

WAGNER FERREIRA DA MOTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CONSERVAÇÃO PÓS-
COLHEITA EM ATMOSFERA MODIFICADA DOS FRUTOS DE
CULTIVARES DE QUIABEIRO**

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
2002

WAGNER FERREIRA DA MOTA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA EM ATMOSFERA MODIFICADA DOS FRUTOS DE CULTIVARES DE QUIABEIRO

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: 29 de Agosto de 2002.

Prof. Derly José Henriques da Silva
(Conselheiro)

Prof. Paulo César Corrêa
(Conselheiro)

Profa. Sílvia Nietsche

Profa. Regina Cássia Ferreira Ribeiro

Prof. Fernando Luiz Finger
(Orientador)

A Deus,

De forma muito especial, à minha querida mãe Berenice,

Ao meu pai Valdir,

Aos meus irmãos Valnícia, Valder, Valdinice e Valdirley,

A minha namorada Eliana

Aos meus sobrinhos Victor, Marcos Vinícius,

Rafael, Márcio Luiz

e também aos afilhados Thiago e Beatriz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante e pela alegria e arte que é viver.

À minha querida mãe Berenice, pelo exemplo de força, alegria, motivação, dedicação e amor na criação dos filhos.

Aos meus queridos irmãos Valnícia, Valder, Valdinice e Valdirley, pelo apoio e pela força constante.

Aos meus cunhados Sílvia Mota, Irivaldo Queiroz (“in memorian”) e Nilza Mota, pelo apoio.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela valiosa oportunidade de realizar este trabalho.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo indispensável auxílio financeiro.

Ao Professor Fernando Luiz Finger, pelo apoio e pela competente orientação.

Aos Professores Conselheiros Derly José Henriques da Silva e Paulo César Corrêa pela atenção e paciência dispensadas e pelas valiosas sugestões.

Aos Professores Paulo Roberto Cecon, Sílvia Nietzsche e Regina Cássia Ferreira Ribeiro pela colaboração e pelas valiosas sugestões.

Ao Professor Marcelo Coutinho Picanço, pelos primeiros ensinamentos na área científica e, principalmente, pela motivação e pelo apoio.

Ao Professor Cláudio Horst Bruckner, pela orientação na Iniciação Científica.

Ao Professor Raimundo Santos Barros e à equipe de Professores de Fisiologia Vegetal, pela oportunidade de ser monitor II de Fisiologia Vegetal.

Ao Professor Tocio Sedyama, pelo apoio e pelas sugestões durante a condução do Curso.

À estagiária Lúcia Pittol Firme, pela valiosa ajuda na condução dos experimentos no Laboratório de Pós-Colheita.

Aos meus amigos Cristina Schetino, Ludmila Lafetá, Wanderley Lima, Márcio Antônio, Rosilene Ribeiro, Gisele Polete, Hevilásio Pereira, Fábio Gelape, Fábio Suinaga, Marlon Cristian, Paulo Cunha, Gilson Dourado, João Carneiro, Raquel de Freitas, pelo apoio em todos os momentos, bons ou ruins.

Aos meus amigos de sempre em Januária, Júnia Marise, Jarbas Galvão, Charles Duarte, Herbert Frota Júnior, Honor Barbosa, pelo estímulo.

A todos os colegas e demais amigos do Curso que, com certeza, colaboraram, de forma direta ou indireta, na conclusão deste objetivo.

À Secretária do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia Mara Rodrigues, pela compreensão e pelo apoio necessário.

A todos os funcionários da UFV, principalmente os do Departamento de Fitotecnia, pela colaboração.

Um agradecimento especial aos funcionários da Horta de pesquisa “Horta Velha” pelo apoio em todas as etapas do experimento no campo.

À Escola Agrotécnica Federal de Januária, em especial aos Professores Antônio Carlos de Macedo Carneiro, Orlando Carneiro, João Carneiro, Paulo Azevedo e Francisco Barroso, pelos primeiros ensinamentos em Ciências Agrárias.

Aos colegas e amigos Professores, Funcionários e Acadêmicos da Faculdade de Agronomia da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

Ao povo brasileiro, que sempre tem financiado a minha formação.

BIOGRAFIA

Wagner Ferreira da Mota, filho de Valdir Gonçalves da Mota e Berenice Ferreira de França, nasceu em Januária, Minas Gerais, em 22 de dezembro de 1970.

Em dezembro de 1995, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 1996, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na UFV, submetendo-se à defesa de tese em outubro de 1998.

Em novembro de 1998, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na UFV, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2002.

