pré-resfriados.

O pré-resfriamento sem PVC não foi eficiente para evitar a murcha dos jilós, que ocorreu no sétimo dia de armazenamento, entretanto, retardou a perda da cor dos frutos de jiló até o sétimo dia de armazenamento.

O pré-resfriamento e/ou embalagem com PVC proporcionaram maior teor de clorofila até aos cinco dias de armazenamento, não havendo diferença entre os tratamentos ao final do armazenamento.

O pré-resfriamento e/ou embalagem de PVC não interferem nos teores de carboidratos (amido e açúcares solúveis totais), apesar de o resfriamento aplicado imediatamente após a colheita implicar em maior redução na taxa de consumo de amido.

Recomenda-se a embalagem com filme de PVC e a prática do pré-resfriamento por 20 minutos em água gelada visando-se qualidade e maior vida útil em frutos de jiló.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALMEIDA, D. Manuseamento de produtos hortofrutícolas. **SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação**. Porto, Portugal. 2005, 111 p.

ÁLVARES, V.S. **Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsa**. Tese (Doutorado). 149 p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2006.

AMARANTE, C.; BANKS, N. H.; GANESH, S. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 291 - 301, 2001.

ARNON, D. I. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 411 - 416, 1949.

AUERSWALD, H.; SCHWARZ, D.; KORNELSON, C.; KRUMBEIN, A.; BRUECKNER, B. Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p.227 - 242, 1999.

BAXTER, L.; WATERS JR., L. Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, p. 92 - 95, 1990.

BRECHT, J. K.; BRECHT, P. E. Effect of small temperature differences on quality of horticultural commodities. **PEB Commodities**, Inc. p. 8 -12, 2002.

BROSNAN, T.; SUN, D. W. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154 -170, 2001.

CABRAL-MALHEIROS, G.; PARODI, T. V.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. R. Comparação de métodos espectrofotométricos para determinação de clorofila e feofitina em erva-mate. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba. Anais. SBCTA, 2006. 1 CD-ROM.

CATSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B., ed. **Methods of studying plant water relations**. Berlin: Springer-Verlag, p.121 - 131, 1974.

CHEN, X.; NAARTEN, L. A. T. M.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; BANKS, N. H. The effect of temperature on gases relations in MA packages for capsicums (*Capsicum annum* L., cv. Tasty): an integrated approach. **Postharvest Biology and Technology**. v. 20, p. 71 - 80, 2000.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350 - 356, 1956.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª. ed., Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Cadernos Didáticos, 19, 29 p. Editora UFV, Viçosa-MG, 1997.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; LINO, I. B. M.; BRECHT, J.; CHAU, K. V. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 9 - 15, 2000.

GALVÃO, H. L.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, L. S. Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a conservação pós-colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**. v. 33, p. 101 - 106, 2008.

HONG, G.; PEISER, G.; CANTWELL, M. I. Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. **Postharvest Biology and Technology**. V. 20, p. 53 - 61, 2000.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications note**, v. 8, p. 1-15, 1996. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>>. Acesso em: 02 Junho. 2008.

JU, Z.; DUAN, Y.; JU, Z. Plant oil emulsion modifies internal atmosphere, delays fruit ripening, and inhibits internal browning in Chinese pears. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p. 243 - 250, 2000.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 1 - 30. 1989.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991, 453 p.

KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.233 - 247, 1999.

KING, G. A.; MORRIS, S. C. Early compositional changes during postharvest senescence of broccoli. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, p. 1000 -1005, 1994.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. Maryland: Aspen Publishers, 1999. 803 p.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p. 207 - 220, 2000.

LEJA, M., MARECZEK, A., STARZYNASKA, A. ROZ, S. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. **Food Chemistry**, v. 72, p. 219 - 222, 2001.

LOUZADA, M. I. de F.; SESTARI, I.; HELDWEIN, A. B.; BRACKMANN, A. Pré-resfriamento de maçã (*Malus domestica* Borkh.), cv. fuji, em função da temperatura e velocidade do ar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 555 - 556, 2003.

LICHTSTEINER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350 - 382, 1987.

LILL, R. E.; KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest. **Scientia Horticulture**, v. 44, p. 191 - 199, 1990.

MALHEIROS, G. C. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão**. Dissertação (Mestrado). 90 p. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2007.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V. Determination of starch and amylose in vegetables. **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 1156 - 1158, 1950.

MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Modified atmosphere packaging of vegetables: an appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 267 - 278, 1994.

MORALES, F.J.; JIMÉNEZ-PÉREZ, S. Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. **Food Chemistry**, v. 72, p. 119 - 125, 2001.

MORETTI, C. L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. Laboratório de Pós-colheita. Embrapa Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, julho, 2003 – Suplemento CD.

MOTA, W. F. da; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. **Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000, 144 p.

NERES, C. R. L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E. R.; MOTA, W. F. da; PUIATTI, M. Conservação do Jiló em função da temperatura de armazenamento e do

filme de polietileno de baixa densidade. Tecnologia pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 63, p. 431 - 438, 2004.

PARIASCA, J. A. T.; MIYAZAKI, T.; HISAKA, H.; NAKAGAWA, H.; SATO T. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality of snow pea pods (*Pisum sativum* L. var. saccharatum). **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p.213 - 223, 2001.

PAULL, E. R. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p. 263 - 277, 1999.

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

RUBATZKY, V.E.; YAMAGUCHI, M. **World vegetables: principles, production and nutritive value**. 2.ed. New York: Chapman & Hall, 1997, 843 p.

SANINO, A. **Conservação de tomate (*Lycopersicum esculentum*), 'Débora', submetido a diferentes condições de resfriamento e aquecimento intermitente**. Dissertação (Mestrado). 63 p. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

SARRIA, S. D.; HONÓRIO, S. L. Parâmetros de resfriamento rápido do figo (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos embalado em caixa de exportação. **Revista UDO Agrícola**, v. 1, p. 96 - 102, 2005.

SCHMALKO, M. E; ALZAMORA, S. M. Color, chlorophyll, caffeine, and water content variation during yerba-mate processing. **Drying Technology**, v. 3, p. 597 - 608, 2001.

SHIBAIRO, S. I.; UPADHYAYA, M. K.; TOIVONEN, P. M. A. Changes in water potential, osmotic potential, and tissue electrolyte leakage during mass loss in carrots stored under different conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 95, p. 13 - 21, 2002.

SINNECKER, P.; GOMES, M. S. O.; ARÊAS, J. A. G; LANFER-MARQUEZ, U. M. Relationship between color (instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3961 - 3966, 2002.

VISSOTTO, F. Z.; KIECKBUSCH, T. G.; NEVES FILHO, L. C. Pré-resfriamento de produtos-modelo utilizando ar-forçado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 1 - 10, 2000.

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

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of cotton plant. I -The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v. 49, p. 81 - 97, 1950.

WEEMAES, C. A.; OOMS, V.; VAN LOEY, A. M.; HENDRIC, K. X. Kinetics of chlorophyll degradation and color loss in heated broccoli juice. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 47, p. 2404 - 2409, 1999.

WHITELOCK, D. P.; BRUSEWITZ, G. H.; SMITH, M. W.; ZHANG, X. H. Humidity and air flow during storage affect peach quality. **HortScience**, v. 29, p. 798 - 801, 1994.

ZAGORY, D. L.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, p. 70 - 72, 1988.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE DE QUIABOS PRÉ-RESFRIADOS E EMBALADOS COM FILME DE PVC ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a qualidade de quiabo armazenado sob refrigeração. Frutos tenros de quiabo (cv. Santa cruz 47) foram tratados como se segue: 1- Pré-resfriamento – hidrosfriamento dos frutos por 5 minutos em água fria (1°C); 2- Pré-resfriamento + Filme de PVC – Embalagem com Filme de PVC de frutos pré-resfriados; 3- Filme de PVC – frutos embalados com PVC; 4- Controle. Avaliou-se: massa da matéria fresca, firmeza, teor de clorofila, açúcares solúveis totais, amido e injúria por frio. O uso de embalagem de PVC foi mais eficiente no controle da perda de massa fresca independentemente de os frutos terem sido hidrosfriados, com perda inferior a 5 % ao final dos 7 dias de armazenamento, mantendo-se firmes. No controle e no produto pré-resfriado sem PVC, a murcha dos quiabos ocorreu já no segundo dia de armazenamento, com perda de massa da matéria fresca de 11 %. Frutos embalados com PVC, independente de serem ou não pré-resfriados, apresentaram teor de clorofila significativamente superior aos não embalados. O teor de amido no quiabo não diferiu significativamente entre os tratamentos, ao longo do armazenamento. O pré-resfriamento, com uso ou não da embalagem de filme de PVC, reduziu o consumo de açúcares solúveis do quiabo até 48 h de armazenamento, sem apresentar diferença significativa entre os tratamentos ao final do período de armazenamento.

Houve maior incidência de injúria por frio nos frutos armazenados sem PVC; porém, ao final do armazenamento, observou-se a incidência da injúria dos frutos embalados, independentemente do pré-resfriamento. Conclui-se que a embalagem com filme PVC é o melhor tratamento para conservação pós-colheita do quiabo armazenado sob refrigeração, independentemente da aplicação do pré-resfriamento.

1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Albemoschus esculentus* (L.) Moench) é uma espécie tropical cujos frutos são fontes de fibra e vitamina C. No Brasil, é a única cultura olerácea, da família das malváceas, importante no centro-sul. Sua popularidade está aumentando, pois apresenta algumas características desejáveis como ciclo rápido, custeio de implantação e condução da cultura altamente econômica, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo (MOTA et al., 2000).

A coloração verde brilhante e a aparência tenra do fruto são requisitos exigidos pelo consumidor, que recusa aqueles frutos com murcha, endurecidos ou fibrosos, amarelos e com manchas escuras (BAXTER e WATERS JUNIOR, 1990). Os frutos de características desejáveis são obtidos entre o sexto e o oitavo dia após a antese (FINGER et al., 2008), quando estão ainda parcialmente desenvolvidos e fisiologicamente imaturos.

O fruto é constituído por 89,9% de água do total da sua massa da matéria fresca (MOTA et al., 2008), o que implica na limitação do período pós-colheita dos frutos quando expostos às condições ambientais de baixa umidade e alta temperatura. Tais condições propiciam a ocorrência de murcha ocasionada pela intensa atividade respiratória e, conseqüentemente, elevada perda de água.

Os problemas são agravados pelo fato de os frutos serem colhidos em um estágio de processo de crescimento, ocasionando interrupção do suprimento de energia, nutrientes, água, e de reguladores de crescimento acelerando a senescência (KING e MORRIS, 1994), exigindo consumo imediato ou emprego de técnicas de conservação pós-colheita.

Existe correlação inversa entre taxa respiratória e vida pós-colheita dos produtos hortícolas, sendo que elevadas taxas respiratórias resultam em deterioração pós-colheita prematura. Para diminuir a taxa respiratória a níveis que estendam a vida de prateleira dos produtos perecíveis, a redução da temperatura de armazenamento tem-se mostrado como a técnica pós-colheita mais eficaz e econômica (PAULL, 1999).

Assim, para garantir a qualidade e estender a vida pós-colheita dos produtos hortícolas é necessário resfriá-los rapidamente para a temperatura

mínima de segurança, logo após a colheita, e manter a cadeia de frio durante todo o período pós-colheita (SARRIA e HONÓRIO, 2005). O hidroresfriamento é o pré-resfriamento em que o produto é aspergido ou imerso em água resfriada (BECKER e FRICKE, 2002). O uso do gelo na água aumenta substancialmente a capacidade frigorífica porque o gelo pode fornecer frio de forma prolongada. O tempo de resfriamento varia proporcionalmente com o volume do produto, sendo hortaliças resfriadas de 1,5 até 55 minutos (TERUEL et al., 2004).

No Brasil, várias hortaliças colhidas frescas, como o brócolis, couve-flor e repolho, não são submetidos ao pré-resfriamento ou refrigeração até chegarem ao consumidor, as quais, usualmente, levam de um a três dias até serem consumidos. Durante esse período, significativas alterações de composição podem ocorrer, afetando a qualidade e valor nutricional do produto (FINGER et al., 1999).

Muitas espécies de origens tropical e subtropical são injuriadas quando armazenadas sob temperaturas entre 5 e 15 °C. Essa disfunção refere-se ao dano pelo frio (*chilling injury*) e os sintomas mais comuns, de acordo com SANINO (2004), envolvem: depressões na superfície (*pitting*), descoloração interna, falha no amadurecimento, inibição do amadurecimento, colapso dos tecidos, aumento na susceptibilidade a doenças, e qualidade reduzida. FINGER et al. (2008) observou, em frutos de quiabo, que os sintomas de injúria por frio se manifestaram por pontuações e manchas escuras distribuídas na superfície do fruto.

MOLEYAR e NARASIMHAM (1994) relataram que o armazenamento refrigerado pode ser suplementado com a embalagem de filme plástico para conservar a qualidade dos produtos. BAXTER e WATERS JR (1990) recomendam o uso de filme polimérico com menor permeabilidade a gases, para aumentar a eficiência e reduzir a incidência de injúria por frio em quiabo armazenado à baixa temperatura. A embalagem plástica aumenta a conservação devido à modificação da atmosfera no seu interior, com a elevação de CO₂ e diminuição dos níveis de O₂. Segundo KADER (1995), baixas concentrações de O₂ e altas de CO₂ que não causam estresse fisiológico aos tecidos dos frutos reduzem a respiração e as taxas de

produção de etileno e retardam as mudanças de composição associadas a cor, firmeza, sabor e qualidade nutricional dos frutos.

FINGER et al. (2008) mostrou que frutos de quiabo, cv Amarelinho, embalados em filme de PVC não apresentaram escurecimento após dez dias de armazenamento a 5 °C; porém, apresentaram esse sintoma, quando armazenados a 10 °C. Todavia, CARVALHO (2001) observou que a temperatura de 10 °C pareceu conferir maior estímulo para o desenvolvimento do escurecimento dos frutos de quiabo, após a retirada da câmara fria em comparação com os frutos armazenados a 5 °C.

Segundo COHEN et al. (1990) o estabelecimento de alta umidade relativa, por meio de embalagens plásticas, permite que alguns órgãos vegetais suscetíveis à injúria por frio sejam armazenados sob baixas temperaturas, sem haver a expressão dos sintomas. Segundo CARVALHO (2001), esse comportamento não foi observado em quiabo, uma vez que a alta umidade relativa (UR) no interior de embalagem não foi suficiente para eliminar o aparecimento de sintomas de injúria por frio.

O presente trabalho objetivou avaliar a influência das aplicações do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a qualidade e conservação pós-colheita de quiabo armazenado sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Frutos de quiabo (*Albelmoschus esculentus* (L.) Moench), cv. 'Santa Cruz 47', foram colhidos entre 7 e 8 horas da manhã, manualmente, de plantas cultivadas na Horta de Pesquisa da UFV, Viçosa-MG (20°45' S e 42° 43' W e altitude 541 m) e transportados para o laboratório, onde foram selecionados e padronizados.

Inicialmente, para escolha do tempo de pré-resfriamento, foi feita a experimentação com os frutos submersos a diferentes períodos de pré-resfriamento em água fria (1°C). Determinou-se a temperatura interna dos frutos com a introdução do termômetro digital de ponta. Aos 5 minutos de imersão houve estabilização da temperatura interna do quiabo e esse intervalo de tempo foi utilizado para o seu pré-resfriamento.

Os frutos do quiabeiro, após seleção, foram submetidos aos seguintes tratamentos: T1= Pré-resfriamento por hidroresfriamento dos frutos, por 5 minutos, em água fria (1°C); T2 = Pré-resfriamento + Filme de PVC ; T3 = Filme de PVC; T4 = Controle. Após, os frutos foram armazenados sob refrigeração a 10 °C e 85 % UR por períodos de 0, 12 horas e 1, 2, 3 e 7 dias.

2.1. Perda de massa da matéria fresca

A perda de massa da matéria fresca foi estimada em relação à massa inicial dos frutos antes do armazenamento:

PMF = [(MFI – MFF) * 100] / MFI, em que:

PMF = perda de massa da matéria fresca (%)

MFI = massa da matéria fresca inicial (g)

MFF = massa da matéria fresca final (g)

2.2. Teor relativo de água

O teor relativo de água dos frutos foi avaliado conforme metodologia descrita por CATSKY (1974), com o emprego da equação citada por WEATHERLEY (1950):

$$\phi = [(F - W)/(T - W)] \times 100, \text{ em que:}$$

ϕ = teor relativo de água;

F = massa da matéria fresca;

W = massa da matéria seca;

T = massa da matéria túrgida.

Foram retirados 8 discos de 11 mm de diâmetro do pericarpo do quiabo e pesados. Os discos foram colocados em espumas de poliuretano de 2 cm de espessura saturadas de água por 6 horas (tempo necessário para saturação máxima) e pesados, obtendo-se a massa da matéria túrgida. Em seguida, foi obtida a massa da matéria seca por secagem em estufa a 70°C até massa constante.

2.3. Teor de massa da matéria seca

Três amostras de cerca de 10 g de massa de matéria fresca dos frutos de jiló, em cada tratamento e período de armazenamento avaliado, foram colocados em estufa a 65°C, por 72 horas, até alcançarem massa constante. Os valores foram registrados para cálculo do teor de massa da matéria seca pela equação:

$$\text{TMS} = (\text{MF}/\text{MI}) * 100, \text{ em que:}$$

TMS = Teor de massa da matéria seca (%)

MF = massa da matéria seca final (g)

MI = massa da matéria fresca inicial (g)

2.4. Clorofila

No momento da extração, cerca de 6 g da casca dos frutos de quiabo foram trituradas em um triturador Polytrex e filtrado em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com acetona 80%, onde o volume combinado das filtragens foi completado em balão volumétrico para 50 mL com acetona 80%.

A estimativa dos teores de clorofila total foi feita por meio de espectrofotometria (ARNON, 1949), utilizando-se espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100 e os cálculos segundo equação de LICHESTEINER (1987):

Teor de clorofila total = $(7,05 \times A_{661,6} + 18,09 \times A_{644,8}) \times (V/P)$, em que:

MS = massa da matéria seca (g);

A = absorvância;

V = volume de extração (L);

P = peso da amostra (g).

2.5. Análise visual e injúria por frio

A análise visual foi realizada utilizando-se uma escala desenvolvida por FINGER et al. (2008), conforme estado de conservação dos frutos. Foram avaliadas as lesões por injúria por frio e o aparecimento de manchas escuras. As lesões de injúria por frio, relativas ao grau de severidade de ocorrência, foram avaliadas recebendo notas de 0 a 4, como se segue: sem injúria (0), quando não apresentavam nenhum ponto de injúria; levemente injuriados (1), menos de cinco pontos; moderadamente injuriados (2), de 5 a 10 pontos; extremamente injuriados (3), de 10 a 15 pontos; e completamente injuriados (4), quando apresentavam mais de 15 pontos maiores e por todo o fruto.

As presenças de manchas escuras nos frutos foram avaliadas, recebendo notas de 0 a 4, como se segue: sem escurecimento (0), quando não apresentavam manchas escuras; levemente escurecidos (1), quando havia pequenas manchas ou leve escurecimento; moderadamente

escurecidos com manchas distribuídas por todo o fruto; e completamente escurecidos (4), quando as manchas escuras ocupavam mais de 50 % do fruto.

2.6. Açúcares solúveis totais

A quantificação de açúcares solúveis totais nos frutos foi realizada segundo o método Fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Cerca de 5 g de tecido vegetal foram retirados da região mediana dos frutos e imersos em etanol 80% fervente, por 30 minutos e, após, armazenados sob refrigeração. No momento da extração, o material foi triturado em um triturador Polytrex e filtrado em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com etanol 80%, em que o volume combinado das filtragens foi completado em balão volumétrico para 50 mL, com etanol 80%. O resíduo retido em papel filtro foi secado e armazenado para determinação de amido. Sempre em duplicata, procedeu-se a diluição da amostra e o preparo das soluções padrões de sacarose (0; 25; 50; 75; 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Para cada réplica, pipetaram-se 0,5 mL da amostra em tubo de ensaio, e adicionou-se 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos foram agitados em vortex e colocados em banho de gelo; após isso, foram levados ao banho-maria, com temperatura de 30°C, por 20 minutos. Após remoção do banho-maria, os tubos foram novamente agitados e postos em temperatura ambiente por 30 min e, então, procedeu-se a leitura da absorbância a $\lambda = 490 \text{ nm}$, em espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100.

2.7. Amido

Do resíduo proveniente da extração de açúcares solúveis totais, determinou-se o teor de amido mediante metodologia descrita por McCREADY et al. (1950). O resíduo foi ressuspensão em ácido perclórico 30 %, agitado em turbilhador e deixado em repouso por 30 minutos, com agitações ocasionais, seguindo-se centrifugação a 2000 x g por 10 minutos. Este procedimento foi repetido três vezes, sendo o precipitado descartado, os sobrenadantes coletados em balão volumétrico e o volume completado para 25 mL com água destilada. Para quantificação do teor de amido foi utilizado o mesmo método para quantificação de açúcares solúveis totais descrito anteriormente, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9.

2.8. Análise estatística

O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas, os tratamentos, e nas subparcelas, os tempos de armazenamento, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída quatro frutos de quiabo. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Nos fatores qualitativos (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Quanto aos fatores quantitativos, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t", adotando-se o nível de até 10 % no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico em estudo. Na análise visual da evolução da cor, murcha e injúria por frio, foi utilizada a análise descritiva dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tempo de pré-resfriamento

Na escolha do tempo de pré-resfriamento observa-se que a temperatura interna dos frutos decresceu à medida que se aumentou o tempo de pré-resfriamento, e de forma menos intensa, após os primeiros 5 minutos (Tabela 1).

Tabela 1 – Temperatura interna de frutos de quiabo (*Albemoschus esculentus* (L.) Moench), cv. 'Santa Cruz 47', submetidos ao hidioresfriamento em água gelada (1°C), por diferentes períodos.

Tempo de pré-resfriamento (minutos)	Temperatura interna do fruto (°C)
0	24,0
1	21,3
2	16,8
3	13,7
4	11,6
5	9,3
10	8,7
20	8,6
30	8,6

Segundo BROSAN e SUN (2001), o produto resfria rapidamente no início do pré-resfriamento com subsequente período de lenta taxa de resfriamento. Este comportamento foi verificado nesse experimento, sendo os frutos de quiabo resfriados de 24 °C, antes da aplicação do tratamento, para 9,3 °C, aos 5 minutos de pré-resfriamento, em água gelada a 1 °C. A partir deste período houve um lento decréscimo da temperatura interna do fruto até atingir-se a estabilização, indicando que 5 min seria o tempo adequado a este tratamento pós-colheita.

Observamos uma redução linear da temperatura interna do quiabo durante os 5 primeiros minutos de pré-resfriamento, com uma taxa de

redução de temperatura de 3,02 °C por minuto acrescido no tempo de pré-resfriamento (Figura 1). Após esse período, a temperatura interna dos frutos apresentou pouca variação, com valor médio de 9,17 °C, não havendo, em razão disso, necessidade de prolongar em mais de 5 minutos o tempo de resfriamento rápido.

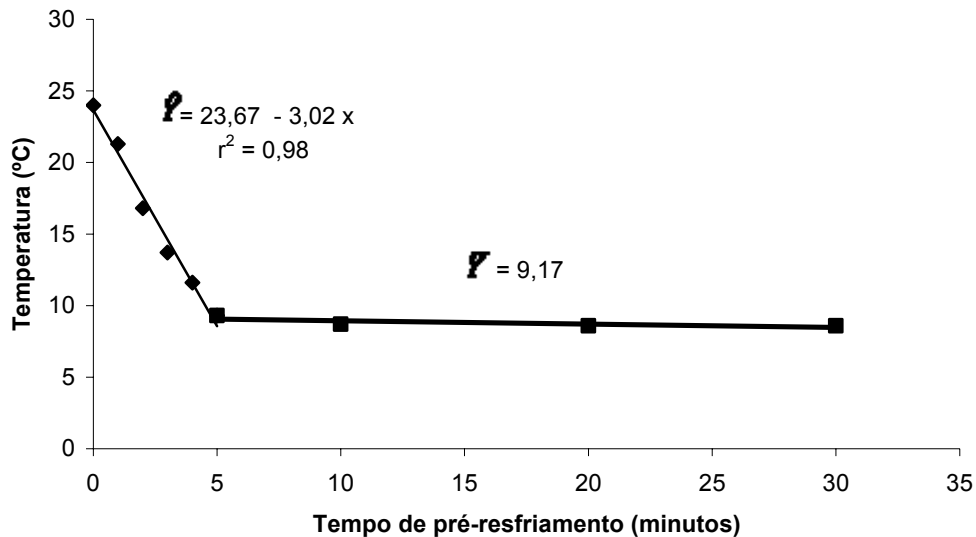


Figura 1 – Temperaturas internas dos frutos de quiabeiro (*Albemoschus esculentus* (L.) Moench), cv. ‘Santa cruz 47’, em função do tempo de pré-resfriamento. \bar{Y}

No resfriamento rápido de jiló, avaliado anteriormente, sob as mesmas condições, observou-se comportamento semelhante, porém, com estabilização da temperatura interna dos frutos após 20 minutos de tratamento. Segundo LOUZADA et al. (2003), para aumentar-se a velocidade e eficiência do processo de resfriamento, ainda no campo, deve-se, desde a colheita, prevenir-se o aquecimento, recorrendo-se à sombra, aspersão de água e programação da colheita e transporte, de modo a reduzir o período de tempo até ao pré-resfriamento.

3.2. Perda de massa da matéria fresca

O pré-resfriamento por 5 minutos após a colheita dos frutos de quiabeiro não reduziu significativamente a perda de massa da matéria fresca ao longo do período de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Perda acumulada de massa da matéria fresca (%) em frutos de quiabeiro submetidos aos tratamentos controle, pré-resfriamento embalados ou não com filme de PVC, durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0,5	1	2	3	7
Controle	5,00 A	6,75 A	12,27 A	19,01 A	-
Pré-resfriamento	4,41 A	5,81 A	10,84 A	17,91 A	-
Filme de PVC	0,06 B	1,88 B	2,59 B	3,54 B	4,43 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	0,06 B	1,19 B	1,41 B	1,97 B	2,94 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Todavia, o filme de PVC, e sobretudo, aliado ao pré-resfriamento, foi mais eficiente para atenuar a perda de massa da matéria fresca durante o período de armazenamento, chegando a 7 dias com perda de apenas cerca de 4,43 % e 2,94 % da massa inicial, para os frutos embalados sem e com pré-resfriamento, respectivamente. Os quiabos pré-resfriados e controle perderam em média 18,46 % da massa inicial ao final dos 3 dias de armazenamento (Tabela 2).

Observou-se nos frutos de quiabo pré-resfriados e do controle, no segundo dia de armazenamento, perda de massa fresca de cerca de 11 % em relação à massa inicial. Nesse período, evidenciou-se a murcha aparente dos frutos. Segundo LIPTON (1987), em muitos vegetais pode ser observado rápido declínio de qualidade pós-colheita dos produtos, com perda de massa acumulada entre cinco e dez por cento, acarretando perda de turgidez e, em tecidos verdes, perda de coloração.

Segundo ZAGORY e KADER (1988), as embalagens plásticas são barreiras para o movimento de vapor de água e podem ajudar a manter a umidade relativa alta e a turgidez de frutos e hortaliças. Segundo FINGER e VIEIRA (1997), a maior vantagem do uso de filmes plásticos na comercialização de produtos hortícolas é a de manter a qualidade dos produtos pela redução da perda de água. A eficiência do filme de PVC ocorre devido ao microambiente saturado no interior da embalagem, em função dos coeficientes físicos de permeabilidade do PVC ao vapor de água, reduzindo o gradiente de pressão de vapor entre o produto e a atmosfera da embalagem, atenuando a transpiração dos frutos (FONSECA et al., 2000).

Das equações de regressão ajustadas para perda de massa fresca (%) dos frutos de quiabeiro em função do tempo pós-colheita (H) para os respectivos tratamentos, observou-se comportamento linear da perda de massa da matéria fresca durante o armazenamento dos quiabos em todos os tratamentos (Tabela 3). Essa linearidade já foi relatada anteriormente com frutos de jiló, e, em inflorescências de brócolis (GALVÃO et al., 2008), em uva (BRECHT e BRECHT, 2002), cenoura (SHIBAIRO et al., 2002) e pêsego (WHITELOCK et al., 1994). Nos frutos controle e pré-resfriados, as taxas estimadas de perda de massa da matéria fresca foram, respectivamente, 6,014 % d⁻¹ e 5,649 % d⁻¹.

Tabela 3 – Modelos de respostas ajustados para perda de massa fresca (Y = PM %) de frutos do quiabeiro em função de dias (d) de armazenamento a 10°C e UR 85%, para os respectivos tratamentos e coeficientes de determinação.

Tratamento	Modelo de resposta	r ²
Controle	$\hat{Y} = 0,7878 + 6,014^* d$	0,98
Pré-resfriamento	$\hat{Y} = 0,4503 + 5,649^* d$	0,98
Filme de PVC	$\hat{Y} = 0,6788 + 0,626^{**} d$	0,79
Pré-resfriamento + Filme de PVC	$\hat{Y} = 0,4106 + 0,338^* d$	0,87

*; ** = 5 e 1 % de significância pelo teste “t”, respectivamente. r² = Coeficiente de determinação

A cobertura dos frutos com filme de PVC ocasionou taxa de perda de massa da matéria fresca de 0,626 % d⁻¹ e 0,338 % d⁻¹, nos frutos sem e com pré-resfriamentos, respectivamente. Essas taxas foram, consideravelmente, inferiores em comparação aos frutos sem o uso do filme de PVC, refletindo, assim, em produto de melhor qualidade e com maior vida comercial pós-colheita no armazenamento sob refrigeração.

3.3. Teor relativo de água (TRA)

A combinação do pré-resfriamento com embalagem de PVC apresentou-se como melhor tratamento para manutenção do teor relativo de água ao longo dos 7 dias de armazenamento, não havendo diferença significativa dos teores relativos de água dos frutos simplesmente embalados com filme de PVC, com teores respectivos de 80,24 % e 76,41 %, nos frutos pré-resfriados e embalados e nos frutos apenas embalados com filme de PVC (Tabela 4).

Tabela 4 - Teor relativo de água (%) em frutos de quiabo submetidos ao pré-resfriamento e embalagem com filme de PVC, durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	0,5	1	2	3	7
Controle	78,76 A	77,27 B	75,75 B	70,03 B	65,63 B	-
Pré-resfriamento	78,77 A	79,05 AB	79,84 A	73,08 B	68,39 B	-
Filme de PVC	80,05 A	80,65 A	79,36 AB	78,37 A	76,79 A	76,41 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	79,03 A	79,83 AB	81,03 A	80,94 A	80,30 A	80,24 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Apesar de inicialmente haver um ligeiro acréscimo no TRA para os frutos pré-resfriados, esses frutos apresentaram murcha aparente às 48 horas de armazenamento, não diferindo significativamente dos frutos

controle, e ao final dos 3 dias de armazenamento, apresentaram, respectivamente, teores relativos de água de 66,39 % e 65,63 %, com redução média de 16,5 % em relação aos TRA iniciais (Tabela 4).

Nota-se que a hidratação e redução das taxas metabólicas dos frutos por meio do hidrosfriamento retardaram a perda de água, em que a turgidez foi mais elevada nos frutos pré-resfriados e embalados, porém não o suficiente para haver diferença significativa nos teores relativos de água para os frutos apenas embalados com filme de PVC. A perda de umidade de produtos frescos é determinada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante, cuja diferença é conhecida como déficit de pressão de vapor (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Frutos de quiabo pré-resfriados apresentaram taxas de redução do teor relativo de água de 3,8231 % por dia de armazenamento refrigerado, valor mais de 15 % inferior à taxa encontrada nos frutos controle, que apresentaram taxas de redução de teor relativo de água de 4,5405 % por dia de armazenamento (Figura 2).

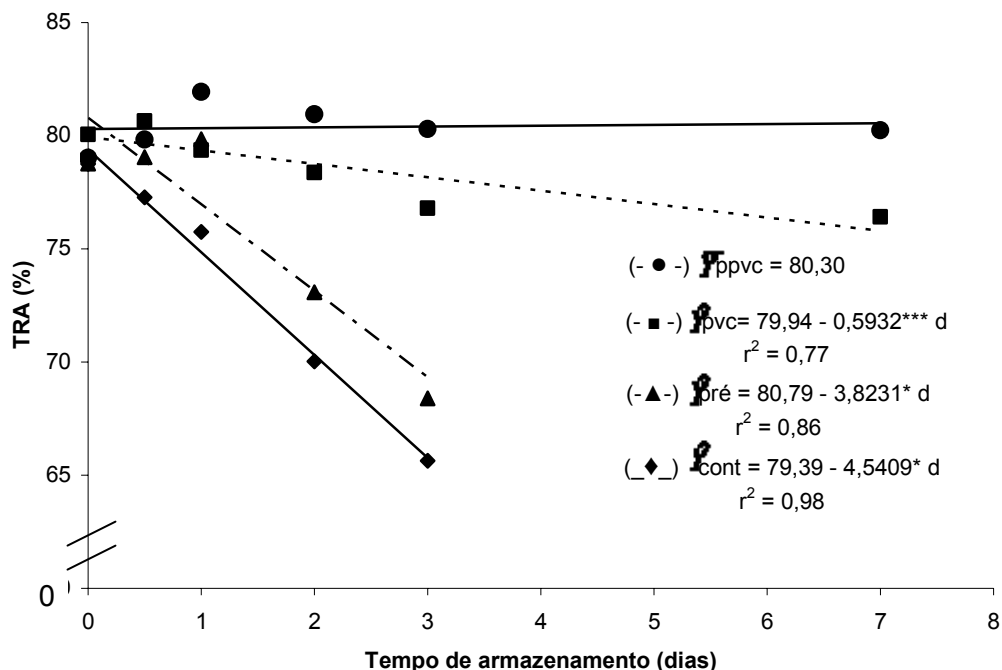


Figura 2 - Teor relativo de água dos frutos de quiabo durante o armazenamento a 10°C e UR de 85%, submetidas aos tratamentos controle (◆), pré-resfriamento (▲), filme de PVC (■) e pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC (●). *, *** significativo a 1 e 10 %, respectivamente, pelo teste "t".

A embalagem de filme de PVC promoveu nos frutos de quiabo uma redução da taxa de teor relativo de água acima de 85 % em comparação com o controle, apresentando uma taxa de 0,5932 % por dia de armazenamento. Quando os frutos de quiabo foram previamente pré-resfriados e em seguida embalados com filme de PVC, não foi verificada redução significativa no teor relativo de água ao longo do armazenamento e o teor médio relativo de água nesses frutos foi de 80,30 %, durante o período avaliado.

MOTA et al. (2008) observou maior eficiência relativa em reduzir a perda de água nos frutos de quiabeiro armazenados com filme de PVC em relação aos não embalados, o teor relativo de água manteve-se constante, com média de 85,0 % e 93,8 % à temperatura de 10 °C e 5° C, respectivamente. Todavia, nos frutos não embalados, houve redução linear dos teores relativos de água.

A aparência de hortaliças que é caracterizada pelo tamanho, forma, cor e ausência de desordens mecânicas, fisiológicas, patológicas, entomológicas e outras (ABBOTT, 1999; AUERSWALD et al., 1999; KAYS, 1999) é o primeiro critério utilizado pelo consumidor, no julgamento da qualidade (KAYS, 1999). No entanto, com a perda de água, algumas dessas características que conferem qualidade ao quiabo são reduzidas, como o frescor, a forma e o tamanho, que são alterados em função da característica de murchamento que é consequência dessa perda de água (MOTA et al., 2008). CARVALHO (2001) observou que, com a perda de água, ocorre aumento proporcional do teor de fibras em função da murcha dos frutos e estas características depreciam os frutos que, normalmente, são recusados pelo consumidor.

3.4. Avaliação visual e Injúria por frio

Aos dois dias após armazenamento a 10 °C e 85 % UR, os frutos não embalados com filme de PVC, independentemente da aplicação do pré-resfriamento, apresentaram estado de conservação não comercial, ou seja, apresentavam-se murchos e com pontuações de injúria por frio (nota 2) e manchas de escurecimento (nota 1) (Figura 3A). Todavia, os frutos embalados com filme de PVC, pré-resfriados ou não, apresentaram-se com boas qualidades comerciais até o sétimo dia de armazenamento, quando ainda permaneciam firmes, porém, com sintomas de injúrias por frio (nota 1) e manchas de escurecimento (nota 1) (Figura 3B).

A embalagem de filme de PVC foi eficiente em reduzir a perda de massa e os efeitos da injúria por frio nos frutos armazenados sob refrigeração até o sétimo dia de armazenamento, isso devido à modificação da atmosfera, diminuindo a respiração do fruto e a transpiração (FINGER et al., 2008).

A análise visual é subjetiva, porém para o consumidor a coloração e a firmeza são atributos de qualidade importantes, quando se refere aos frutos de quiabo. O nível máximo de perda de massa aceitável para produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência do mercado consumidor e, na maioria dos produtos frescos, a perda de massa máxima observada, sem o aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície, oscila entre 5 e 10% (FINGER e VIEIRA, 1997).

Segundo COHEN et al. (1990) o estabelecimento de alta umidade relativa por meio de embalagens plásticas permite que alguns órgãos vegetais suscetíveis à injúria por frio sejam armazenados sob baixas temperaturas sem haver a expressão dos sintomas. Esse comportamento não foi observado em quiabo (Figura 3B), uma vez que a alta umidade (UR) no interior da embalagem de PVC não foi suficiente para eliminar o aparecimento dos sintomas de injúria por frio, conforme também observado por CARVALHO (2001).