Em junho de 2002 foi contratado como Professor pela Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
Caracterização Físico-Química e Composição Mineral dos Frutos de Quatro Cultivares de Quiabo.....	4
1 – Resumo.....	4
2 – Introdução.....	5
3 – Material e Métodos.....	7
4 – Resultados e Discussão.....	10
5 – Conclusões.....	22
6 – Referências Bibliográficas.....	22
Conservação Pós-Colheita de Frutos de Quatro Cultivares de Quiabo Influenciada por Filme de PVC em Condições Ambientes.....	29
1 – Resumo.....	29
2 – Introdução.....	30
3 – Material e Métodos.....	32
4 – Resultados e Discussão.....	34
5 – Conclusões.....	52
6 – Referências Bibliográficas.....	52
Conservação Pós-Colheita de Frutos de Quatro Cultivares de Quiabo Influenciada por Filme de PVC e Temperatura.....	57

1 – Resumo.....	57
2 – Introdução.....	58
3 – Material e Métodos.....	61
4 – Resultados e Discussão.....	63
5 – Conclusões.....	90
6 – Referências Bibliográficas.....	90
Estimativa de Modelos Lineares para Determinação da Área Superficial de Frutos de Três Cultivares de Quiabo.....	97
1 – Resumo.....	97
2 – Introdução.....	97
3 – Material e Métodos.....	99
4 – Resultados e Discussão.....	100
5 – Conclusões.....	102
6 – Referências Bibliográficas.....	103
APÊNDICES.....	105
APÊNDICE A.....	106
APÊNDICE B.....	108
APÊNDICE C.....	109

RESUMO

MOTA, Wagner Ferreira da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2002. **Caracterização físico-química e conservação pós-colheita em atmosfera modificada dos frutos de cultivares de quiabeiro.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Conselheiros: Derly José Henriques da Silva e Paulo César Corrêa.

Foram executados experimentos caracterizando as propriedades físicas e químicas e o comportamento pós-colheita dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David and Mammoth Spinless colhidos no ponto de colheita comercial. Foi identificada considerável variabilidade entre os cultivares para algumas características físicas e químicas. O cultivar Red Velvet demonstrou maior teor de vitamina C, fósforo e cálcio; o teor de clorofila, nitrogênio e açúcares redutores foram mais elevados no cultivar Mammoth Spinless e o maior teor de açúcares redutores foi verificado também no cultivar Amarelinho. O filme de PVC film foi eficiente no aumento da conservação pós-colheita dos frutos. O cultivar Star of David manteve maiores teores de vitamina C e reduzida perda de matéria fresca sendo o mesmo observado no cultivar Amarelinho. O cultivar Red Velvet teve maior perda de material fresco e clorofila em relação aos outros cultivares. O tratamento com filme de PVC associado com a temperatura de 10°C foi mais eficiente no prolongamento da conservação pós-colheita e manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos. Houve em conjunto com a menor perda de

matérias fresca, menos decréscimo no teor relativo de água e menor incidência dos sintomas de injúria por frio e escurecimento. O cultivar Amarelinho demonstrou boa conservação pós-colheita em função da baixa taxa de perda de matéria fresca, reduzida degradação de clorofila e manutenção de maior teor relativo de água. O cultivar red Velvet demonstrou baixa conservação pós-colheita devido a alta perda de matéria fresca, menor teor relativo de água e intensa perda de vitamina C. As equações lineares para área superficial e massa fresca dos frutos dos cultivares Amarelinho, Star of David and Mammoth Spinless foram determinadas usando a identidade de modelos. Foi possível estabelecer um modelo comum para os cultivares Amarelinho and Star of David.

ABSTRACT

MOTA, Wagner Ferreira da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, august of 2002. **Physical-chemical characterization and postharvest behavior under modified atmosphere in cultivars of okra fruits.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Committee members: Derly José Henriques da Silva e Paulo César Corrêa.

It was executed experiments characterizing the physical and chemical properties and postharvest behavior of the following cultivars of okra, Amarelinho, Red Velvet, Star of David and Mammoth Spinless harvested at commercial stage. It was identified considered variability for some physical and chemical characteristics among the cultivars. Cultivar Red Velvet showed higher content of vitamin C, phosphorous and calcium; the level of chlorophyll, nitrogen and reducing sugars showed high levels for the cultivar Mammoth Spinless and the higher content of reducing sugars was detected in the cultivar Amarelinho. The PVC film was efficient to increase the postharvest shelf life of the fruits. The cultivar Star of David kept higher contents of vitamin C and reduced weight loss as observed for the cultivar Amarelinho. The cultivar Red Velvet had higher weight loss and loss of chlorophyll compared to the remaining cultivars. The treatment with film of PVC associated with the temperature of 10°C was more efficient in prolonging the shelf life and to maintain the postharvest quality of the fruits. Since there was lower weight loss, less decrease in the relative water content and lower

incidence of chilling injury symptoms and browning. The cultivar Amarelinho showed good postharvest shelf life, due to low rate of weight loss, less chlorophyll degradation and trend to keep higher relative water content. The cultivar red Velvet had low postharvest conservation due higher weight loss, lower relative water content and intense loss of vitamin C. The linear equations for the superficial area and fresh matter for the cultivars Amarelinho, Star of David and Mammoth Spinless were determined. By using identity models was possible to establish a common model for the cultivars Amarelinho and Star of David.

INTRODUÇÃO GERAL

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é uma espécie de origem Africana e foi mencionada pela primeira vez em 1216 A.C. no Egito. Atualmente esta cultura está dispersa pela Ásia, América e Europa. Os principais países produtores são Índia, USA e Egito (Camciuc et al., 1998).

A mucilagem dos frutos tem propriedades medicinais como emoliente, laxativo e expectorante. As sementes são excelentes fontes de óleo e proteína (Camciuc et al., 1998). No mercado externo, a demanda é quase exclusiva pelo tipo de quiabo angular (Passos et al., 2000).