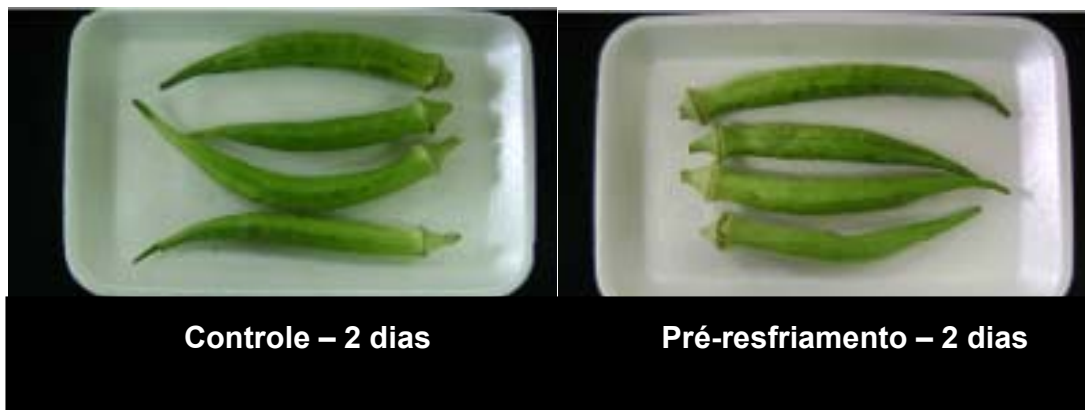


Figura 3A – Aparência visual, injúria por frio e escurecimento de frutos de quiabo (controle e pré-resfriados), armazenados sob refrigeração a 10 °C e 85% UR.

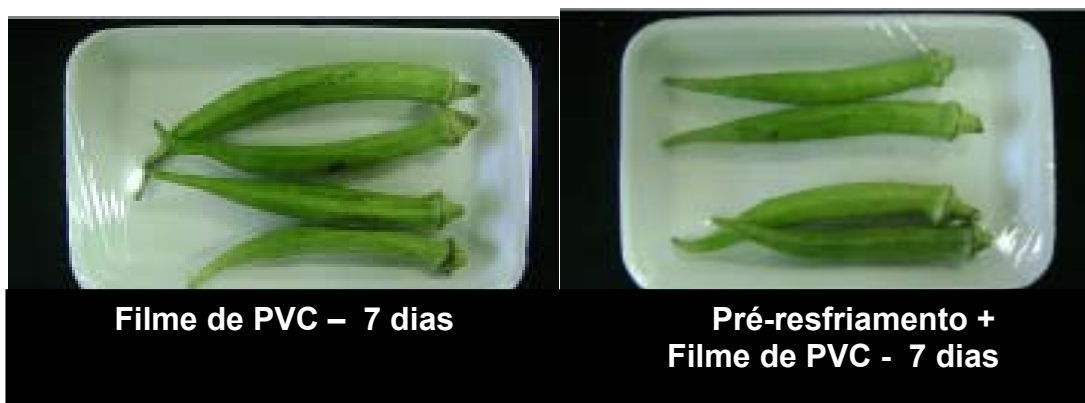
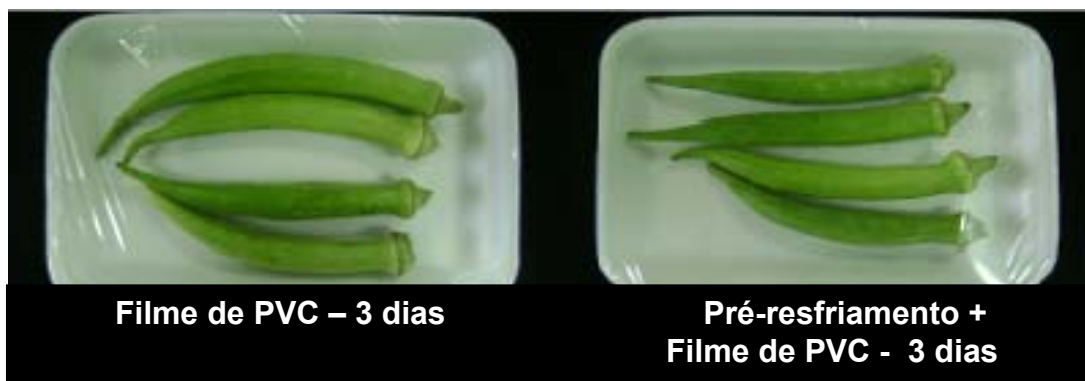


Figura 3B – Aparência visual, injúria por frio e escurecimento de frutos de quiabo (embalados com filme de PVC e pré-resfriados e embalados com filme de PVC), armazenados sob refrigeração a 10 °C e 85% UR.

BAXTER e WATERS JR (1990) sugerem que o polietileno de alta densidade pode ser um material de embalagem de maior potencial, devido a alta impermeabilidade do filme aos gases atmosféricos, reduzindo o surgimento de injúria por frio em quiabo armazenado a baixa temperatura.

No terceiro dia de armazenamento, os frutos sem embalagem estavam com injúria por frio distribuída por todo o fruto (nota 4), principalmente na extremidade apical, enquanto os frutos com embalagem se mostravam em bom estado de conservação (nota 0), estado que se manteve até o sétimo dia de armazenamento, quando se inicia a percepção de pequenas manchas escuras (nota 1).

O escurecimento é uma das características que mais depreciam a qualidade dos frutos. SARGENT et al. (1996) observaram que o armazenamento de quiabo em sacos plásticos perfurados a 8 °C possibilitou melhor condição para manter-se a coloração desejada dos frutos, quando comparou com armazenamento a 8 °C em sacos plásticos não perfurados ou sem embalagem.

3.5. Clorofila

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos em relação a degradação de clorofila até dois dias de armazenamento. A partir do terceiro dia, frutos de quiabeiro embalados com PVC, independentemente de serem pré-resfriados, apresentaram teores médios de clorofila significativamente superiores aos frutos controle ou somente pré-resfriados (Tabela 5).

Tabela 5 – Teores de clorofila ($\text{mg } 100 \text{ g MS}^{-1}$) de frutos de quiabo submetidos aos tratamentos controle; pré-resfriamento; filme de PVC e pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC armazenados a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	0,5	1	2	3	7
Controle	337,78A	309,17 A	306,14A	303,29A	228,82B	-
Pré-resfriamento	338,63A	314,04A	313,45A	312,65A	242,52B	-
Filme de PVC	339,52A	318,23A	302,74A	292,66A	289,25A	281,42A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	337,01A	326,73A	305,70A	298,45A	293,50A	276,16A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Observou-se também que não houve diferença entre os tratamentos com embalagem de PVC, inclusive até o sétimo dia, independentemente de os quiabos terem sido ou não pré-resfriados. Embora a degradação da clorofila tenha ocorrido em frutos de todos os tratamentos, a utilização do filme de PVC foi eficiente no retardamento da degradação da clorofila dos frutos de quiabeiro. Assim, enquanto a perda de clorofila foi de 32 % no controle e 28 % no pré-resfriado em relação ao teor inicial de clorofila, quiabos embalados, com e sem pré-resfriamento, tiveram uma perda de clorofila de 18 e 17 %, respectivamente.

O retardamento na degradação da clorofila em quiabos embalados com PVC pode estar relacionado à permeabilidade seletiva do PVC ao CO₂ e O₂ que condiciona uma atmosfera passiva ao interior da embalagem, criando-se uma atmosfera com baixos teores de O₂, reduzindo assim a atividade da enzima clorofilase (BEAUDRY, 1999). Entre os pigmentos afetados pela atmosfera modificada, a clorofila é mais amplamente associada com a qualidade de frutos e hortaliças (LEE e KADER, 2000). A atmosfera com elevados teores de CO₂ e reduzidos de O₂ foi eficiente no controle da descoloração da cebola verde, ervilha e brócolis, mantendo-se melhor e maior qualidade visual (HONG et al., 2000; LEE e KADER, 2000; LEJA et al., 2001).

Segundo FINGER et al. (2008), a redução de temperatura associada à atmosfera modificada implicou em maior redução da degradação de clorofila em frutos de quiabeiro. Dessa forma, seria esperada uma redução da degradação da clorofila com a combinação do pré-resfriamento com atmosfera modificada. Todavia, no presente trabalho, não foi observado uma redução considerável da degradação da clorofila dos quiabos com a aplicação do pré-resfriamento com filme de PVC, bastando a utilização somente do filme de PVC, resultado que concorda com CARVALHO (2001) que não observou diferença significativa nos teores de clorofila nos quiabos embalados com PVC, após redução da temperatura de armazenamento de 10 °C para 5 °C.

A degradação da clorofila ao longo do tempo de armazenagem teve como melhor ajuste modelos quadráticos nos tratamentos com a aplicação do filme de PVC e, nos frutos controle e pré-resfriados, optou-se por melhor ajuste os modelos lineares (Figura 4). A aplicação apenas do pré-resfriamento reduziu ligeiramente a taxa de degradação de clorofila em relação ao controle, em que a taxa de degradação de clorofila foi de 30,52 e 26,61 mg 100 g MS⁻¹ por dia de armazenagem nos frutos controle e pré-resfriados, respectivamente.

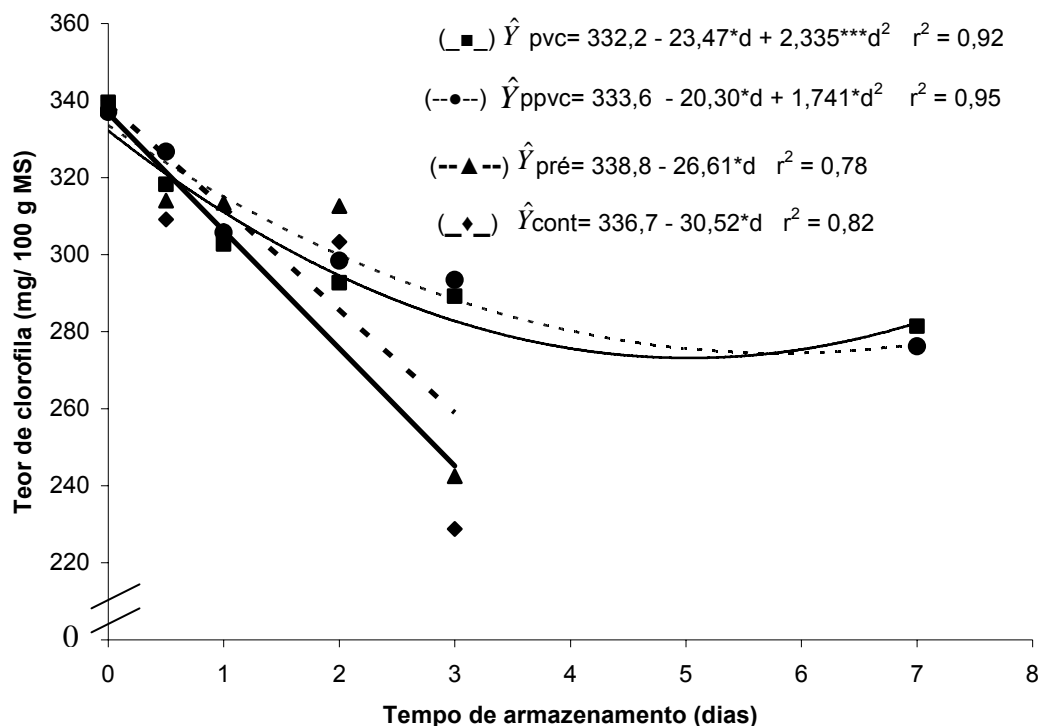


Figura 4 - Teores de clorofila ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ MS}^{-1}$) durante o armazenamento de frutos de quiabo a 10°C e UR de 85%, submetidas aos tratamentos controle (\blacklozenge), pré-resfriamento (\blacktriangle), filme de PVC (\blacksquare) e pré-resfriamento com embalagem de filme de PVC (\bullet). *, ***, significativo a 5 e 10 %, respectivamente, pelo teste “t”.

Nos frutos embalados com filme de PVC, observou-se, novamente, que o pré-resfriamento reduziu ligeiramente a taxa de degradação de clorofila dos frutos de quiabo, em que essa taxa foi de 23,47 e 20,30 $\text{mg } 100 \text{ g } \text{MS}^{-1}$, por dia de armazenamento, nos frutos apenas embalados com filme de PVC e nos frutos pré-resfriados e embalados, respectivamente. Portanto, percebe-se que a embalagem com filme de PVC foi suficiente para retardar a degradação de clorofila em frutos de quiabo, indiferentemente da aplicação do pré-resfriamento.

3.6. Açúcares solúveis totais

Houve efeito dos tratamentos avaliados sobre o teor de açúcar solúveis totais em frutos de quiabo, apenas aos 2 dias de armazenamento a 10°C e 85% UR. Porém, a partir do segundo dia até o final do período não houve mais diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 – Teores de açúcares solúveis totais (% MS) durante armazenamento de frutos de quiabo submetidos aos tratamentos controle, pré-resfriamento; filme de PVC e filme de PVC + pré-resfriamento e armazenados a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	0,5	1	2	3	7
Controle	18,60 A	11,54 A	13,09 A	17,28 B	17,88 A	-
Pré-resfriamento	18,60 A	11,64 A	15,39 A	21,84 AB	19,49 A	-
Filme de PVC	18,60 A	11,83 A	15,02 A	21,10 AB	18,43 A	16,50 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	18,60 A	11,92 A	16,44 A	22,67 A	19,03 A	17,15 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios dos teores de açúcares solúveis totais dos frutos de quiabo variaram ao longo do período de armazenamento, com alto consumo de açúcares nas primeiras 12 horas (0,5 dia) em todos os tratamentos. A partir deste período até ao terceiro dia, no controle, houve um acúmulo no teor de açúcares, enquanto nos frutos submetidos aos respectivos tratamentos, pré-resfriamento, filme de PVC, e pré-resfriamento com filme de PVC, houve um acúmulo de açúcares até o segundo dia e posterior queda dos teores até o final do período de armazenamento.

Consumo elevado de carboidratos durante as primeiras horas pós-colheita é necessário, em consequência da alta demanda respiratória quando as maiores mudanças fisiológicas, bioquímicas e moleculares ocorrem, como foi observado em aspargos e brócolis (LILL et al., 1990;

GALVÃO et al., 2008). Portanto, o rápido resfriamento após colheita é importante para a redução da atividade metabólica, que poderia resultar na sua deterioração. Porém, o efeito do pré-resfriamento não foi notado ao longo do armazenamento sob refrigeração a 10°C e 85% UR, que não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, independentemente da aplicação da embalagem de filme de PVC.

O pré-resfriamento combinado com a embalagem de filme de PVC foi o tratamento que ocasionou o maior acúmulo de açúcares solúveis nos frutos de quiabo com 22,67 % MS após dois dias de armazenamento sob refrigeração. Os frutos controle apresentaram apenas 17,28 % MS de açúcares solúveis nesse período. Os frutos pré-resfriados sem embalagem e os embalados sem pré-resfriamento apresentaram teores de açúcares solúveis superiores ao controle, porém, não o suficiente para diferirem significativamente desse, apresentando teores de açúcares solúveis de 21,84 e 21,10 % MS, respectivamente, nos frutos pré-resfriados e nos frutos embalados com filme de PVC.

Pode ter havido aumento da concentração de sólidos solúveis totais em função da degradação de amido, observado nos frutos e, paralelamente, além de outras alterações, aumento da biossíntese de sólidos solúveis totais, como açúcares redutores e não redutores, como foi colocado por NERES et al. (2004) em frutos de jiló armazenados sob refrigeração.

Observou-se que não houve ajuste para equações testadas de regressão que explicassem o comportamento do teor de açúcares solúveis ao longo do período de armazenamento dos frutos de quiabo, submetidos aos respectivos tratamentos avaliados.

3.7. Amido

Não houve diferença significativa entre tratamentos quanto ao teor de amido nos frutos de quiabo ao longo do período de armazenamento, apesar do teor de amido inferior em termos absoluto, do tratamento controle ao longo do período avaliado (Tabela 7).

Tabela 7 - Teores de amido (% MS) durante armazenamento em frutos de quiabo submetidos aos tratamentos controle, pré-resfriamento, filme de PVC e filme de PVC + Pré-resfriamento armazenados a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	0,5	1	2	3	7
Controle	8,34 A	7,63 A	7,60 A	7,27 A	6,69A	-
Pré-resfriamento	8,34 A	7,48 A	7,53 A	7,44 A	7,05 A	-
Filme de PVC	8,34 A	7,49 A	7,68 A	7,42 A	7,34 A	6,57 A
Pré-resfriamento + Filme de PVC	8,34 A	7,74 A	7,76 A	7,78 A	7,67 A	6,73 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Diferentemente do teor de açúcares solúveis, observou-se degradação de amido ao longo do armazenamento dos frutos de quiabo, com um consumo maior nas primeiras 12 horas de armazenamento. Após esse período de intenso metabolismo, observou-se certa estabilidade no consumo de amido até o segundo dia de armazenamento nos frutos pré-resfriados e embalados e até as 24 h nos frutos submetidos aos demais tratamentos.

Após esse período curto de estabilidade, o consumo volta a ser notado, todavia, em grau menos acentuado, até o final do período de armazenamento. KING e MORRIS (1994) sugerem que o menor consumo de amido após as 24 h iniciais poderia ser explicado pela menor demanda por açúcares nesse período; portanto, houve menor conversão de amido em

açúcares, ou, utilização de outros substratos respiratórios como ácidos orgânicos e proteínas.

Os melhores ajustes para as equações de regressão que explicam o comportamento dos teores de amido nos frutos, ao longo do tempo pós-colheita, forneceram como modelos, funções lineares para os tratamentos, com coeficientes de determinação variando entre 0,69 e 0,91 (Figura 7).

Observou-se que, nos frutos com filme de PVC, as taxas de degradação de amido foram inferiores àqueles que não usavam a embalagem, independentemente do pré-resfriamento, com redução de cerca de 60 % na taxa de degradação de amido nos frutos pré-resfriados e embalados com filme de PVC ou apenas embalados com filme de PVC, em comparação com o controle. As taxas de consumo de amido foram de 0,189; 0,2012 e 0,4766 % MS por dia de armazenamento, respectivamente, nos frutos pré-resfriados e embalados com filme de PVC, apenas embalados com PVC e controle.

Somente a aplicação do pré-resfriamento em água gelada foi suficiente em reduzir a taxa de degradação de amido nos frutos em cerca de 30 % em relação ao controle, onde encontramos uma taxa de consumo de amido nos frutos pré-resfriados de 0,3262 % MS por dia de armazenamento.

A manutenção da qualidade e, conseqüentemente, extensão pós-colheita de produtos como o quiabo pode ser obtida principalmente com técnicas de manuseio pós-colheita, que retardem a deterioração de processos fisiológicos, como o uso de atmosfera modificada e controlada (PAULL, 1999; BROSNAN e SUN, 2001). O acúmulo de CO₂ e vapor de água, e o esgotamento de O₂ ocasionados em função da interação entre o processo natural de respiração do produto e a troca gasosa através da embalagem implicam em redução da perda de água por transpiração, reduzindo também a produção e sensibilidade ao etileno e as reações de oxidação (FONSECA et al., 2000; CHEN et al., 2000; AMARANTE et al., 2001).

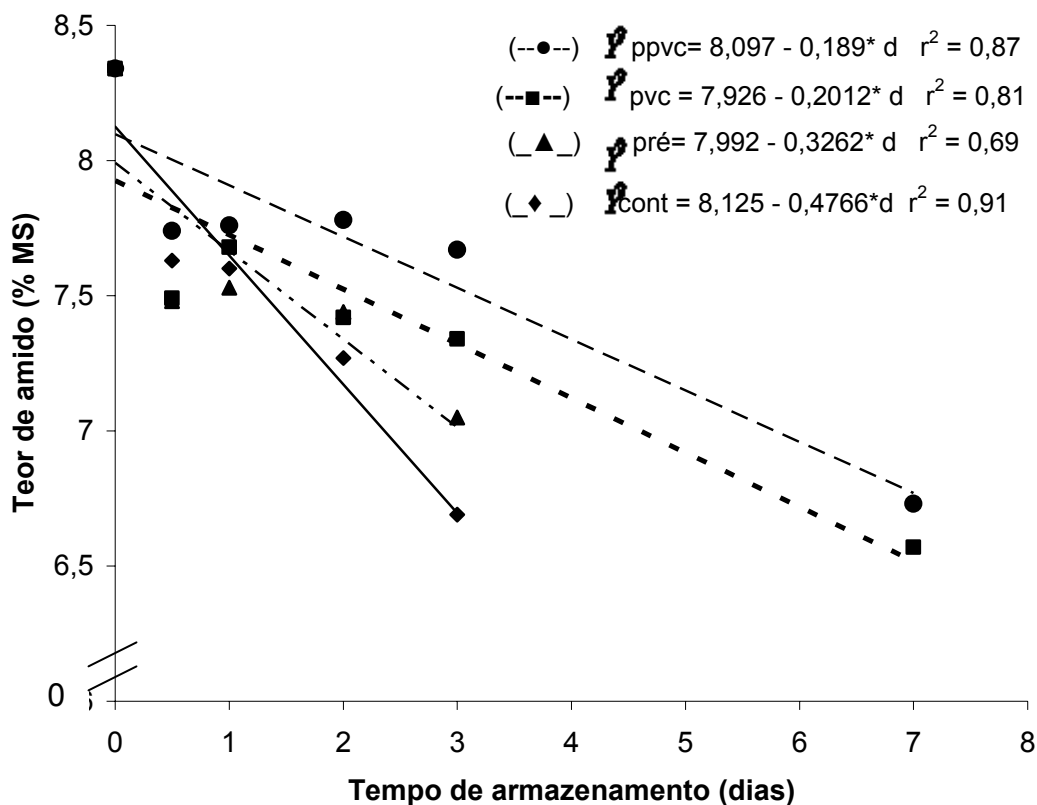


Figura 7 – Teores de amido em frutos de quiabo submetidos aos tratamentos controle (◆), pré-resfriamento (▲), embalagem com filme de PVC (■) e embalagem com filme de PVC + pré-resfriamento (●) em função do tempo de armazenamento a 10°C e 85% UR. *significativo a 5 %, pelo teste “t”.

4. CONCLUSÕES

Frutos de quiabo são muito perecíveis, ocorrendo murcha no segundo dia de armazenamento com perda de massa da matéria fresca de 11 % nos frutos sem embalagem de PVC.

O uso de embalagem de PVC foi eficiente no controle da perda de massa da matéria fresca, independentemente de os frutos terem sido hidrosfriados, com perda inferior a 5% ao final dos sete dias de armazenamento, mantendo-se firmes.

Embalagem com PVC, independentemente do pré-resfriamento, proporcionou teores de clorofila significativamente superiores aos não embalados, após o segundo dia de armazenamento.

Os tratamentos não interferiram significativamente no teor de carboidratos (açúcares solúveis totais e amido) do quiabeiro. Todavia, o pré-resfriamento e/ou embalagem com PVC, reduziu a taxa de consumo de amido em relação aos frutos controle.

Frutos armazenados a 10 °C e 85 % UR, apresentaram injúria por frio, sendo que o PVC reduziu essa injúria na fase inicial do armazenamento, independentemente do pré-resfriamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AMARANTE, C.; BANKS, N. H.; GANESH, S. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 291 - 301, 2001.

ARNON, D. I. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 411 - 416, 1949.

AUERSWALD, H.; SCHWARZ, D.; KORNELSON, C.; KRUMBEIN, A.; BRUECKNER, B. Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p. 227 - 242, 1999.

BAXTER, L.; WATERS JR., L. Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 115, p. 92 - 95, 1990.

BEAUDRY, R. M. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 293 - 303, 1999.

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, v. 29, p. 165 - 174, 2002.

BRECHT, J. K.; BRECHT, P. E. Effect of small temperature differences on quality of horticultural commodities. **PEB Commodities**, Inc. p. 8 - 12, 2002.

BROSNAN, T.; SUN, D. W. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154 - 170, 2001.

CARVALHO, M. J. de. **Injúria por frio, respiração e produção de etileno pós-colheita em quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)**. Dissertação (Mestrado). 36 p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

CATSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B., ed. **Methods of studying plant water relations**. Berlin: Springer-Verlag, p. 121 - 131, 1974.

CHEN, X.; NAARTEN, L. A. T. M.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; BANKS, N. H. The effect of temperature on gases relations in MA packages for capsicums (*Capsicum annum* L., cv. Tasty): an integrated approach. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 71 - 80, 2000.

COHEN, E.; BEN-YESHOSHU, A.; ROSENBERGER, I.; SHALOM, Y.; SHAPIRO, B. Quality of lemons sealed in high-density polyethylene film during long-term storage at different temperatures with intermittent warning. **Journal of Horticultural Science**, v. 5, p. 603 - 610, 1990.

DELLA-JUSTINA, M. E., FINGER, F. L., PUIATTI, M. Perda pós-colheita da matéria fresca e da água em quiabo influenciado pelo tamanho do fruto e dano mecânico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 1, p. 37 - 40, 1998.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350 - 356, 1956.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Cadernos Didáticos, 19, 29 p. Editora UFV, Viçosa - MG, 1997.

FINGER, F. L.; ENDRES, L.; MOSQUIM, P. R.; PUIATTI, M. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p.1565 - 1569, 1999.

FINGER, F. L.; DELLA-JUSTINA, M. E.; CASALI, V. W. D.; PUIATTI, M. Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. **Scientia Agrícola**, v. 65, p. 360 - 364, 2008.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; LINO, I. B. M.; BRECHT, J.; CHAU, K. V. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 9 - 15, 2000.

GALVÃO, H. L.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; CORRÊA, P. C ; OLIVEIRA, L. S. Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a conservação pós-colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 33, p. 101 - 106, 2008.

HONG, G.; PEISER, G.; CANTWELL, M. I. Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 53 - 61, 2000.

KADER, A.A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, v. 398, p. 59 - 67, 1995.

KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 233 - 247, 1999.

KING, G. A.; MORRIS, S. C. Early compositional changes during postharvest senescence of broccoli. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, p. 1000 - 1005, 1994.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p.207 - 220, 2000.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; STARZYNASKA, A.; ROZ, S. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. **Food Chemistry**, v. 72, p. 219 - 222, 2001.

LOUZADA, M. I. de F.; SESTARI, I.; HELDWEIN, A. B.; BRACKMANN, A. Pré-resfriamento de maçã (*Malus domestica* Borkh.), cv. fuji, em função da temperatura e velocidade do ar. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 25, p. 555 - 556, 2003.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350 - 382, 1987.

LILL, R. E.; KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest. **Scientia Horticulture**, v. 44, p. 191 - 199, 1990.

LIPTON, W. J. Senescence of leafy vegetables. **HortScience**, v.22, p. 854 - 859, 1987.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V. Determination of starch and amylose in vegetables. **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 1156 - 1158, 1950.

MOTA, W. F. da; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. **Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000, 144 p.

MOTA, W. F. da ; FINGER, F. L. ; SILVA, D. J. H. da ; CÔRREA, P. C. ; FIRME, L. P. ; RIBEIRO, R. A. Composição mineral de frutos de quatro cultivares de quiabeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 762 - 767, 2008.

NERES, C. R. L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E. R.; MOTA, W. F.; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. **Bragantia**, Campinas, v. 63, p. 431 - 438, 2004.

PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**; v.15, p. 263 - 277, 1999.

SANINO, A. **Conservação de tomate (*Lycopersicum esculentum*), 'Débora', submetido a diferentes condições de resfriamento e**

aquecimento intermitente. Dissertação (Mestrado). 63 p. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

SARGENT, S. A.; FOX, A. J.; COELHO, E. C. M.; LOCASCIO, S. J. Comparison of cooling and packaging methods to extend the postharvest life of okra. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 109, p. 285 - 288, 1996.

SARRIA, S. D.; HONÓRIO, S. L. Parâmetros de resfriamento rápido do figo (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos embalado em caixa de exportação. **Revista UDO Agrícola**, v. 1, p. 96 -102, 2005.

SHIBAIRO, S. I.; UPADHYAYA, M. K.; TOIVONEN, P. M. A. Changes in water potential, osmotic potential, and tissue electrolyte leakage during mass loss in carrots stored under different conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 95, p. 13 - 21, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood: Benjamin/Cummings, 2004. 565 p.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência em três sistemas de resfriamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 481 - 486, 2004.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of cotton plant. I - The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v. 49, p. 81 - 97, 1950.

WHITELOCK, D. P.; BRUSEWITZ, G. H.; SMITH, M. W.; ZHANG, X. H. Humidity and air flow during storage affect peach quality. **HortScience**, v. 29, p. 798 - 801, 1994.

ZAGORY, D. L.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, p. 70 - 72, 1988.

CAPÍTULO 3

QUALIDADE DE JILÓS TRATADOS COM 1-MCP E EMBALADOS COM FILME DE PVC E ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a influência do 1-MCP e do uso de filme PVC sobre a qualidade pós-colheita de jiló (*Solanum gilo* Raddi), cv. 'Tinguá', armazenados sob refrigeração. Os tratamentos avaliados foram: Filme de PVC – frutos de jiló embalados com filme de PVC; 1-MCP - Frutos submetidos à exposição, por 24 horas, em temperatura ambiente ao 1-MCP nas concentrações de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP) e, posteriormente, embalados com filme de PVC; Controle. As características avaliadas foram: massa da matéria fresca, cor, firmeza, teor relativo de água, teor de clorofila, açúcares solúveis totais, amido e injúria por frio. O filme de PVC manteve a firmeza do produto após 11 dias de armazenamento, com perda de massa da matéria fresca acumulada de cerca de 5%, porém, percebeu-se o amarelecimento dos frutos; e no controle, a murcha dos frutos ocorreu no sétimo dia de armazenamento com aproximadamente 10% de perda de massa da matéria fresca, e com amarelecimento percebido já nesse período. Os frutos de jiló tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC apresentaram menores variações dos valores do parâmetro a* e teores superiores de clorofila em relação aos demais tratamentos, no terceiro dia de armazenamento; todavia não houve diferença significativa entre as concentrações. O teor de amido no jiló não diferiu entre os tratamentos; entretanto percebeu-se redução nas taxas de consumo de amido nos frutos quando tratados com 1-MCP. Frutos

tratados com 1,5 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh® apresentaram teores de açúcares solúveis totais significativamente superiores aos do controle, já após o primeiro dia de armazenamento; porém sem diferir das demais concentrações ao longo de todo o período avaliado. Conclui-se que o emprego de 1-MCP com embalagem de filme de PVC contribui para a prolongar a conservação da qualidade pós-colheita do jiló armazenado sob refrigeração, não havendo sintomas da injúria por frio nos frutos armazenados.

1. INTRODUÇÃO

Segundo FILGUEIRA (2003), o jiló (*Solanum gilo* Raddi) é uma hortaliça de grande aceitação principalmente na Região Sudeste do Brasil. Os frutos são de formas diversas, de redondo a ovóide, com casca fina e coloração variada (NAGAI, 1998). MORGADO e DIAS (1992) relatam que, em relação ao formato dos frutos na coleção de germoplasma do CNPH, 61% são redondos, 20% achatados, 9,5% alongados e 9,5% ovais. A maioria dos frutos observados no mercado é de cor verde-clara ou escura quando imaturos, sendo apreciados por seu sabor amargo característico e suas propriedades digestivas (CARVALHO e RIBEIRO, 2002). Sua colheita, transporte e comercialização ocorrem quando os frutos ainda estão imaturos (NERES et al., 2004).

Os fatores que limitam a armazenagem pós-colheita de jilós incluem, principalmente, a perda de massa da matéria fresca que está fortemente associada à perda de firmeza (murchamento) e à perda da cor verde, com o conseqüente amarelecimento dos frutos, devido à degradação de clorofila e síntese de outros pigmentos, como os carotenóides (KAYS, 1991). O armazenamento refrigerado é um método eficaz para manter a qualidade de frutas e hortaliças, pois reduz a respiração, a produção de etileno, e a intensidade de amadurecimento e da senescência (WANG, 1994; PAULL, 1999; LEE e KADER, 2000).

O uso de baixas concentrações de O₂ (1 a 5%) e altas concentrações de CO₂ (5 a 10%, balanço com N₂), em associação com baixas temperaturas de armazenamento, é proposto como condição ótima para manutenção das qualidades sensorial e microbiológica de frutas e hortaliças frescas (KADER et al., 1989; JACXSENS et al., 2000). A combinação das diferentes taxas de permeabilidade aos gases e vapores dos filmes poliméricos com a taxa respiratória do produto embalado leva a uma atmosfera modificada de equilíbrio (DAY, 1996), que também é função das condições de armazenamento (HERTOG e TIJSKENS, 1998).

Apesar de sua importância estratégica em diversas regiões produtoras de hortaliças no país, a literatura consultada é deficiente no que diz respeito a estudos de tecnologias de pós-colheita visando a extensão da

vida-de-prateleira de jiló. Tais informações são extremamente relevantes, principalmente para aqueles que vislumbram a possibilidade de exportar essa hortaliça.

Dentre diversas tecnologias utilizadas para extensão da vida-de-prateleira e manutenção da qualidade de frutas e hortaliças, a aplicação do 1-metilciclopropeno (1-MCP), um antagonista de ação do etileno e a utilização de filmes plásticos (embalagem sob atmosfera modificada) têm sido amplamente estudados, notadamente em associação com o uso de baixas temperaturas (FALLIK et al., 1995; JHA e MATSUOKA, 2002; PAULL, 1999).

Os efeitos do 1-MCP em algumas frutas e hortaliças têm sido observados em diversos estudos (BLANK et al., 2003), sendo os mais importantes o retardamento do amadurecimento e da senescência, a manutenção da firmeza, a redução da degradação de polímeros da parede celular e a diminuição da taxa respiratória, da produção de etileno, da perda de massa, da injúria pelo frio, da degradação da clorofila, do amido e do escurecimento da polpa, entre outros.

O 1-MCP é utilizado no controle de etileno pelo potencial de bloquear sua ação (HARIMA et al., 2003; PRANGE e DELONG, 2003). O efeito inibitório do 1-MCP ocorre pelo fato de ele se ligar de forma irreversível ao sítio receptor de etileno, na membrana celular (SISLER e SEREK, 1999), inibindo assim, o seu estímulo fisiológico (MULLINS et al., 2000) e as respostas dos frutos (BLANK e SHIP, 2008).

Existem vários relatos sobre a eficácia do 1-MCP em frutos de tomate e algumas combinações com base na concentração de 1-MCP, duração do tratamento e a temperatura foram abordadas. Assim, uma vasta gama de concentrações de 1-MCP (de 0,035 até 100 $\mu\text{L L}^{-1}$), bem como durações de aplicação (de 12 a 24 h) foram relatados (WILLS e KU, 2002; HOEBERICHTS et al., 2002; MOSTOFI et al., 2003; MIR et al., 2004; OPIYO e YING, 2005).

Objetivou-se, nesse trabalho, avaliar a influência da aplicação do 1-MCP e da atmosfera modificada sobre a qualidade e conservação pós-colheita de jiló armazenado sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos do jiloeiro (*Solanum gilo* Raddi) cv. 'Tinguá', foram colhidos entre cinco e seis horas da tarde, de plantas cultivadas no município de Guiricema-MG (21° 00' S e 42°43' W e altitude 261 m), no qual todos os manejos culturais recomendados foram realizados até o ponto de colheita. Os frutos utilizados foram colhidos ainda imaturos, com as sementes tenras e coloração verde-clara. No dia seguinte pela manhã, os frutos foram transportados em caixas plásticas ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foram selecionados e padronizados, descartando aqueles com lesões e em estágio inadequado de maturação.

Após seleção, os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos: controle; filme de PVC (da marca Filmito que possui espessura de 10µm); e ainda, frutos expostos por 24 h ao 1-MCP sob concentrações de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP) e embalados com filme de PVC. Após, os frutos foram armazenados sob refrigeração a 10 °C e 85 % UR por períodos de 0, 1, 3, 7; 11 e 14 dias.

2.1. Perda de massa da matéria fresca

A perda de massa da matéria fresca foi estimada em relação à massa inicial dos frutos antes do armazenamento:

PMF = [(MFI – MFF) * 100] / MFI, em que:

PMF = perda de massa da matéria fresca (%)

MFI = massa da matéria fresca inicial (g)

MFF = massa da matéria fresca final (g)

2.2. Teor relativo de água

O teor relativo de água dos frutos foi avaliado conforme metodologia descrita por CATSKY (1974), com o emprego da equação citada por WEATHERLEY (1950):

$$\Phi = [(F - W)/(T - W)] \times 100, \text{ em que:}$$

Φ = teor relativo de água;

F = massa da matéria fresca;

W = massa da matéria seca;

T = massa da matéria túrgida.

Foram retirados 8 discos de 11 mm de diâmetro do pericarpo do jiló e pesados. Os discos foram colocados em espumas de poliuretano de 2 cm de espessura saturadas de água por 6 h (tempo necessário para saturação máxima) e pesados, obtendo-se a massa da matéria túrgida. Em seguida, foi obtida a massa da matéria seca por secagem em estufa a 70°C até massa constante.

2.3. Teor de massa da matéria seca

Três amostras de cerca de 10 g de massa da matéria fresca dos frutos de jiló, para cada tratamento e período de armazenamento avaliado, foram colocadas em estufa a 65°C, por 72 horas, até alcançarem peso constante. Os valores foram registrados para cálculo do teor de massa da matéria seca pela equação:

$$\text{TMS} = (\text{MF}/\text{MI}) * 100, \text{ em que:}$$

TMS = Teor de massa da matéria seca (%)

MF = massa da matéria seca final (g)

MI = massa da matéria fresca inicial (g)

2.4. Cor, firmeza e injúria por frio

A alteração de cor caracterizou-se pelo amarelecimento dos frutos e as modificações de firmeza pelo murchamento dos mesmos. Utilizou-se de uma escala de notas, variando de 1 a 3, para avaliação do grau de alterações visuais de murcha. A nota 1 correspondeu ao fruto no início do armazenamento, apresentando ótima qualidade comercial quanto a turgidez; a nota 2 correspondeu ao fruto em estágio inicial de senescência (início da presença visual da murcha); a nota 3 implicou em um produto não-comercializável, correspondeu ao fruto completamente senescente (completamente murcho).