A possibilidade de exportação para países europeus com pouca tradição na produção e comercialização de quiabo, que possuem comunidades apreciadoras do fruto, surge como excelente alternativa para incrementar a rentabilidade do produtor brasileiro dessa hortaliça. No entanto, para se obter a rentabilidade desejada, há necessidade de produzir mais e, principalmente, com a qualidade exigida pelo mercado europeu.

Em janeiro de 1999 houve uma primeira tentativa de exportação de frutos de quiabo fresco para a França, cuja demanda está estimada em 60 ton/mês no valor de U\$ 1,00/kg, enquanto no Brasil o valor médio, no mesmo período, foi de U\$ 0,30/kg (CEASA-BH). A Associação dos Municípios do Vale do Rio Doce foi responsável pela primeira remessa do produto, porém não houve possibilidade de efetivar remessas posteriores à

França, visto que os cultivares mais plantados no Brasil, Amarelinho e Santa Cruz, não satisfazem as exigências do mercado francês quanto ao formato, tamanho, cor e qualidade do fruto¹. Entretanto, no mercado de produção e comercialização de hortaliças no Estados Unidos há disponibilidade de cultivares com diferentes características de coloração, formato, tamanho e qualidade, principalmente a característica relacionada com a forma transversal estrelada do fruto, preferida pelo consumidor europeu.

Para se fazer futuras remessas de frutos de quiabo para Europa com a qualidade exigida, por aquele mercado, haverá necessidade do uso de técnicas de conservação pós-colheita, pois frutos e hortaliças são altamente perecíveis e mantêm seus processos metabólicos após a colheita. Resultados experimentais demonstram que o uso de baixas temperaturas é um método eficiente de reduzir a perda de água e consequentemente a perda de peso no armazenamento podendo ser aplicado para o quiabo propiciando a redução acentuada da taxa respiratória desta hortaliça (Tamura e Minamide, 1984). No entanto a faixa de temperatura de armazenamento que vai de 5 a 15°C ocasiona injúrias em muitas espécies tropicais e subtropicais (Fernández-Trujillo et al., 1998). Temperaturas de armazenamento abaixo do mínimo recomendado podem causar desordens fisiológicas que se tornam visíveis em armazenamento prolongado após retirada dos produtos da refrigeração (Couey, 1982).

O uso da embalagem plástica para acondicionar os produtos em atmosfera modificada após a colheita é outra importante técnica que visa reduzir as perdas e manter a qualidade de produtos perecíveis podendo ser complementar ao uso da baixa temperatura de armazenamento (Fonseca et al., 2000; Silva et al., 1999).

O presente trabalho objetivou fazer a caracterização dos frutos de quatro cultivares de quiabo e posterior avaliação da conservação pós-colheita com a utilização da atmosfera modificada e reduzidas temperaturas de armazenamento e estimar modelos para determinar a área superficial de três cultivares de quiabo.

¹ Fernando Luiz Finger – informação pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMCIUC, M., DEPLAGNE, M., VILAREM, G., GASET, A. Okra-
Abelmoschus esculentus L. (Moench.) a crop with economic potential for
set aside acreage in France. *Industrial Crops and Products*, v.7, p.257-
264, 1998.
- COUEY, H.M. Chilling injury of crops tropical and subtropical origin.
HortScience, v.17, n.2, p.162-165, 1982.
- FERNANDEZ-TRUJILIO, J. P., CANO, A., ARTÉS, F. Physiological changes
in peaches related to chilling injury and ripening. *Postharvest Biology and
Technology*, v.13, p.109-119, 1998.
- 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.
- PASSOS, F.A., MELO, A.M.T., TAVARES, M., YUKI, V.A. Avaliação de cor e
formato do fruto em quiabo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18,
suplemento, p.647-648, 2000.
- SILVA, F.M., CHAU, K.V., BRECHT, J.K., SARGENT, S.A., Modified
atmosphere packaging for mixed loads of horticultural commodities
exposed to two postharvest temperatures. *Postharvest Biology and
Technology*, v.17, p.1–9, 1999.
- TAMURA, J., MINAMIDE, T. Harvesting maturity, handling, storage of okra
pods. *Bulletin University Osaka Prefect Series B*, v.36, p.87-97, 1984.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO MINERAL DOS FRUTOS DE QUATRO CULTIVARES DE QUIABO