A coloração da casca dos frutos foi avaliada visualmente mediante escala subjetiva de notas de cores, em que: 0 (zero) – verde clara; 1 –verde-amarelada; 2 – amarela; 3 – amarelo-avermelhada e nota 4 – vermelha.

A injúria por frio foi avaliada utilizando-se escala aplicada por NERES et al. (2004), atribuindo-se os valores: 0 (zero) – frutos sem injúria; 0,1 a 1,0 – injúria ligeira; 1,1 a 2,0 – injúria moderada; 2,1 a 3,0 – injúria severa. A injúria ligeira caracteriza-se pelo aparecimento de pequenas pontuações deprimidas e de coloração escura; a moderada, pelo aumento em número e tamanho dessas pontuações, e a severa, por apresentar, além de sintomas descritos, o escurecimento interno de polpa e da semente do fruto.

2.5. Medição instrumental da cor

A cor das amostras foi determinada por meio de um colorímetro. O eixo L^* vai do topo à base, sendo que o valor máximo de L^* é 100 (branco) e o mínimo é zero, o qual representa o preto. Os eixos a^* e b^* não tem limites numéricos específicos, de forma que o vermelho é representado por $+a$ e o verde por $-a$; o amarelo como $+b$ e o azul $-b$ (HUNTERLAB, 1996; LAWLESS & HEYMANN, 1999).

2.6. Clorofila

No momento da extração, cerca de 6 g da casca dos frutos de jiló foram trituradas em um triturador Polytrex e filtradas em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com acetona 80%, sendo o volume das filtragens combinado e completado em balão volumétrico para 50 mL com acetona 80%.

A estimativa dos teores de clorofila total foi feita por meio de espectrofotometria (ARNON, 1949), utilizando-se espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100 e os cálculos segundo equação de LICHESTEINER (1987):

Teor de clorofila total = $(7,05 \times A_{661,6} + 18,09 \times A_{644,8}) * (V/P)$, em que:

MS = massa da matéria seca (g);

A = absorvância;

V = volume de extração (L);

P = massa da matéria seca da amostra (g).

2.7. Açúcares solúveis totais

A quantificação de açúcares solúveis totais nos frutos foi realizada segundo o método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Cerca de 5 g de tecido vegetal foram retirados da região mediana dos frutos e imersos em etanol 80% fervente, por 30 minutos e armazenados sob refrigeração. No momento da extração, o material foi triturado em um triturador Polytrex e filtrado em papel filtro qualitativo 80 G, seguindo-se três lavagens com etanol 80%, sendo o volume das filtragens combinado e completado em balão volumétrico para 50 mL com etanol 80%. O resíduo retido em papel filtro foi secado e armazenado para determinação de amido. Sempre em duplicata, procedeu-se a diluição da amostra e o preparo das soluções padrões de sacarose (0; 25; 50; 75; 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Para cada réplica, pipetaram-se 0,5 mL da amostra em tubo de ensaio com rosca, e adicionaram-se 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos foram agitados em vortex e colocados em banho de gelo; após isso, foram levados ao banho-

maria com temperatura de 30°C, por 20 minutos. Após remoção dos tubos do banho-maria, esses foram novamente agitados e postos em temperatura ambiente, por 30 minutos e, então, procedeu-se a leitura da absorvância em $\lambda = 490$ nm em espectrofotômetro Hitachi, modelo U1100.

2.8. Amido

Do resíduo proveniente da extração de açúcares solúveis totais, determinou-se o teor de amido mediante metodologia descrita por McCREADY et al. (1950). O resíduo foi ressuspenso em ácido perclórico 30 %, agitado em turbilhador e deixado em repouso, por 30 minutos, com agitações ocasionais, seguindo-se centrifugação a 2000 x g por 10 minutos. Este procedimento foi repetido três vezes, sendo o precipitado descartado, os sobrenadantes coletados em balão volumétrico e o volume completado para 25 mL com água destilada. Para quantificação do teor de amido foi utilizado o mesmo método para quantificação de açúcares solúveis totais, descrito anteriormente, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9.

2.9. Análise estatística

O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas, os tratamentos, e nas subparcelas, os tempos de armazenamento, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída quatro frutos de jiló. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Nos fatores qualitativos (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5 % de probabilidade. Quanto aos fatores quantitativos, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de até 10 % no coeficiente de determinação, e no fenômeno biológico em estudo. Na análise visual da evolução da cor, murcha e injúria por frio, foi utilizada a análise descritiva dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perda de massa da matéria fresca

A aplicação da embalagem de PVC em frutos de jiló, da cultivar Tinguá, à temperatura de armazenamento estudada, foi eficiente na atenuação da perda de massa da matéria fresca, independentemente da aplicação do 1-MCP (Tabela 1).

Tabela 1 - Perda acumulada de massa da matéria fresca (%) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0,5	1	3	7	11	14
Controle	1,45 A	1,95 A	5,39 A	10,41 A	-	-
Filme de PVC	0,28 B	0,47 B	1,55 BC	5,02 B	6,34 A	
Smartfresh® (0,5 g m ⁻³)	0,29 B	0,49 B	1,37 BC	3,80 BC	6,04 A	7,77 A
Smartfresh® (1,0 g m ⁻³)	0,40 B	0,60 B	1,68 B	3,92 BC	5,08 B	6,08 B
Smartfresh® (1,5 g m ⁻³)	0,44 B	0,57 B	1,54 BC	3,40 C	4,95 B	6,14 B
Smartfresh® (2,0 g m ⁻³)	0,45 B	0,62 B	1,38 C	3,47 C	4,92 B	6,08 B

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Nas primeiras doze horas de armazenagem, constatou-se diferença significativa dos frutos embalados com relação aos frutos controle, mantendo-se essa diferença até o fim do armazenamento, chegando aos 11 dias com perda de massa da matéria fresca de 6,34 % da massa inicial. Os produtos não embalados perderam 10,41 % da massa inicial já aos 7 dias de armazenamento a 10 °C e 85 % UR.

NERES et al. (2004) observaram maior perda significativa de massa da matéria fresca nos frutos de jiló armazenados sob temperatura ambiente,

em que a umidade relativa ficou na faixa de 75 a 80%, comparativamente menor do que os armazenados em câmaras refrigeradas, em que a umidade relativa esteve na faixa de 90 a 95%. Esses autores observaram também que o filme de PEBD foi eficiente em reduzir a perda de massa da matéria fresca dos frutos de jiló em comparação com os frutos não embalados, durante o armazenamento nas condições estudadas. MORETTI e PINELI (2005) concluíram que berinjela, frutos correlatos do jiló, embalados com filme de PEBD (espessura de 18 μm) apresentaram menor perda de massa da matéria fresca que os frutos dos demais tratamentos.

A eficiência do filme de PVC ocorre devido ao microambiente saturado no interior da embalagem, em função dos coeficientes físicos de permeabilidade do PVC ao vapor de água, reduzindo o gradiente de pressão de vapor entre o produto e a atmosfera da embalagem, diminuindo a transpiração dos frutos (FONSECA et al., 2000). Segundo FINGER e VIEIRA (1997), a maior vantagem do uso de filmes plásticos na comercialização de produtos hortícolas é a de manter a qualidade dos produtos pela redução da perda de água.

O 1-MCP aplicado por 24 horas antes da embalagem com PVC reduziu significativamente a perda de massa da matéria fresca dos frutos de jiló, em relação aos frutos apenas embalados com o PVC, após sete dias de armazenamento, aplicados às concentrações de 1,5 e 2,0 g m^{-3} de Smartfresh[®]; as doses de 0,5 e 1,0 g m^{-3} não diferiram significativamente dos frutos sem 1-MCP.

Os frutos não diferiram entre si quanto à perda de massa da matéria fresca ao longo do armazenamento, nas concentrações de 1-MCP aplicadas. Apenas após os 11 dias, os frutos expostos à concentração de 0,5 g m^{-3} de Smartfresh[®] apresentaram maior perda de massa da matéria fresca em relação às demais concentrações avaliadas (Tabela 1).

Diversos trabalhos relatam o efeito do 1-MCP na diminuição da perda de massa em diferentes produtos (MACNISH et al., 1999; FENG et al., 2000; HOFMAN et al., 2001; JEONG et al., 2002; PESIS et al., 2002; PICCHIONI et al., 2002). Segundo BLANK et al. (2003), a aplicação de 1-MCP em baixas temperaturas não é efetiva para algumas hortaliças e frutas. MORETTI e PINELI (2005) observaram que a aplicação do 1-MCP em berinjelas na dose

de 500 nL L⁻¹ não foi suficiente para retardar a perda de massa dos frutos sem uso de embalagem.

Observou-se comportamento linear da perda de massa da matéria fresca durante o armazenamento dos frutos independentemente dos tratamentos (Tabela 2). Essa linearidade já foi observada em pêsego (WHITELOCK et al., 1994), uva (BRECHT e BRECHT, 2002), cenoura (SHIBAIRO et al., 2002), jiló (NERES et al., 2004) e em inflorescências de brócolis (GALVÃO et al., 2008).

Tabela 2 - Equações de regressão ajustadas da perda de massa da matéria fresca (Y = PM %) de frutos de jiló em função de dias (d) de armazenamento a 10°C e UR 85%, relativas aos respectivos tratamentos e coeficientes de determinação.

Tratamento	Equações ajustadas	r ²
Controle	$\hat{Y} = 0,5054 + 1,4498^{**} d$	0,98
Filme de PVC	$\hat{Y} = - 0,0277 + 0,6145^{**}d$	0,97
Smartfresh® (0,5 g m ⁻³)	$\hat{Y} = - 0,0806 + 0,5568^{**}d$	0,99
Smartfresh® (1,0 g m ⁻³)	$\hat{Y} = 0,2466 + 0,4393^{**}d$	0,98
Smartfresh® (1,5 g m ⁻³)	$\hat{Y} = 0,1692 + 0,4344^{**}d$	0,99
Smartfresh® (2,0 g m ⁻³)	$\hat{Y} = 0,1655 + 0,4318^{**}d$	0,99

** significativo em 1 % pelo teste "t".

O filme de PVC reduziu a taxa de acúmulo de perda de massa da matéria fresca dos frutos de jiló em cerca de 2,4 vezes, em comparação com o controle. As taxas estimadas de perda de massa dos frutos foram, respectivamente, 0,6145 % d⁻¹ e 1,4498 % d⁻¹, nos frutos embalados e nos frutos controle.

A aplicação de 1-MCP à concentração de 0,5 g m⁻³ de Smartfresh®, seguido de embalagem com filme de PVC, não foi suficiente para reduzir a taxa estimada de perda de massa dos frutos em comparação com aqueles frutos apenas embalados, apresentando diferença menor que 10 % entre as

taxas de perda de massa, com valores de 0,5568 e 0,6145 % d⁻¹, respectivamente, para os frutos tratados com 0,5 g m⁻³ de Smartfresh® e frutos apenas embalados com PVC.

Frutos tratados com as concentrações de 1,0; 1,5 e 2,0 g m⁻³, de Smartfresh®, reduziram a taxa estimada de perda de massa fresca em cerca de 30 %, em comparação com frutos não tratados e embalados, e, as taxas de acúmulo de perda de massa da matéria fresca dos frutos foram similares, com valores de 0,4393; 0,4344 e 0,4318 % d⁻¹, respectivamente, nas concentrações de 1,0; 1,5 e 2,0 g m⁻³ Smartfresh®.

Além de efeitos físicos ocasionados pela perda de água, como redução da massa total e o murchamento do produto, a perda de água pós-colheita pode exercer profundos efeitos fisiológicos sobre os produtos hortícolas, interferindo na respiração, produção de etileno, degradação de clorofila e indução de alterações no padrão de síntese protéica (FINGER e VIEIRA, 1997).

3.2. Teor relativo de água (TRA)

O filme de PVC foi eficiente para atenuar a murcha dos frutos, apesar do teor relativo de água ser significativamente superior ao controle apenas após o sétimo dia de armazenamento, em que os teores relativos de água para os frutos foram 71,00 e 78,85 %, respectivamente nos frutos controle e nos frutos embalados com filme de PVC (Tabela 3).

A combinação do 1-MCP com embalagem de PVC apresentou-se como melhor tratamento para manutenção do teor relativo de água após os 3 dias de armazenamento. A partir do sétimo dia de armazenamento, os frutos tratados com 1-MCP, independentemente da concentração aplicada, apresentaram TRA superiores aos apenas embalados com filme de PVC ou controle, não havendo diferença significativa entre os tratamentos sob concentrações diferentes de 1-MCP até o final do armazenamento aos 14 dias, quando o teor médio relativo de água dos frutos foi de 75,79 %.

Tabela 3 - Teor relativo de água (%) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)						
	0	0,5	1	3	7	11	14
Controle	85,16A	82,52A	79,03A	77,00B	71,00C	-	-
Filme de PVC	85,16A	81,74A	81,26A	80,69AB	78,85B	74,00B	-
Smartfresh® (0,5 g m ⁻³)	85,16A	82,23A	82,04A	82,84A	81,70A	78,92A	74,67A
Smartfresh® (1,5 g m ⁻³)	85,16A	82,96A	82,39A	80,98AB	81,86A	78,20A	75,24A
Smartfresh® (1,5 g m ⁻³)	85,16A	82,52A	82,32A	82,43A	80,88A	78,54A	75,28A
Smartfresh® (2,0 g m ⁻³)	85,16A	82,72A	82,25A	82,20A	81,96A	79,88A	78,00A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Nota-se que esse resultado difere do encontrado com relação à perda de massa da matéria fresca, quando, ao final do armazenamento (14 dias), frutos tratados com 0,5 g m⁻³ de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP) apresentaram perda de massa significativamente superior às demais concentrações aplicadas, evidenciando que o 1-MCP atua na redução da perda de massa, não apenas pelo retardamento da perda de água pela transpiração como também pela diminuição da taxa respiratória e consumo de substratos respiratórios.

Observou-se redução linear do teor relativo de água, ao longo do período de armazenamento, nos frutos de jiló armazenados sob refrigeração, independentemente dos tratamentos aplicados (Figura 7). Houve maior eficiência dos frutos de jiló tratados com 1-MCP e embalados com PVC na manutenção de maior teor relativo de água, em relação aos frutos apenas embalados ou do controle.

A taxa de perda de água foi de 1,8153 e 0,8289 % d⁻¹ no controle e frutos apenas embalados com filme de PVC, respectivamente, em que o filme de PVC reduziu em mais de 50 % a taxa de perda de água dos frutos

em comparação com o tratamento controle. Quando aplicado o 1-MCP com posterior embalagem, essas taxas de perda de água se reduziram, em média, cerca de 70 %, em comparação com frutos controle, com taxas de 0,5501, 0,5487 e 0,5505 % d⁻¹, respectivamente, nos frutos expostos às concentrações de 1,5; 1,0 e 0,5 g m⁻³ de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP). Nos frutos deixados sob concentração de 2,0 g m⁻³, a taxa de redução do teor relativo de água foi cerca de 80 % menor que nos frutos controle, com taxa de 0,3703 % d⁻¹, nas condições de armazenamento refrigerado.

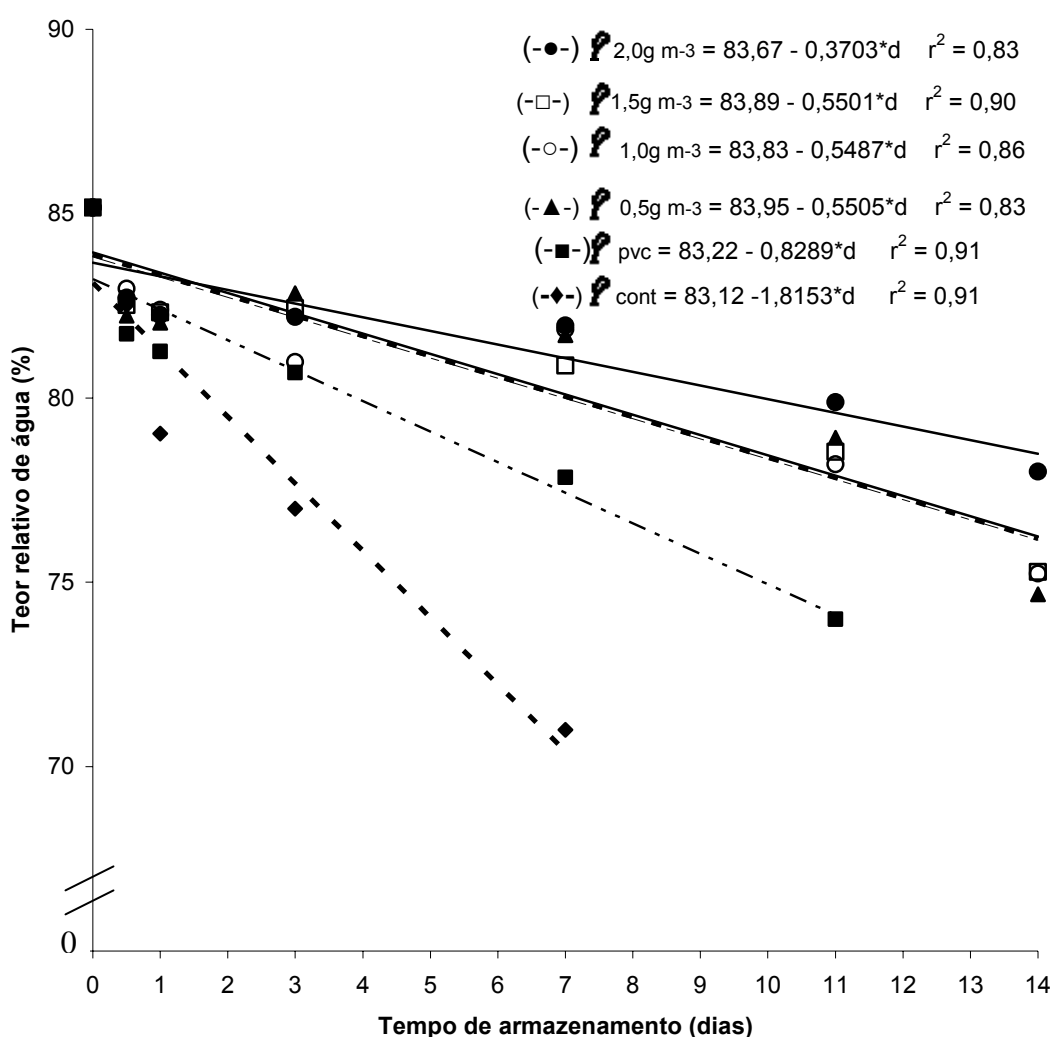


Figura 1 – Teor relativo de água (%) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR. * significativo em 5 % pelo teste “t”.