RESUMO

Este experimento foi realizado na Universidade Federal de Viçosa e teve como objetivos efetuar a caracterização físico-química e composição mineral dos frutos de quatro cultivares de quiabo no ponto de colheita comercial. O experimento foi organizado em delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos pelos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless em cinco blocos. As características físicas e químicas avaliadas foram: diâmetro, comprimento, massa da matéria fresca, teores relativo de água, de matéria seca e de umidade, clorofila a, b e total, teor de vitamina C, açúcares totais, redutores e não redutores, amido e de fibra bruta. Foi avaliada ainda a composição dos macronutrientes N-total, N-orgânico (NH_4), NO_3 , P, K, Ca, Mg, S, e dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu. Os frutos dos cultivares Star of David e Mammoth Spinless apresentam seção transversal angular, enquanto os cultivares Amarelinho e Red Velvet são circulares. Não houve diferença entre os cultivares com relação ao teor relativo de água, amido, açúcares totais, fibras, nitrato, potássio, ferro, zinco e cobre. O cultivar Star of David apresentou maior diâmetro, peso de matéria fresca e teor de matéria seca e menor comprimento, teor de umidade e de vitamina C. O cultivar Red Velvet teve menor diâmetro, massa de matéria fresca, teor de matéria seca, açúcares redutores e de clorofilas a, b e total, e maior teor de umidade, vitamina C, cálcio, fósforo, enxofre e magnésio. O cultivar Mammoth Spinless apresentou os maiores teores de clorofilas a, b e total, nitrogênio total, amônio e manganês e menor teor de fósforo. O cultivar Amarelinho apresentou maior comprimento e menor teor de clorofila total, a e b. Os cultivares Amarelinho e Mammoth Spinless apresentaram maiores teores de açúcares redutores. Os cultivares Red Velvet e Star of David obtiveram menores teores de nitrogênio total, amônio e manganês. Menores

teores de cálcio, enxofre e magnésio foram verificados em conjunto nos cultivares Amarelinho, Star of David e Mammoth Spinless.

INTRODUÇÃO

O quiabo encontra no Brasil condições excelentes para o seu cultivo, principalmente no que diz respeito ao clima, sendo popularmente cultivado no nordeste e sudeste, pois apresenta algumas características desejáveis como ciclo rápido, custeio de produção economicamente viável, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo (Mota et al., 2000).

A aparência de frutos e hortalças é caracterizada pelo tamanho, forma, cor, condições e ausência de desordens mecânicas, fisiológicas, patológicas, entomológicas e outras (Pedrosa et al., 1983; Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999; Kays, 1999). Esta aparência, em todas as fases da cadeia produtiva como produção, armazenagem, comercialização, e principalmente pelo consumidor ao comprar, é o primeiro critério utilizado no julgamento da qualidade (Kays, 1991; Kays, 1999).

No entanto, outros atributos de qualidade além da aparência como o sabor e odor, a textura, o valor nutritivo e a segurança, devem ser considerados na escolha e/ou compra de um produto hortícola (Chitarra e Chitarra, 1990; Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999). O valor nutritivo é atributo de qualidade muito importante, mas é o menos considerado na cadeia de comercialização de frutos, pois em muitas hortalças não afeta a aparência e a qualidade comestível, ou seja, aroma e/ou textura (Chitarra e Chitarra, 1990). Entretanto, um amplo suprimento de alimentos balanceados nutricionalmente é de fundamental importância (Siddhuraju et al. 2002). Os componentes responsáveis pela qualidade nutricional dos produtos são vitaminas, minerais, açúcares solúveis, polissacarídeos como amido, fibras, celulosas, hemicelulosas e lignina (Chitarra e Chitarra, 1990; Kays, 1991). Adicionalmente, algumas substâncias químicas que condicionam valor nutritivo ao produto hortícola são responsáveis pelo sabor, como é o caso

dos sólidos solúveis, açúcares e ácidos orgânicos (Chitarra e Chitarra, 1990; Auerswald et al., 1999; Mattheis e Fellman, 1999).

O cultivar e a maturidade de hortaliças na colheita são fatores críticos que influenciam nos atributos de qualidade (Mattheis e Fellman, 1999). Para a colheita dos frutos de quiabo, costuma-se utilizar a maturidade hortícola, que é definida como o ponto onde os frutos ao atingirem nível ideal de maturação podem ser utilizados para consumo “in natura” (Suojala, 2000). Esta maturidade hortícola em quiabo ocorre de 4 a 5 dias após a antese quando os frutos estão com 25 % do seu tamanho máximo (Mota et al., 2000), ou seja, com 2 cm de diâmetro e entre 5 a 7 cm de comprimento dependendo do cultivar (Duzyaman, 1997), e quando o teor de fibra bruta for menor que 6,5 % (Muller, 1982). Apesar de o quiabo não ser uma fonte rica de carboidratos, o fruto fresco oferece à nutrição humana a fibra, a proteína e a vitamina C, além das sementes que são ricas fontes de proteínas e óleos (Gopalakrishnan et al., 1982; Mota et al., 2000). Adicionalmente os frutos liberam extensa variedade de compostos voláteis (Camciuc et al., 1998a; Ames e MacLeod, 1990).

Existem poucas informações com relação aos teores minerais em frutos de quiabo no ponto de colheita. No entanto, sabe-se que eles servem como importante fonte de Cálcio, Magnésio, Potássio e Zinco além de outros minerais (Siddhuraju et al. 2002). A nutrição mineral de hortaliças pode influenciar no desenvolvimento vegetal com subsequentes efeitos na qualidade. O teor de nitrato está relacionado com esta qualidade, pois embora o seu acúmulo em concentrações excessivas não afete a produção, ele pode ser um risco para a saúde do consumidor (Grattan e Grieve, 1999; Ruiz e Romero, 1999), pois o acúmulo de nitrato condiciona conversão em nitrito, que se ligam a amins formando nitrosaminas, que são cancerígenas (Rezende et al., 2001).

O potássio atua como ativador enzimático em mecanismos de síntese e degradação de compostos orgânicos, participa no mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos, osmorregulação entre outros processos (Marschner, 1995), sendo, portanto, o cátion mais abundante nos vegetais, afetando o rendimento e a qualidade dos produtos colhidos (Daliparthi et al., 1994). O cálcio é o nutriente mais freqüentemente associado com a

qualidade dos frutos em geral (Ferguson et. al., 1999; Sams, 1999; Hofman et al., 2002). O íon cálcio, em concentrações adequadas no tecido, tem sido usado para aumentar a textura e a firmeza, retardar a senescência e reduzir a taxa respiratória e a produção de etileno (Poovaiah, 1986; Hanson, 1993; Saftner et al., 1998). Pois, as pontes de cálcio entre os ácidos pécticos ou entre esses e outros polissacarídeos dificultam o acesso e a ação de enzimas pectolíticas produzidas pelo fruto que causam amaciamento, e daquelas produzidas pelos fungos e bactérias que causam deterioração (Conway et al., 1992; Hofman et al., 2002). A função dos micronutrientes não está totalmente determinada, no entanto eles têm função vital e produzem efeito estimulante em reações químicas, bioquímicas, sintéticas, metabólicas, fisiológicas e enzimáticas em vegetais e animais (Sikora e Cieslik, 1999; Mohamed, 2000).

O objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização físico-química e composição mineral dos frutos de quatro cultivares de quiabo no ponto de colheita comercial, para posterior avaliação da conservação pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de quiabo foram colhidos na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, no período de janeiro a março de 2001, no ponto de colheita comercial quando estavam tenros, ou seja, com pequena torção havia quebra da extremidade distal do fruto. Após a operação de colheita os frutos foram acondicionados em caixas plásticas, em seguida, foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, do Departamento de Fitotecnia, onde foram selecionados.

O experimento foi organizado segundo delineamento experimental em blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos pelos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless e os cinco blocos constituídos por dias de colheita; a unidade experimental foi composta por 10 frutos.

As características físicas avaliadas foram: diâmetro e comprimento por meio de leitura direta de cada fruto, com o auxílio de um paquímetro em milímetros, massa de matéria fresca em balança analítica digital e teor relativo de água conforme metodologia descrita por Catsky (1974), com o

$$\phi = \frac{F - W}{T - W} \times 100$$

emprego da equação citada por Weatherley (1950):

Em que Φ é o teor relativo de água; F a massa da matéria fresca; W, a massa da matéria seca; e T, a massa da matéria túrgida. Foram retirados discos de 7 mm de diâmetro do pericarpo do quiabo e pesados. Os discos foram colocados em espumas saturadas de água por sete horas (tempo necessário para estabilização da massa) 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.

Foram avaliadas ainda a porcentagem de matéria seca e de umidade, após pesagem de amostras frescas e posterior secagem das mesmas por 24 horas a 70 °C. A porcentagem de matéria seca foi feita em relação à massa inicial de matéria fresca, e para o cálculo do teor de umidade houve subtração da matéria seca em relação à matéria fresca obtendo-se a massa de água, calculando-se então o teor de umidade em relação à massa de matéria fresca.

Para avaliação da clorofila a, b e total, foram retirados 3 g de matéria fresca da parte mediana dos frutos, aos quais foram acrescentados 10 mg de sulfato de magnésio e 30 ml de acetona 80 % (v/v), e homogeneizou-se. A suspensão foi filtrada, aferida num balão volumétrico de 50 mL, sendo os teores de clorofila determinados espectrofotometricamente pelo método de Arnon (1949) nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm, expressando-se em $\mu\text{g/g}$.

O teor de vitamina C foi determinado segundo técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Amostras de 5 g de matéria fresca do fruto foram trituradas em 100 mL de água destilada com o auxílio de um homogeneizador de tecidos. Em seguida, foi adicionado à mistura 20 mL de ácido sulfúrico a 20%, filtrando-se posteriormente a solução. Foi adicionado ao filtrado, 1 mL de iodeto de potássio 10 % e 5 mL da solução de amido 1

%, que foi seguido por titulação com solução de iodato de potássio 0,01 N até coloração azul. O resultado foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g de matéria fresca com auxílio de uma curva de calibração de ácido ascórbico.

Para determinação dos açúcares solúveis totais, redutores e não redutores, amostras de 6 g, foram homogeneizadas em aproximadamente 50 ml de etanol a quente. Posteriormente, houve extração dos açúcares solúveis totais em banho maria a 80 °C, por 30 minutos e filtragem. Esse processo de extração foi repetido por três vezes, e o etanol foi removido do filtrado com o uso do evaporador rotativo à vácuo a 45 °C. A fase aquosa foi, então, clarificada por intermédio de centrifugação a 12.000 x g, por 30 minutos. Alíquotas do extrato clarificado foram então quantificados quanto aos teores de açúcar redutor pelo método descrito por Somogy (1952) e Nelson (1944) e açúcares solúveis totais usando a reação de antrona (Hodge e Hodfreiter 1962). O teor de açúcares redutores foi obtido pela diferença entre açúcares solúveis totais e açúcares redutores. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

O teor de amido foi determinado segundo metodologia descrita por Balbino (1997). Para extração do amido, o resíduo da extração de açúcares foi homogeneizado em 2,5 ml de água destilada e 3,25 ml de ácido perclórico a 52 %, agitados e centrifugados a 2.000 x g por 20 minutos, e filtrado posteriormente, sendo esse processo repetido três vezes. Alíquotas do extrato foram então quantificadas empregando a reação com antrona (Plummer, 1971; Hodge e Hodfreiter, 1962). Para o cálculo do conteúdo de amido, multiplicou-se a quantidade de glicose obtida a partir da equação de regressão padrão por 0,9. O resultado foi expresso em porcentagem (%).