3.3. Cor, firmeza e injúria por frio

Nos frutos controle, houve mudança visual na coloração e murchamento ao longo do armazenamento; porém, não foi percebida qualquer manifestação de sintomas de injúria por frio (Figura 2). De acordo com a escala de notas adotada para firmeza, no início do armazenamento foi atribuída nota 1 (frutos túrgidos), e nota 0 para o atributo cor (frutos com coloração verde clara). No sétimo dia, observou-se a perda de turgidez e início de amarelecimento dos frutos, tornando o produto não-comercializável (nota 3 para firmeza e nota 2 para a cor).

O filme de PVC manteve os frutos túrgidos e retardou o amarelecimento, durante o período de 11 dias de armazenamento, sendo atribuída nota 1 da escala, ou seja, o produto ainda apresentava qualidade visual aceitável quanto à turgidez, porém já com o amarelecimento, reduzindo a aceitabilidade do produto pelo consumidor, sendo atribuída nota 2 a cor .

O 1-MCP, independentemente da concentração utilizada, foi efetivo em manter a firmeza dos frutos até o final do período de armazenamento, em que os frutos apresentaram completamente túrgidos, enquanto a cor verde clara foi mantida até os 14 dias, quando foi percebida a alteração visual da cor e os frutos apresentavam o início do amarelecimento, atribuindo a nota 1 na escala de cores adotada, frutos com coloração verde-amarelada (Figura 2). Portanto, a aplicação do 1-MCP, independentemente da concentração estudada prolongou a qualidade visual de cor dos frutos de jiló em pelo menos três dias, em comparação aos frutos que foram simplesmente embalados com filme de PVC e em sete dias em comparação aos frutos controle.

Segundo WATKINS (2006), o amarelecimento, na maioria dos produtos, é inibido por 1-MCP. Em muitos produtos, especialmente hortaliças folhosas e algumas frutas como variedades verdes de maçã, a manutenção de cor verde é desejável no mercado e o amarelecimento é considerado um sinal de senescência. Pouco se sabe sobre efeitos de 1-MCP no metabolismo de pigmentos. No entanto, GONG e MATTHEIS (2003) e HERSHKOVITZ et al. (2005) encontraram que a atividade de clorofilases foi reduzida em floretes de brócolis e frutos de abacate tratados com 1-MCP.

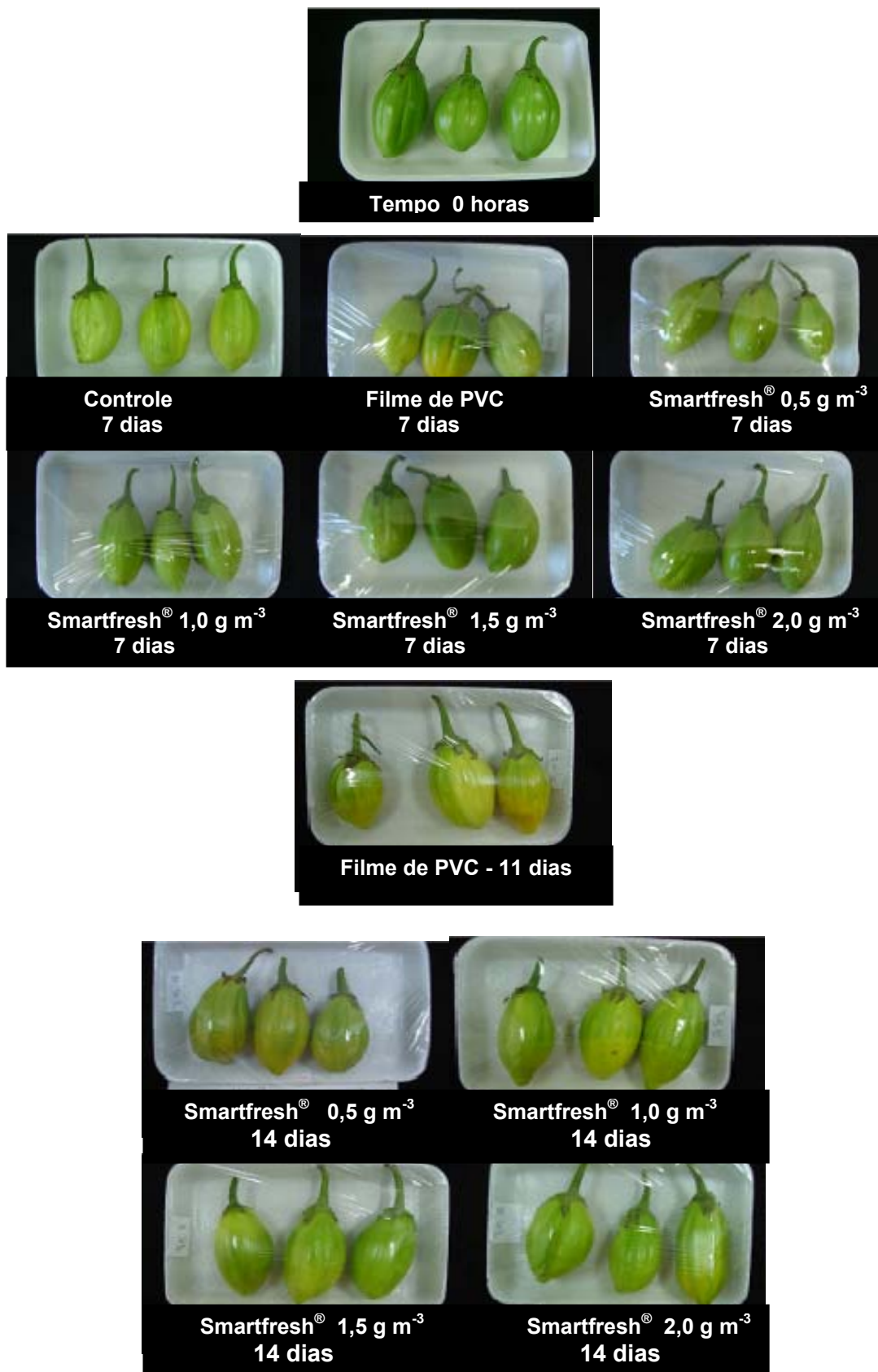


Figura 2 – Variação da cor e murchamento em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

A análise visual é subjetiva; porém, ao consumidor a coloração e a firmeza são atributos de qualidade importantes quando se refere aos frutos de jiló. Frutos murchos e com coloração amarelada são rejeitados pelos consumidores. O nível máximo de perda de massa aceitável para produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência do mercado consumidor e, na maioria dos produtos frescos, a perda de massa máxima observada, sem o aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície, oscila entre 5 e 10 % (FINGER e VIEIRA, 1997).

A redução da concentração de O₂ e a elevação da tensão de CO₂ diminuem a taxa metabólica e a respiração dos frutos, reduzindo a produção e a ação fisiológica do etileno, que dependem de concentrações altas de O₂ e baixas de CO₂ (SALTVEIT, 1999). Essa redução afeta a decomposição da lamela média da parede celular, determinando suas propriedades texturais e de consumo (HUBER, 1983).

A perda de firmeza, ocasionada por mudanças na atividade de enzimas presentes nas células que, juntamente com a perda de água, contribui para as mudanças de textura (FISCHER e AMADO, 1994), tem como causas sugeridas a degradação da protopectina primária, aumento da pectina solúvel e perda de açúcares não-celulósicos, durante o amadurecimento dos frutos (GROSS e SAMS, 1984). Do exposto, sugere-se que os frutos armazenados sob atmosfera modificada, com ou sem aplicação de 1-MCP, mantiveram firmeza em função do seu metabolismo ter sido reduzido pela diminuição das concentrações de O₂ e elevação de CO₂ no ambiente de armazenamento ocasionados pela modificação de atmosfera.

Quanto a injúria por frio, NERES et al. (2004) observaram manifestação dos sintomas em frutos de jiló quando armazenados a 5°C, caracterizando-se por pequenas pontuações deprimidas de coloração escura. Com o tempo de armazenamento, as pontuações aumentaram, verificando-se também, o escurecimento interno do fruto. Contudo, com a temperatura de armazenamento a 10 °C, os frutos não mostraram sintomas de injúria por frio, durante todo o período de armazenamento, assim como foi observado por NERES et al. (2004), quando armazenaram frutos de jiló a 13 °C, independentemente de terem sido ou não embalados.

Incidências de distúrbios por baixa temperatura de alguns frutos foram reduzidas pelo tratamento com 1-MCP, incluindo-se escurecimento interno da polpa em abacates (PESIS et al., 2002; HERSHKOVITZ et al., 2005; WOOLF et al., 2005), e abacaxi (SELVARAJAH et al., 2001), e injúria por frio em frutos cítricos (DOU et al., 2005). Entretanto, a injúria por frio, e o escurecimento interno, foram aumentados por tratamento com 1-MCP em pêssegos e nectarinas (DONG et al., 2001; FAN et al., 2002; GIRARDI et al., 2005).

3.4. Medição instrumental da cor

Observou-se que, de maneira geral, os frutos de jiló tenderam a apresentar um acréscimo de brilho durante o armazenamento refrigerado, independentemente do tratamento sofrido (Tabela 4), em contraste ao encontrado por MORETTI e PINELI (2005) em frutos de berinjela, que observaram redução do brilho dos frutos.

Tabela 4 - Valores Hunter L de jilós submetidos aos respectivos tratamentos e armazenados a 10 °C e 85 % UR.

Valor Hunter	Fruto Fresco (0h)	Tempo de armazenamento dias	Controle	Filme de PVC	Smart-fresh® 0,5 g m ⁻³	Smart-fresh® 1,0 g m ⁻³	Smart-fresh® 1,5 g m ⁻³	Smart-fresh® 2,0 g m ⁻³
L	60,7	0,5	57,0 B	59,7 A	56,2 B	57,9 AB	60,1 A	59,3 A
		1	57,9 A	58,1AB	57,9 AB	56,1 AB	56,5 AB	55,6 B
		3	62,1 A	59,8 A	58,7 A	59,3 A	56,1 A	58,9 A
		7	62,5AB	63,3 A	59,5 ABC	55,5C	57,4 BC	56,7C
		11		63,5 A	60,2 AB	56,4 B	59,6 B	60,2 B
		14			61,1 AB	57,9 B	62,1 A	63,1 A

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas (tratamentos) não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade.

Os frutos embalados com filme de PVC apresentaram brilho superior significativamente em relação ao controle apenas nas primeiras doze horas de armazenamento, não diferindo significativamente após esse período inicial. Ao final do sétimo dia de armazenamento, os frutos controle apresentaram valor de L de 62,5 e os embalados, valor de L de 63,5. MORETTI e PINELI (2005) constataram que os frutos de berinjela

embalados com filme de PEBD apresentaram, de maneira consistente, maior brilho do que os demais frutos não embalados durante o período experimental.

Para WARD e NUSSINOVITCH (1996), a perda de massa da matéria fresca afeta a reflectância especular (brilho (L)), o que foi confirmado por JHA e MATSUOKA (2002) e MORETTI e PINELI (2005), que observaram, em seus estudos, que a reflectância especular da superfície de berinjelas decresceu linearmente com o peso das berinjelas. Todavia, o presente trabalho contesta a tese de JHA e MATSUOKA (2002) de que a perda de massa da matéria fresca afeta significativamente a reflectância especular.

Nos frutos de jiló tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC e armazenados, percebeu-se que não houve, de maneira consistente, um comportamento da luminosidade (L), que poderia descrever a influência das diferentes concentrações de Smartfresh[®] aplicadas sobre esse produto. Porém, notou-se redução do valor de L nos frutos tratados com 1-MCP na concentração de 1,0 g m⁻³ de Smartfresh[®], em comparação com o valor de L inicial, em que os valores foram de 57,9 e 60,7, respectivamente, no final de 14 dias e no início do período experimental. Nas demais concentrações de Smartfresh[®], 0,5; 1,5 e 2,0 g m⁻³, os valores de L elevaram-se ao final dos 14 dias de armazenamento para, respectivamente, 61,1; 62,1 e 63,7.

As amostras avaliadas apresentaram comportamento semelhante quanto ao parâmetro de cor b*, independentemente da aplicação dos tratamentos, com variação positiva ao final do período de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores Hunter b* de jilós submetidos aos respectivos tratamentos e armazenados a 10 °C e 85 % UR.

Valor Hunter	Fruto Fresco (0h)	Tempo de armazenamento (dias)	Controle	Filme de PVC	Smart - fresh [®] 0,5 g m ⁻³	Smart - fresh [®] 1,0 g m ⁻³	Smart - fresh [®] 1,5 g m ⁻³	Smart - fresh [®] 2,0 g m ⁻³
b*	45,9	0,5	45,5A	45,0A	44,9A	45,7A	46,2A	47,3A
		1	46,5A	46,6A	47,2A	47,4A	44,5A	44,8A
		3	48,9AB	49,6A	46,9ABC	48,3ABC	45,8C	46,7BC
		7	49,3A	49,7A	47,6AB	45,6B	46,5AB	48,7A
		11		48,1A	47,6A	46,7A	46,5A	49,5A
		14			47,7A	47,8A	46,7A	49,6A

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas (tratamentos) não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade.

Observaram-se diferenças significativas entre os parâmetros de cor b^* , nos tratamentos, apenas no terceiro e sétimo dia de armazenamento, em que frutos tratados com 1-MCP apresentaram menores variações nos valores de b^* em relação ao início do armazenamento, em comparação aos frutos não tratados com 1-MCP. Essa menor variação do parâmetro b^* é mais evidente, ao terceiro dia, nos frutos tratados nas concentrações de 1,5 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh[®], enquanto que, ao sétimo dia, a menor variação foi para os frutos tratados na concentração de 1,0 g m⁻³ de Smartfresh[®].

O decréscimo do valor positivo de b^* no espaço de cores indica perda de amarelo (LAWLESS e HEYMANN, 1999). MALHEIROS (2007), estudando a alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate, observou correlação significativa de b^* com clorofila *a*, *b* e total ($r = 0,84$; $r = 0,82$ e $r = 0,85$, respectivamente).

Observou-se efeito significativo do 1-MCP com embalagem de filme de PVC sobre o valor de a^* apenas a partir do terceiro dia de armazenamento, exceto à concentração de 0,5 g m⁻³ de Smartfresh[®], que já apresentou valor de a^* significativamente superior ao controle, em módulo, no primeiro dia de avaliação, com valores de a^* , respectivamente, -11,3 e -10,0. Ao final dos 14 dias de armazenamento, o valor do parâmetro a^* não diferiu significativamente entre os frutos tratados com as diferentes concentrações de Smartfresh[®], apresentando valor médio de -10,0 (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores Hunter a^* de jilós submetidos aos respectivos tratamentos e armazenados a 10 °C e 85 % UR.

Valor Hunter	Fruto Fresco (0h)	Tempo de armazenamento (dias)	Filme de PVC		Smart-fresh [®] 0,5 g m ⁻³	Smart-fresh [®] 1,0 g m ⁻³	Smart-fresh [®] 1,5 g m ⁻³	Smart-fresh [®] 2,0 g m ⁻³
			Controle					
a^*	-11,6	0,5	-11,0A	-10,9A	-11,4A	-11,2A	-11,3A	-10,9A
		1	-10,0 A	-10,2AB	-11,3B	-11,1AB	-11,0AB	-10,8AB
		3	-9,5A	-9,6A	-10,7B	-10,9B	-10,9B	-10,7B
		7	-9,3A	-9,1A	-10,9B	-10,6B	-10,7B	-10,6B
		11		-8,7A	-10,4B	-10,5B	-10,5B	-10,5B
		14			-9,6A	-10,3A	-10,1A	-10,2A

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas (tratamentos) não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade.

Apenas a utilização da embalagem de filme de PVC nos frutos de jiló, ao longo do período experimental, não foi suficiente para diferenciar significativamente o valor de a^* , em comparação com o controle, sendo ao final do sétimo dia, os respectivos valores do parâmetro a^* -9,1 e -9,3, nos frutos embalados e no controle. Percebe-se, assim, que a temperatura de armazenamento de 10 °C é determinante para retardar a degradação de clorofila e assegurar a retenção da cor verde, em que valor negativo do parâmetro a^* , a aproximação do zero no espaço de cores corresponde à perda de cor verde (LAWLESS e HEYMANN, 1999). O parâmetro a^* tem mostrado correlação com a concentração de clorofila em diversos trabalhos (SCHMALKO e ALZAMORA, 2001; SINNECKER et al., 2002; MALHEIROS et al, 2006).

O efeito do tempo sobre o valor de a^* foi de incremento, de forma que nos tratamentos avaliados houve decréscimo significativo dos valores absolutos do parâmetro a^* , ao longo da armazenagem. As taxas foram, porém, diferentes e a ordem decrescente na taxa de aumento do valor de a^* por dia acrescido de armazenagem foi: controle; filme de PVC e 0,5, 1,5, 1,0 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh[®] (0,14 % de 1-MCP), em que as respectivas taxas de aumento de a^* foram 1,009; 0,561 e 0,116; 0,084; 0,075 e 0,063 por dia de armazenagem refrigerado (Figura 3).

Percebeu-se que a taxa de acréscimo do valor a^* nos frutos apenas embalados foi 1,8 vezes inferior que a observada nos frutos controle. Todavia, quando tratados com 1-MCP e embalados, essa taxa de acréscimo de a^* é 8,7 vezes menor nos frutos tratados à concentração de 0,5 g m⁻³ de 1-MCP e ainda 13,6 vezes, menor, em média, quando tratados com concentrações acima de 1,0; 1,5 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh[®], em comparação com frutos controle. Quando comparadas as taxas de aumento do valor de a^* dos frutos tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC com os frutos apenas embalados sem a aplicação, percebe-se que a taxa de aumento de a^* é reduzida em 4,8 e 7,5 vezes, respectivamente, nos frutos tratados com 0,5 g m⁻³ de Smartfresh[®] e com as demais concentrações avaliadas.