A porcentagem de fibra bruta foi determinada segundo técnica recomendada pela AOAC (1992). Amostras de 2 g de material seco foram colocadas para reagir com H₂SO₄ 1,25 % próximo à fervura por 30 minutos. Posteriormente a solução foi filtrada e lavada com água próxima a fervura. O resíduo foi então colocado para reagir com NaOH 1,25 % próximo à fervura por 30 minutos, filtrando-se a solução e lavando com H₂SO₄ 1,25 % e duas vezes com água quente, filtrando-se finalmente até a secura. A

amostra foi então seca em estufa a 60 °C até peso constante. O teor de fibra bruta foi expresso em porcentagem.

Para análise de macro e micronutrientes o material amostral foi seco. A matéria seca foi triturada em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de 20 mesh. O N-total foi determinado pelo método de Kjeldahl descrito por Bremner (1965). Os elementos P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn e Cu foram analisados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O P foi dosado colorimetricamente, pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C conforme Braga e Defelipo (1974); o K, por fotometria de emissão de chama; o Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu, por espectrofotometria de absorção atômica e o S, determinado por turbidimetria do sulfato (Blanchar et al., 1965).

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. As médias dos cultivares foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos de quiabo podem ser classificados com relação a forma da seção transversal em angular e circular (Pedrosa, 1983; Muller, 1982; Mota et al., 2000). Os frutos dos cultivares estudadas são do tipo cápsula terminados em ponta, e com relação a forma da seção transversal, os frutos dos cultivares Star of David e Mammoth Spinless apresentaram elevado e médio nível de angulosidade, respectivamente. Enquanto os cultivares Amarelinho e Red Velvet apresentaram seção transversal circular, sendo esta a forma preferida pelo mercado brasileiro (Mota et al., 2000). Esta preferência é justificada pelo conceito de que os frutos de formato angular seriam mais fibrosos; entretanto foi verificado no presente trabalho que não houve diferença entre os cultivares angulares e circulares com relação ao teor de fibras no ponto de colheita comercial (Quadro 1), e que quando

quiabos dos dois formatos são cozidos, os frutos angulosos são mais tenros que os cilíndricos (Rizzo et al., 2001).

Quadro 1 - Valores médios de diâmetro, comprimento, massa da matéria fresca, teor relativo de água no pericarpo, porcentagem de matéria seca do fruto, porcentagem de umidade, clorofila total, clorofila a, clorofila b, vitamina C, amido, açúcar total, açúcar redutor, açúcar não redutor e fibra nos cultivares de quiabeiro Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless

Características	Amarelinho	Red Velvet	Star of David	Mammoth Spinless	Média	CV(%)
Físicas						
Diâmetro (mm)	17,94 c	14,45 d	33,16 a	20,75 b	21,56	5,59
Comprimento (mm)	125,02 a	112,07 ab	92,12 c	103,42 bc	108,15	6,97
Matéria fresca (g)	20,41 b	9,42 c	37,47 a	19,74 b	21,76	12,63
Teor Relativo de Água (%)	91,65 a	89,77 a	93,08 a	87,67 a	90,54	4,05
Umidade (%)	91,01 ab	91,28 a	89,77 c	89,97 bc	90,50	0,63
Matéria Seca (%)	8,98 bc	8,71 c	10,22 a	10,02 ab	9,48	6,09
Químicas						
Clorofila Total (µg)	30,54 c	32,24 bc	44,14 b	65,74 a	43,16	15,14
Clorofila a (µg)	18,34 bc	17,96 c	26,22 b	38,80 a	25,33	16,97
Clorofila b (µg)	12,20 c	14,28 bc	17,94 b	26,94 a	17,84	13,99
Vitamina C (mg/100g)	7,58 ab	8,91 a	6,03 b	6,17 ab	7,17	20,82
Amido (%)	1,23 a	0,98 a	1,21 a	1,16 a	1,14	26,39
Açúcar Total (%)	1,98 a	1,91 a	2,16 a	2,07 a	2,03	7,31
Açúcar Redutor (%)	1,86 a	1,37 b	1,50 ab	1,81 a	1,63	12,11
Açúcar não Redutor (%)	0,11 b	0,53 ab	0,65 a	0,25 ab	0,38	57,57
Fibra (%)	1,12 a	0,87 a	1,02 a	0,85 a	0,96	15,96

As médias seguidas de uma mesma letra, nas linhas, não diferem a 5% pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Foram verificadas diferenças significativas entre todos os cultivares, para todas as características físicas estudadas, exceto para o teor relativo de água no pericarpo (Quadro 1), que com média geral em torno de 90,54 %, demonstra, com relação a este atributo, que todos os cultivares estudados têm aparentemente o mesmo potencial em perder água e murchar após a colheita.

Elevada variação das características relacionadas ao tamanho do fruto foi observada no ponto de colheita comercial dos cultivares estudados. O

comprimento médio variou de 92,12 a 125,02 mm, o diâmetro de 14,45 a 33,16 mm e a massa média de matéria fresca de 9,42 a 37,47 g (Quadro 1).

Maiores comprimentos foram verificados para os cultivares Amarelinho e Red Velvet com 125,02 e 112,07 mm respectivamente, demonstrando neste trabalho que os cultivares de seção transversal circular apresentam maiores comprimentos no ponto de colheita comercial, enquanto os menores foram observados nos cultivares de seção transversal angular Star of David com 92,12 mm e Mammoth Spinless com 103,42 mm. As variações observadas se encontram na faixa de 100 a 140 mm, indicada por Duzyaman (1997) como ideal para colheita, com exceção do cultivar Star of David em que o comprimento está um pouco abaixo dessa faixa. No ponto de colheita comercial os frutos tenros estão com tamanhos reduzidos em relação ao máximo que podem atingir, ou seja, 280 mm em média (Pedrosa et al., 1983; Mota et al., 2000), quando os mesmos estão extremamente fibrosos e impróprios para o consumo “in natura”.

Com relação ao diâmetro e a massa da matéria fresca, o cultivar Star of David apresentou os maiores valores no ponto de colheita comercial, enquanto o cultivar Red Velvet apresentou os menores valores (Quadro 1). A faixa de variação do diâmetro foi de 33,1mm a 14,5 mm. A faixa de variação do diâmetro de 19 a 36 mm, encontrada por Pedrosa et al. (1983), quando os mesmos fizeram a caracterização de 100 introduções de quiabo do banco de germoplasma da UFV; mesmo tendo, estes autores, realizado a avaliação após o completo crescimento e desenvolvimento do fruto, evidencia-se que há reduzida ou nenhuma variação do diâmetro do ponto de colheita comercial até o completo desenvolvimento. Principalmente para alguns cultivares como o Star of David que apresentou diâmetro de 33,1 mm no ponto de colheita, enquanto que outros cultivares como o Red Velvet com 14,5 mm de diâmetro a variação no diâmetro foi maior. Segundo Duzyaman (1997) e Mota et al. (2000) o diâmetro parece estar associado a forma da seção transversal dos frutos, os de seção transversal circular geralmente apresentam diâmetro inferior a 25 mm como foi observado nos cultivares

Amarelinho e Red Velvet, enquanto os de seção angular apresentaram diâmetros maiores como observado no cultivar Star of David.

A massa da matéria fresca variou de 9,42 g a 37,47 g, estas massas no ponto de colheita comercial são pequenas em relação ao máximo que podem atingir ao final do completo de desenvolvimento, podendo chegar a 50 g aproximadamente (Ketsa e Chutichudet, 1994).

O cultivar Star of David, também, expressou maior teor de matéria seca e conseqüentemente menor teor de umidade, enquanto no outro extremo o cultivar Red Velvet apresentou menor teor de matéria seca e maior teor de umidade. As faixas de variação de 8,71% a 10,21%, para o teor de matéria seca, e de 89,77% a 91,28%, para o teor de umidade, estão de acordo com a literatura, onde o teor médio é de 10,4% para matéria seca e de 89,9% para o teor de umidade (Mota et al., 2000).

As elevações do comprimento, diâmetro, matéria fresca e matéria seca ocorrem em função dos mecanismos de crescimento e desenvolvimento, que ocorrem no fruto após a sua fecundação e continuam do ponto de colheita até o completo desenvolvimento (Coombe, 1976). Reguladores de crescimento, como as giberelinas endógenas presente nas sementes imaturas de frutos de quiabo, estão envolvidos no crescimento dos mesmos (Koshioka et al., 1996). Ocorre assim, aumento dos componentes de crescimento: número de células, volume celular e densidade celular que condicionam alterações nas matérias fresca e seca, paralelamente ao aumento do volume dos frutos. A divisão celular condiciona aumento do número de células. O comportamento da parede celular e o turgor condicionam incremento da expansão celular. E o aumento da densidade ocorre devido ao acúmulo de vários componentes orgânicos aumentando a concentração com o tempo (Coombe, 1976).

Foram verificadas diferenças significativas entre os cultivares, para todas as características químicas estudadas (Quadro 1). A cor dos frutos é uma característica de grande importância comercial, principalmente ao considerar que o consumidor tem preferência por determinada cor que varia do verde ao vermelho-púrpura, preferência esta que varia de acordo com a região (Pedrosa et al., 1983; Mota et al., 2000). No presente trabalho

verificou-se que o teor de clorofilas total, a e b variaram nas faixas de 30,54 a 65,74 $\mu\text{g/g}$, 17,96 a 38,80 $\mu\text{g/g}$ e 12,20 a 26,94 $\mu\text{g/g}$, respectivamente (Quadro 1). O cultivar Amarelinho, com teor médio de clorofila total de 30,54 $\mu\text{g/g}$, evidenciou menor teor que 70,1 $\mu\text{g/g}$, observados no dia “0” Della-Justina (1998) trabalhando com o mesmo cultivar. No campo de produção, normalmente ocorre variação da forma e cor dos frutos. Apesar de normalmente ser feita padronização dos frutos de quiabo para realização dos experimentos, a desuniformidade dos mesmos pode ter contribuído em larga escala na variação aleatória dos teores de clorofila entre os experimentos (Carvalho, 2002).