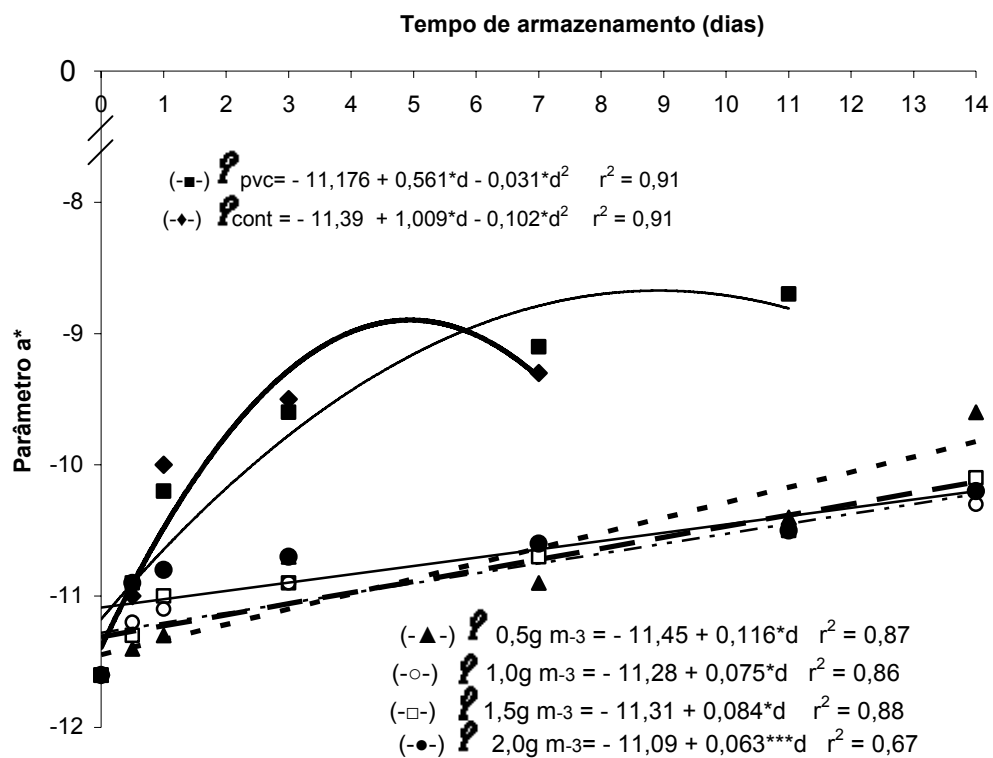


Figura 3 - Alterações do parâmetro de cor a* em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

3.5. Clorofila

O filme de PVC, independentemente da aplicação prévia de 1-MCP, retardou a degradação de clorofila nos frutos de jiló armazenados sob refrigeração, em comparação com o controle, já no primeiro dia. Ao final do sétimo dia de armazenamento, o teor de clorofila dos frutos embalados foi cerca de 31 % superior ao teor do controle, sendo os teores médios de clorofila, respectivamente, 311,52 e 237,55 mg 100 g MS⁻¹ (Tabela 7).

Tabela 7 – Teores de clorofila (mg 100 g MS⁻¹) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh[®] (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	1	3	7	11	14
Controle	430,60A	358,56 B	322,03 C	237,55 C	-	-
Filme de PVC	430,60A	410,85 A	355,78 BC	311,52B	237,23B	-
Smartfresh [®] (0,5 g m ⁻³)	430,60A	429,87A	375,57AB	374,20A	326,31A	297,58 A
Smartfresh [®] (1,0 g m ⁻³)	430,60A	429,65 A	406,15 A	376,11A	322,79A	286,10 A
Smartfresh [®] (1,5 g m ⁻³)	430,60A	425,79A	379,19 AB	367,93A	321,29A	291,85 A
Smartfresh [®] (2,0 g m ⁻³)	430,60A	420,57A	393,17 A	362,27A	323,16A	295,27A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao final de onze dias de armazenamento, os frutos embalados sem exposição ao 1-MCP apresentaram teor médio de clorofila de 237,23 mg 100 g MS⁻¹, valor 45 % menor que o teor de clorofila inicial, valor equivalente, ao encontrado nos frutos controle, já no sétimo dia de armazenamento

A clorofila é um pigmento afetado pela atmosfera modificada, estando amplamente associada com a qualidade de hortaliças (LEE e KADER, 2000). A utilização de atmosfera modificada atuou eficientemente no controle da descoloração de hortaliças como cebola verde, ervilha e brócolis

mantendo melhor e maior qualidade visual (HONG et al., 2000; LEE e KADER, 2000; PARIASCA et al., 2001).

É reconhecida a ação da modificação da atmosfera na redução da síntese e ação do etileno, e conseqüente prevenção do desenverdecimento de produtos hortícolas (LEE e KADER, 2000), provavelmente por inibir a ação de enzimas como as clorofilases, que aceleram a senescência (KAYS, 1991). Dessa forma, ocorreu o esperado, ou seja, houve, de maneira geral, redução do desenverdecimento com o uso da atmosfera modificada até o sétimo dia de armazenamento, em comparação com os frutos controle. Resultado semelhante também foi verificado por PARIASCA et al. (2001) em ervilha, ao combinar atmosfera modificada com baixa temperatura.

Os frutos de jiló tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC apresentaram teores superiores de clorofila em relação aos frutos controle e, de forma mais evidente, nos frutos tratados nas concentrações de 1,0 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh® em que, no terceiro dia de armazenamento, observaram-se teores de clorofila de 406,15 e 393,17 mg 100 g MS⁻¹, respectivamente, e 355,78 mg 100 g MS⁻¹ nos frutos apenas embalados.

Não houve diferença significativa entre as concentrações de 1-MCP (Smartfresh® com 0,14 % de 1-MCP), quanto à degradação de clorofila durante todo o período de armazenamento. A partir do sétimo dia de avaliação, os frutos tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC exibiram teores de clorofila significativamente superiores aos encontrados nos frutos embalados sem aplicação de 1-MCP, com teor de clorofila de 292,70 mg 100 g MS⁻¹, ao final de 14 dias de avaliação, valor 32 % inferior ao teor de clorofila inicialmente encontrado nos frutos de jiló. Nos frutos apenas embalados com filme de PVC sem aplicação de 1-MCP, o teor de clorofila foi de 237 mg 100 g MS⁻¹, aos 11 dias de armazenamento, valor 45 % inferior ao teor médio de clorofila inicial, como foi mencionado.

No caso de citros, o efeito prático do etileno ocorre sobre a coloração da epiderme, que passa mais rapidamente de verde para amarela ou laranja, como resposta à aplicação do regulador vegetal. O etileno promove aumento na atividade das enzimas clorofilases e oxidases (YAMAUCHI et al., 1997), responsáveis pela degradação da clorofila e desaparecimento da cor verde. Ao mesmo tempo, o etileno estimula a carotenogênese, o que promove o

aparecimento da cor amarela ou laranja (STEWART e WHEATON, 1972) e conduz à decomposição das giberelinas responsáveis pela manutenção da coloração verde da fruta (GOLDSCHMIDT e GALILI, 1974; SCHECHTER et al., 1989).

A degradação da clorofila, ao longo do tempo de armazenagem, apresentou como melhor ajuste, modelos lineares nos tratamentos estudados, com taxa média negativa do teor de clorofila nos frutos de jiló tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC de $9,70 \text{ mg } 100 \text{ g MS}^{-1}$ por dia de armazenamento, enquanto que nos frutos apenas embalados com filme de PVC e controle, as taxas de degradação clorofila foram, respectivamente, $16,99$ e $24,88 \text{ mg } 100 \text{ g MS}^{-1}$ por dia de armazenamento refrigerado (Figura 4).

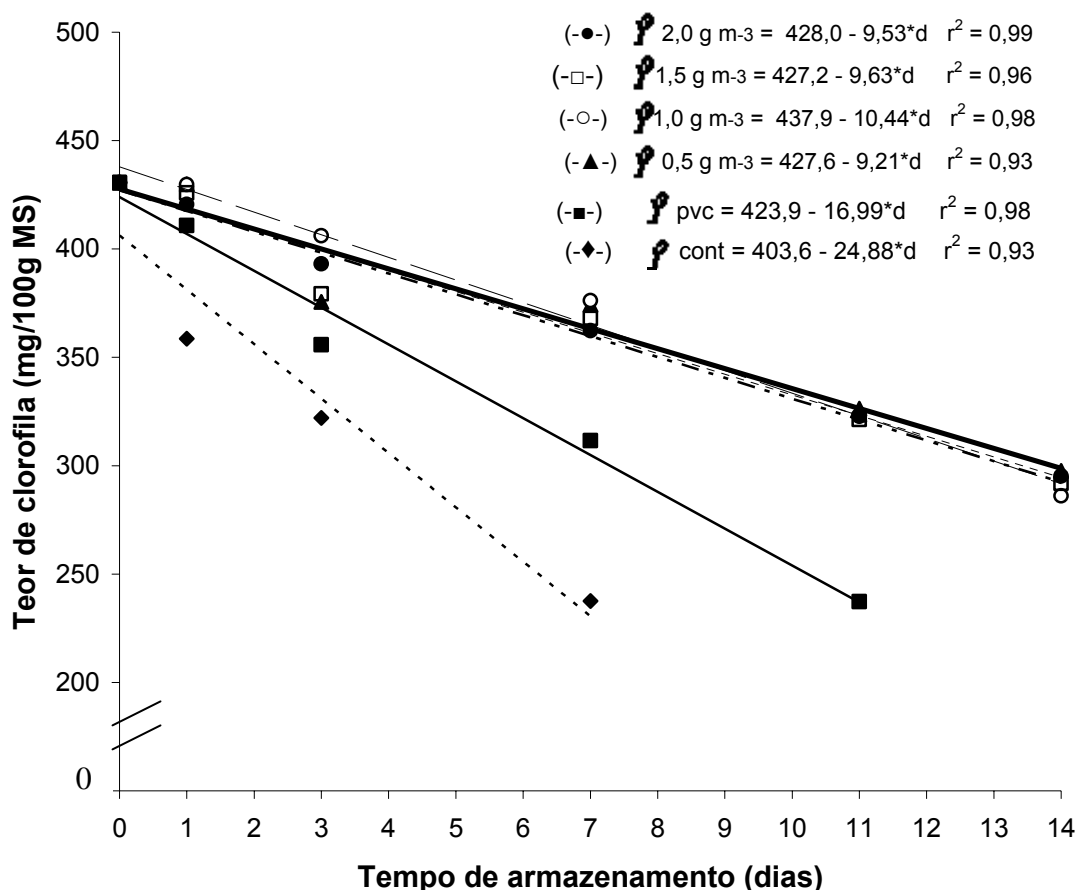


Figura 4 - Teores de clorofila ($\text{mg } 100 \text{ g MS}^{-1}$) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh[®] (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR. * significativo em 5 % pelo teste "t".

Observa-se que o filme de PVC reduziu em cerca de 32 % a taxa de degradação de clorofila em comparação com o controle, enquanto a aplicação do 1-MCP por 24 horas, combinada com a embalagem dos frutos com filme de PVC promoveu redução média de 61 e 43 % da taxa de degradação de clorofila, em comparação, respectivamente, com o controle e com frutos apenas embalados com o PVC sem aplicação prévia do 1-MCP.

3.6. Teor de açúcares solúveis totais

A embalagem com filme de PVC dos frutos de jiló, independentemente da aplicação prévia de 1-MCP, reduziu significativamente o consumo de açúcares solúveis totais a partir do terceiro dia de armazenamento, em comparação com o controle. Ao final do sétimo dia, os teores de açúcares solúveis totais nos frutos embalados foram 28 % superior aos do controle, com valores, respectivamente, 26,45 e 20,69 % MS (Tabela 8).

Tabela 8 – Teores de açúcares solúveis totais (% MS) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	1	3	7	11	14
Controle	21,67 A	23,30 B	19,83 B	20,69 B	-	-
Filme de PVC	21,67 A	25,56AB	25,87 A	26,45A	24,70 A	-
Smartfresh® (0,5 g m ⁻³)	21,67 A	25,40AB	22,21AB	23,70A	25,21A	25,47A
Smartfresh® (1,0 g m ⁻³)	21,67 A	25,59AB	21,34 AB	24,26A	25,03A	24,65A
Smartfresh® (1,5 g m ⁻³)	21,67 A	26,32 A	22,31AB	24,46A	25,56A	25,50A
Smartfresh® (2,0 g m ⁻³)	21,67 A	26,29 A	22,91AB	25,21A	26,15A	26,22A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Frutos de jiló tratados com concentrações de 1,5 e 2,0 g m⁻³ de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP) apresentaram teores de açúcares solúveis totais significativamente superiores aos do controle, já após o primeiro dia de armazenamento. Ao final dos quatorze dias de armazenagem refrigerada, os frutos tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC, apresentaram teores médios de açúcares solúveis totais de 25,46 % MS, valor 17 % maior do que os teores de açúcares solúveis totais inicialmente encontrados.

Observou-se que ao longo do armazenamento houve oscilações nos teores de açúcares solúveis totais nos frutos de jiló submetidos aos diferentes tratamentos, havendo alternância de períodos de acúmulo e de consumo de açúcares. Não existem informações na literatura, sobre o comportamento respiratório de frutos de jiló. Entretanto, o comportamento observado, provavelmente ocorreu em vista do avanço do processo de maturação, pois foi verificada evolução de cor nos frutos, e pode ter havido, além de outras alterações, aumento da biossíntese de sólidos solúveis totais, como açúcares redutores e não redutores, como relatado por NERES et al (2004).

Os resultados do presente experimento estão em consonância com os observados por KAYNAS et al. (1995), que verificaram que houve aumento nos teores de açúcares solúveis e diminuição nos teores de amido em berinjelas armazenadas sem embalagem plástica, em comparação com frutos armazenados sob atmosfera modificada. Isso demonstra que além de a perda de água contribuir para a concentração dos sólidos solúveis, o estresse causado aumenta o metabolismo do amido, que é hidrolisado em compostos de menor peso molecular, como os açúcares solúveis, resultando no aumento do teor de sólidos solúveis totais.

3.7. Amido

Percebeu-se que frutos tratados com 1-MCP (Smartfresh® com 0,14 % de 1-MCP), independentemente da concentração, apresentaram teores superiores de amido em relação aos frutos não tratados, porém não o suficiente para diferir estatisticamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9 - Teores de amido (% MS) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	1	3	7	11	14
Controle	20,21A	17,71A	17,37 A	15,58 A	-	-
Filme de PVC	20,21A	17,98 A	17,52 A	16,65 A	16,02 A	-
Smartfresh® (0,5 g m ⁻³)	20,21A	18,05A	17,72 A	17,15 A	16,32 A	16,14A
Smartfresh® (1,0 g m ⁻³)	20,21A	18,11 A	17,85 A	17,31A	16,48 A	16,24A
Smartfresh® (1,5 g m ⁻³)	20,21A	18,08 A	17,66 A	17,43 A	16,61 A	16,27A
Smartfresh® (2,0 g m ⁻³)	20,21A	18,15A	17,82 A	17,55 A	16,52 A	16,39 A

Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Houve degradação contínua do amido ao longo do armazenamento dos frutos de jiló, com um consumo maior nas primeiras 24 horas de armazenamento. Após esse período de intenso metabolismo, o consumo de amido ocorreu de forma menos acentuada (Tabela 9; Figura 5). O menor consumo de amido após as 24 horas iniciais poderia ser explicado pela menor demanda por açúcares nesse período e, portanto, menor conversão em açúcares, ou, utilização de outros substratos respiratórios como ácidos orgânicos e proteínas, como sugere KING e MORRIS (1994).

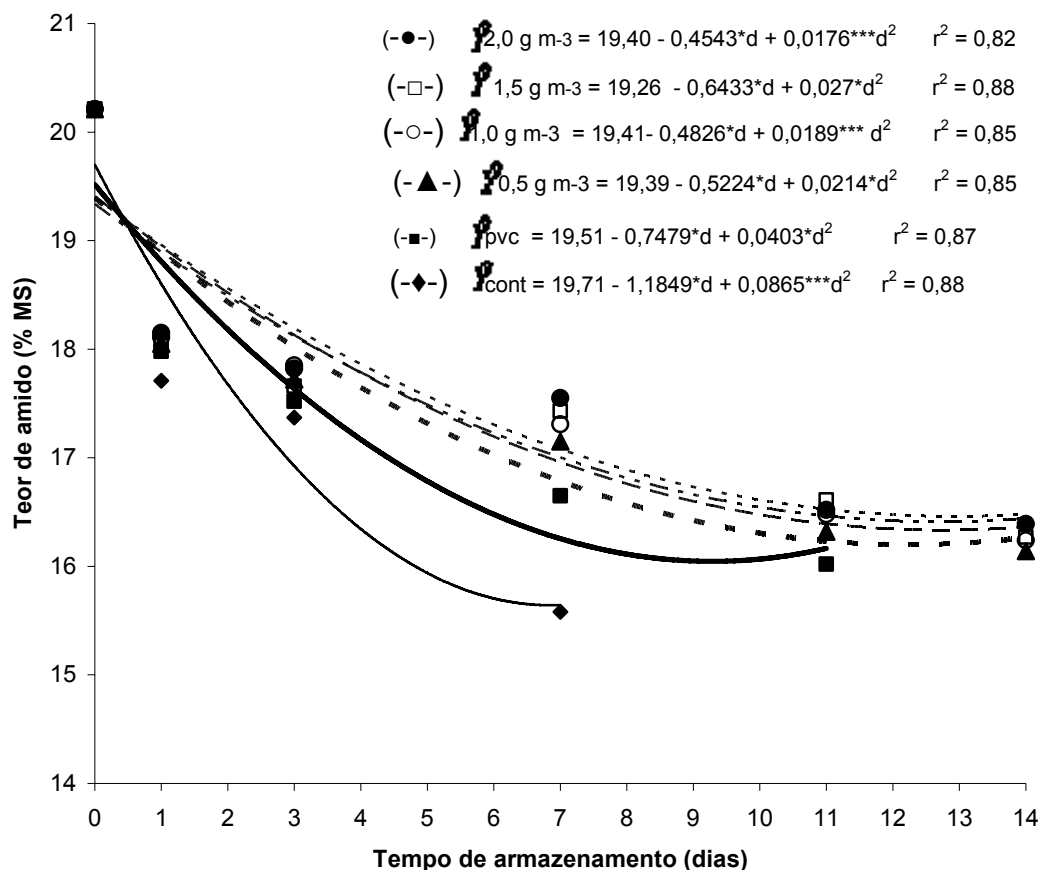


Figura 5 – Teores de amido (% MS) em frutos de jilós submetidos aos tratamentos controle, embalados com filme de PVC, e aplicação de 1-MCP, nas respectivas concentrações de Smartfresh® (0,14 % de 1-MCP), durante o armazenamento a 10°C e 85% UR. *, *** significativo em 5 e 10 %, respectivamente, pelo teste “t”.

Os melhores ajustes para as equações de regressão que explicam o comportamento dos teores de amido ao longo do tempo de armazenamento pós-colheita, forneceram como modelos, funções quadráticas para os tratamentos (Figura 5). Somente a aplicação da embalagem foi suficiente em reduzir a taxa de degradação de amido nos frutos em cerca de 37 %, em relação ao controle, em que as taxas de consumo foram de 0,7479 e 1,1849 % MS por dia de armazenamento, respectivamente, nos frutos embalados com filme de PVC e os controle.

O acúmulo de CO₂ e vapor de água, e o esgotamento de O₂ ocasionados em função da interação entre o processo natural de respiração do produto e a troca gasosa através da embalagem implicam em redução da

perda de água por transpiração, reduzindo-se também a produção e sensibilidade ao etileno e as reações de oxidação (AMARANTE et al., 2001; FONSECA et al., 2000; CHEN et al., 2000).

Quando aplicado o 1-MCP, independentemente da concentração utilizada, sobre os frutos de jiló, antes da embalagem com filme de PVC, observou-se comportamento similar sobre os teores de amido, ao longo do armazenamento em comparação com os frutos apenas embalados, sem a aplicação prévia de 1-MCP. A taxa média de degradação de amido para os frutos tratados com 1-MCP foi de 0,5256 % MS por dia de armazenamento refrigerado, valor 30 % inferior à da taxa de degradação de amido nos frutos apenas embalados com filme de PVC e 55 % inferior à taxa dos frutos controle. Segundo FAN et al. (1999), a degradação de amido é, às vezes, retardada nos frutos tratados com 1-MCP. O conteúdo de sólidos solúveis nos produtos tratados pode ser superior ao dos produtos não tratados por causa da menor taxa respiratória, mas pode ser superior, inferior ou o mesmo daqueles frutos não tratados, dependendo dos produtos e das condições de armazenamento (FAN et al., 1999; WATKINS et al., 2000; BENASSI et al., 2003).

4. CONCLUSÕES

Houve mudança visual na coloração e murchamento dos frutos de jiló ao longo do armazenamento, porém não foi percebida qualquer manifestação de sintomas de injúria por frio.

O 1-MCP, independente da concentração utilizada, foi mais eficiente no controle da coloração e firmeza dos frutos e prolongou a qualidade visual em pelo menos três dias em comparação aos frutos que foram simplesmente embalados com filme de PVC e em sete dias em comparação aos frutos controle.

Os frutos de jiló tratados com 1-MCP e embalados com filme de PVC apresentaram menores variações dos valores do parâmetro a^* e teores superiores de clorofila em relação aos não tratados.

Frutos de jiló embalados com filme de PVC, independentemente da aplicação de 1-MCP, apresentaram teores de açúcares solúveis totais significativamente superiores ao controle durante o armazenamento.

Os teores de amido no jiló não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto percebeu-se redução nas taxas de consumo de amido quando os frutos foram tratados com 1-MCP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE, C.; BANKS, N. H.; GANESH, S. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 291 - 301, 2001.

ARNON, D. I. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 411 - 416, 1949.

BENASSI, G.; CORREA, G.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Shelf life of custard apple treated with 1-methylcyclopropene — an antagonist to the ethylene action. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 115 - 119, 2003.

BLANK, E. N. SHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1- Methylcyclopropene: a Review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, p. 1 - 25, 2003.

BLANK, E. N.; SHIP, S. M. **Potential 1-MCP revolution**. Disponível na internet <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pgDisplay.php?article=PC2000E>. Acessado em 03 jun. de 2008.

BRECHT, J. K.; BRECHT, P. E. Effect of small temperature differences on quality of horticultural commodities. **PEB Commodities**, p. 8 -12, 2002.

CARVALHO, A. C. P. P.; RIBEIRO, R. L. D. Análise da capacidade combinatória em cruzamentos dialélicos de três cultivares de jiloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.48 - 51, 2002.

CATSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B., ed. **Methods of studying plant water relations**. Berlin: Springer-Verlag, p.121 - 131, 1974.

CHEN, X.; NAARTEN, L. A. T. M.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; BANKS, N. H. The effect of temperature on gases relations in MA packages for capsicums (*Capsicum annum* L., cv. Tasty): an integrated approach. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 71 - 80, 2000.

DAY, B. D. F. High oxygen modified atmosphere packaging for fresh prepared produce. **Postharvest News and Information**, v. 7, p. 31 - 34, 1996.

DONG, L.; ZHOU H. W.; SONEGO L.; LERS, A.; LURIE, S. Ethylene involvement in the cold storage disorder of 'Flavortop' nectarine. **Postharvest Biology and Technology**. v. 23, p. 105 - 115, 2001.

DOU, H.; JONES, S.; RITENOUR, M. Influence of 1-MCP application and concentration on post-harvest peel disorders and incidence of decay in citrus fruit. **Journal of Horticulture Science and Biotechnology**, v. 80, p. 786 - 792, 2005.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350 - 356, 1956.

FALLIK, E.; NAOMI, T. G.; SHOSHANA, G.; DAVIDSON, H. Prolonged low temperature storage of eggplants in polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, v. 5, p. 85 - 89, 1995.

FAN X. T.; BLANK, E. N.; SHIP, S. M.; MATTHEIS, J. P. 1-methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal American Society Horticulture Science**, v. 124, p. 690 - 695, 1999.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. Interactive effects of 1-MCP and temperature on 'Elberta' peach quality. **HortScience**, v. 37, p. 134 - 138, 2002.

FENG, X.; APELBAUM, A.; SISLER, E. C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1- methylciclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. v. 20, p. 143 - 150, 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2^a. ed., Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Cadernos Didáticos, 19, 29 p. Editora UFV, Viçosa - MG, 1997.

FISCHER, M.; AMADO, R. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 1: Analysis of the alcoholinsoluble residue. **Carbohydrate Polymers**, v. 25, p.161 - 166, 1994.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; LINO, I. B. M.; BRECHT, J.; CHAU, K. V. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 9 -15, 2000.

GALVÃO, H. L; FINGER, F. L; PUIATTI, M.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, L. S. Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a conservação pós-colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 33, p. 101 - 106, 2008.

GIRARDI, C. L.; CORRENT, A. R; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M. R; DA COSTA, T. S.; BRACKMANN, A. Effect of ethylene, intermittent warming and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (*Prunus persica* cv. Chiripa) during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, p. 25 - 33, 2005.

GOLDSCHMIDT, E. E.; GALILI, D. The fate of endogenous gibberellins and applied radiactive gibberellin A3 during natural and ethylene-induced senescence in Citrus peel. **Plant and Cell Physiology**, v. 15, p. 485 - 491, 1974.

GONG, Y. P.; MATTHEIS, J. P. Effect of ethylene and 1-methylcyclopropene on chlorophyll catabolism of broccoli florets. **Plant Growth Regulation**, v. 40, p. 33 - 38, 2003.

GROSS, K. C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry**, v. 23, p. 2457 - 2461, 1984.

HARIMA, S.; NAKANO, R.; YAMAUCHI, S.; KITANO, Y.; YAMAMOTO, Y.; INABA, A.; KUBO, Y. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v. 29, p. 318 - 323, 2003.

HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S. I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p. 252 - 264, 2005.

HERTOG, M. L.; TIJSKENS, L. M. M. Modeling modified atmosphere packaging of perishable produce: keeping quality at dynamic conditions. **Acta Alimentaria**, v. 27, p. 53 - 62, 1998.

HOEBERICHTS, F. A.; VAN DER PLAS, L. H. W.; WOLTERING, E. J. Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v.26, p. 125 - 33, 2002.

HOFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEIBURG, G. F; MACNISH, A. J., JOYCE, D. C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, p. 567 - 572, 2001.

HONG, G.; PEISER, G.; CANTWELL, M. I. Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 53 - 61, 2000.

HUBER, D. J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. **Horticultural Review**, v. 5, p. 169 - 219, 1983.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications note**, v. 8, p. 1 - 15, 1996. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>>. Acesso em: 02 Junho. 2008.

JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F.; DE RUDDER, T.; DEBEVERE, J. Designing equilibrium modified atmosphere packages for fresh-cut vegetables subjected to changes in temperature. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 33, p. 178 -187, 2000.

JHA, S. N.; MATSUOKA, T. Non-destructive techniques for quality evaluation of intact fruits and vegetables a review. **Food Science and Technology Research**, v. 6, p. 284 - 285, 2002.

JEONG, J.; HUBER, D. J.; SARGENT, S. A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea Americana*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, p. 241 - 364, 2002.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 1 - 30, 1989.

KAYNAS, K.; OZELKOK, S.; SUMELI, N.; ABAK, K. Controlled and modified atmosphere storage of eggplant (*Solanum melongena* L.) fruits. **Acta Horticulturae**, v. 412, p. 143 - 151, 1995.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453 p.

KING, G. A.; MORRIS, S. C. Early compositional changes during postharvest senescence of broccoli. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, p. 1000 - 1005, 1994.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. Maryland: Aspen Publishers, 1999. 803 p.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207 - 220, 2000.

LICHESTEINER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350 - 382, 1987.

MACNISH, A. J.; SIMONS, D. H.; JOYCE, D. C.; FARAGHER, J. D.; HOFMAN, P. J. Responses of native Australian cut flowers to treatment with 1-Methylcyclopropene and ethylene. **Hortscience**, v. 35, p. 254 - 255, 1999.

MALHEIROS, G. C.; PARODI, T. V.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. R. Comparação de métodos espectrofotométricos para determinação de clorofila e feofitina em erva-mate. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 20, Curitiba. SBCTA, 2006. 1 CD-ROM.

MALHEIROS, G.C. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão.** Dissertação (Mestrado). 90 p. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2007.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V. Determination of starch and amylose in vegetables. **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 1156 - 1158, 1950.

MIR, N.; CANOLES, M.; BEAUDRY, R.; BALDWIN, E.; PAL MEHLA, C. Inhibiting tomato ripening with 1-methylcyclopropene. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 129, p. 112 - 120, 2004.

MORETTI, C. L.; PINELI, L. L. O. Qualidade química e física de berinjelas submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 339 - 344, 2005.

MORGADO, H. S; DIAS, M. J. V. Caracterização da coleção de germoplasma de jiló do CNPH/Embrapa. **Horticultura Brasileira**, v.10, p. 86 - 88, 1992.

MOSTOFI, Y.; TOIVONEN, P. M. A.; LESSANI, H.; BABALAR, M.; LU, C. W. Effects of 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 285 - 292, 2003.

MULLINS, E. D; MCCOLLUM, T. G; McDONALD, R. E. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, p. 155 - 164, 2000.

NAGAI, H. Jiló. *Solanum gilo* Radd. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DE MARIA, I.C.; FURLANI, A.M.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** 6.ed., Campinas: IAC, 1998. 213 p. (Boletim, 200)

NERES, C. R. L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E. R.; MOTA, W. F. da; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. **Bragantia**, v. 63, p. 431 - 438, 2004.

OPIYO, A. M.; YING, T. J. The effects of 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme) fruit. **International Journal of Food Science Technology**, v. 40, p. 665 - 673, 2005.

PARIASCA, J. A. T.; MIYAZAKI, T.; HISAKA, H.; NAKAGAWA, H.; SATO T. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality of snow pea pods (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 213 - 223, 2001.

PAULL, E. R. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p. 263 - 277, 1999.

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

PICCHIONI, G. A.; VALENZUELA-VAZQUEZ, M.; MURRAY, L. W. Calcium and 1-methylcyclopropene delay desiccation of *Lupinus havardii* cut racemes. **Hortscience**, v. 37, p. 122 - 125, 2002.

PRANGE, R. K.; DELONG, M. 1-Methylcyclopropene: the magic bullet for horticultural products. **Chronica Horticulture**, v. 43, p. 11 - 14, 2003.

SALTVEIT, M. E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 279 - 292, 1999.

SCHECHTER, S.; GOLDSCHMIDT, E. E.; GALILI, D. Persistence of (14C) gibberellin A3 and (3H) gibberellin A1 in senescing, ethylene treated citrus and tomato fruit. **Plant Growth Regulation**, v. 8, p. 243 - 253, 1989.

SCHMALKO, M. E.; ALZAMORA, S. M. Color, chlorophyll, caffeine, and water content variation during yerba-mate processing. **Drying Technology**, v. 3, p. 597 - 608, 2001.

SHIBAIRO, S.I., UPADHYAYA, M.K., TOIVONEN, P.M.A. Changes in water potential, osmotic potential, and tissue electrolyte leakage during mass loss in carrots stored under different conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 95, p. 13 - 21, 2002.

SINNECKER, P.; GOMES, M.S.O.; ARÊAS, J.A.G; LANFER-MARQUEZ, U.M. Relationship between color (instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3961 - 3966, 2002.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Compounds controlling the ethylene receptor. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 40, p. 1 - 7, 1999.

STEWART, I.; WHEATON, T.A. Carotenoids in citrus: their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.20, p.448 - 449, 1972.

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

WARD, G.; NUSSINOVITCH, A. Peel gloss as a potential indicator of banana ripeness. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**. v. 29, p. 289 - 294, 1996.

WATKINS, C. B.; NOCK, J. F.; WHITAKER, B. D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, p. 17 - 32, 2000.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Research review paper. **Biotechnology Advances**, v. 24, p. 389 - 409, 2006.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of cotton plant. I. The field. Measurement of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v. 49, p. 81-97, 1950.

WHITELOCK, D. P.; BRUSEWITZ, G. H.; SMITH, M. W.; ZHANG, X. H. Humidity and air flow during storage affect peach quality. **HortScience**, v. 29, p. 798 - 801, 1994.

WOOLF, A. B.; REQUEJO-TAPIA, C.; COX, K. A.; JACKMAN, R. C.; GUNSON, A.; ARPAIA, M. L. 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 43 - 60, 2005.

YAMAUCHI, N.; AKIYAMA, Y.; KAKO, S.; HASHINAGA, F. Chlorophyll degradation in Wase satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit with on-tree maturation and ethylene treatment. **Scientia Horticulturae**, v. 71, p. 35 - 42, 1997.

APÊNDICE

QUADRO 1 - Resumo das análises de variância de perda de massa fresca (PMF), Teor relativo de água (TRA), Teor de clorofila total (TCT), Teor de açúcares solúveis totais (TAST), Teor de amido (TA), e coordenadas L a* b* (Sistema CIELAB), nos frutos de jiló, como variáveis dos tratamentos controle, embalagem com filme de PVC e tratados com pré-resfriamento seguidos ou não de embalagem com filme de PVC, durante armazenamento a 10 °C e 85 % de UR, e os respectivos coeficientes de variação (C.V. %). Quadro 1.A. – DIC (Parcelas subdivididas (0, 1, 3, 5 e 7 dias)); Quadro 1.B. – DIC (11 dias).

QUADRO 1.A.

F.V. (A)	GL	Quadrados Médios							
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA	L	a	b
Tratamento	3	92,76**	50,64**	1136,04*	26,27 ^{ns}	4,62 ^{ns}	1,77 ^{ns}	2,09**	1,03 ^{ns}
Resíduo (A)	12	0,12	9,61	328,54	11,46	12,23	1,65	0,17	2,51
Tempo	4	106,02**	361,18**	5345,79*	90,35**	23,59 ^{ns}	3,54 ^{ns}	4,39**	3,15 ^{ns}
Tratamento x Tempo	12	9,26**	22,54 ^{ns}	166,47 ^{ns}	3,61 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Resíduo	48	0,83	11,95	621,20	7,98	10,69	1,51	0,15	2,75
C.V. (%)		8,65	4,42	6,97	13,19	15,89	2,09	-3,50	3,58

** F significativo em nível de 1 % de probabilidade.

* F significativo em nível de 5 % de probabilidade.

ns - F não significativo em 5 % de probabilidade.

QUADRO 1.B.

F.V. (B)	G.L.	Quadrados Médios							
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA	L	a	b
Tratamento	1	0,27 ^{ns}	36,35*	207,38 ^{ns}	4,07 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Resíduo	6	0,19	4,73	741,06	22,06	6,07	1,30	0,30	3,93
C.V. (%)		9,02	2,89	7,76	17,75	12,69	1,89	-6,19	4,36

* F significativo em nível de 5 % de probabilidade.

ns - F não significativo em 5 % de probabilidade.

QUADRO 2 - Resumo das análises de variância de perda de massa fresca (PMF), Teor relativo de água (TRA), Teor de clorofila total (TCT), Teor de açúcares solúveis totais (TAST), Teor de amido (TA), nos frutos de quiabo, como variáveis dos tratamentos controle, embalagem com filme de PVC e tratados com pré-resfriamento seguidos ou não de embalagem com filme de PVC, durante armazenamento a 10 °C e 85 % de UR, e os respectivos coeficientes de variação (C.V. %). Quadro 2.A. – DIC (Parcelas subdivididas (0, 12, 24, 48 e 72 horas)); Quadro 2.B. – DIC (7 dias).

QUADRO 2.A.

F.V. (A)	GL	Quadrados Médios				
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA
Tratamento	3	313,73*	168,29*	843,75*	16,19*	0,48 ^{ns}
Resíduo (A)	12	0,74	6,26	106,23	3,79	0,80
Tempo	4	263,93*	117,14*	11932,24*	204,55*	2,88*
Tratamento x Tempo	12	48,72*	24,49*	1006,93*	4,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Resíduo	48	0,55	3,92	178,24	3,70	0,70
C.V. (%)		15,53	4,97	4,37	11,35	10,95

* F significativo em nível de 5 % de probabilidade.

ns - F não significativo em 5 % de probabilidade.

QUADRO 2.B.

F.V. (B)	G.L.	Quadrados Médios				
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA
Tratamento	1	4,48 ^{ns}	28,91 [*]	55,33 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Resíduo	6	1,39	4,72	176,74	10,32	0,20
C.V. (%)		31,92	2,77	4,77	19,09	6,78

* F significativo em nível de 5 % de probabilidade

ns - F não significativo em 5 % de probabilidade

QUADRO 3 - Resumo das análises de variância de perda de massa fresca (PMF), Teor relativo de água (TRA), Teor de clorofila total (TCT), Teor de açúcares solúveis totais (TAST), Teor de amido (TA), e coordenadas L a* b* (Sistema CIELAB), nos frutos de jiló, como variáveis dos tratamentos controle, embalagem com filme de PVC e tratados com 1-MCP seguidos de embalagem com filme de PVC, durante armazenamento a 10 °C e 85 % de UR, e os respectivos coeficientes de variação (C.V. %). Quadro 3.A. – DIC (Parcelas subdivididas (0, 1, 3, 7 dias)); Quadro 3.B. – DIC (11 dias); Quadro 3.C. – DIC (14 dias).

QUADRO 3.A.

F.V. (A)	GL	Quadrados Médios							
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA	L	a	b
Tratamento	5	27,57**	56,56**	68,60**	0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	36,10**	3,61**	10,03 ^{ns}
Resíduo (A)	18	0,01	7,80	6,10	0,09	0,02	5,50	0,07	4,74
Tempo	3	113,78**	114,66**	347,74**	2,90**	6,64**	46,16**	9,60**	31,87**
Tratamento x Tempo	15	6,24**	15,31*	14,58 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	9,64**	0,49**	6,86 ^{ns}
Resíduo	54	0,04	7,91	9,03	0,07	0,02	3,67	0,16	5,46
C.V. (%)		10,09	3,43	9,21	8,55	12,27	3,24	-3,77	4,97

** F significativo em nível de 1 % de probabilidade.

* F significativo em nível de 5 % de probabilidade.

ns - F não significativo em 5 % de probabilidade.

QUADRO 3.B.

F.V. (B)	G.L.	Quadrados Médios							
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA	L	a	b
Tratamento	4	1,81**	20,56**	5951,27**	3,81 ^{ns}	1,17**	13,52**	2,54**	1,99 ^{ns}
Resíduo	15	0,09	1,35	303,41	1,92	0,17	1,64	0,13	0,68
C.V. (%)		5,54	1,49	5,69	3,69	6,02	2,11	-3,51	1,73

QUADRO 3.C.

F.V. (C)	G.L.	Quadrados Médios							
		PMF	TRA	TCT	TAST	TA	L	a	b
Tratamento	3	0,397 ^{ns}	8,86*	1,53 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,0107*	20,78*	0,41 ^{ns}	9,31 ^{ns}
Resíduo	12	0,518	2,11	12,82	0,13	0,0027	3,71	0,53	5,67
C.V. (%)		11,51	1,92	14,89	8,69	7,98	3,15	-7,25	4,95

** F significativo em nível de 1 % de probabilidade.

* F significativo em nível de 5 % de probabilidade.

^{ns} F não significativo em 5 % de probabilidade.