O cultivar Mammoth Spinless apresentou os maiores teores de clorofilas a, b e total, enquanto os menores foram apresentados pelos cultivares Red Velvet e Amarelinho. O cultivar Star of David situou-se em uma faixa intermediária. Ao estudar várias introduções de quiabo, Pedrosa et al. (1983) verificaram maior ocorrência de frutos de coloração verde, variando do verde-garrafa, verde claro e verde escuro. A variação de cor foi observada entre os cultivares estudados no presente experimento, tanto visualmente quanto confirmada pela variação no teor de clorofila que condiciona coloração verde aos frutos. Os cultivares testados têm diferentes graus de cor verde, podendo atender as exigências de diferentes mercados. A coloração é uma característica importante do quiabeiro e que pode ser trabalhada por melhoramento genético, pois é herdada de forma simples (Mota et al., 2000), desta forma o verde intenso observado nos frutos do cultivar americana Mammoth Spinless, pode ser trabalhado com o objetivo de incorporar esta característica em outros cultivares, como o cultivar nacional Amarelinho, pois o cultivar Santa Cruz 47 que tem coloração mais verde é a mais comercializado no mercado nacional.

Com relação à vitamina C, o cultivar Red Velvet apresentou teor de 8,91 mg/100g de matéria fresca, que é significativamente superior ao cultivar Star of David que apresentou teor de 6,03 mg/100g, enquanto os cultivares Amarelinho e Mammoth Spinless permaneceram em posição intermediária (Quadro 1). Entretanto, estes teores estão na faixa dos 5,5 mg/100g encontrados por Ketsa e Chutichudet (1994), trabalhando com o cultivar

OK#2, e inferiores aos 12,2 mg/100g encontrado por Della Justina (1998), trabalhando com o cultivar Amarelinho. Esta variação pode ter origem na variação aleatória em função da desuniformidade dos frutos colhidos no campo. Os teores de Vitamina C observados nesse trabalho são reduzidos em relação aos de hortaliças como batata (Donnelly et al., 2001) com 17,0 mg/100g e semelhantes aos encontrados em ervilha (Chavan et al., 1999) com 6,5 mg/100g.

O teor de vitamina C é uma importante característica desejável em frutos de quiabo e que pode ser utilizada em programa de melhoramento, pois é uma característica de alta herdabilidade, ou seja, é controlada por poucos genes (Mota et al., 2000). Desta forma, cultivares com elevado teor de vitamina C podem ser utilizadas visando incorporar esta característica nos cultivares mais aceitos pelo mercado nacional, como os cultivares Amarelinho e Santa Cruz 47.

Não houve diferença entre os cultivares para os teores de amido e açúcares totais dos frutos de quiabo (Quadro 1). Para todos os cultivares analisados, o teor de amido oscilou de 0,98 a 1,23 % e o de açúcares totais de 1,91 a 2,16 % na matéria fresca. Os valores de amido foram superiores à média geral de 0,52 % descritas na literatura (Mota et al., 2000). Os teores de amido foram inferiores aos de açúcares totais, tendência semelhante foi relatada por Thind et al. (1996) trabalhando com o cultivar de quiabo “Pusa Sawani” e por Lopez et al. (2000) com pepino clone “Chilean”. Durante o processo de maturação dos frutos ocorreu hidrólise enzimática das reservas de amido em açúcares totais, para utilização dos mesmos nos processos de respiração de crescimento e de manutenção (Kays, 1991; Jordan et al., 2000), pois o quiabo no momento da colheita está em pleno crescimento e desenvolvimento. Em frutos como o kiwi, ocorre hidrólise enzimática do amido em açúcares durante o amadurecimento (Jordan et al., 2000). Elevados teores de amido e açúcares totais são desejáveis, pois os mesmos são fontes de energia para os frutos. Desta forma estes compostos orgânicos são reservas de energia química necessárias para auxiliar no aumento da vida de prateleira dos produtos hortícolas (Suojala, 2000). Entretanto, os frutos de quiabo não são órgãos típicos de reserva de

carboidratos como a cenoura, onde o teor açúcares totais pode atingir 5,5 % no cultivar Fontana (Suojala, 2000).

Observa-se ainda que os frutos não são drenos preferenciais para o amido, em relação a outras partes da planta. A média geral de 1,14 % de amido obtida nos frutos de quiabo deste trabalho é inferior aos teores obtidos nas folhas e ramos de quiabo por Singh (1994), onde foram observados 2,67 e 2,23 % de amido respectivamente. Entretanto com relação aos açúcares totais os frutos são drenos preferenciais, pois a média geral 2,03 % é superior aos teores 1,13 e 0,67 % encontrados em folhas e ramos respectivamente.

Observa-se pela análise dos teores de açúcares redutores e não redutores que houve diferença significativa entre os cultivares (Quadro 1). O resultado sugere provável variação no sabor e consequentemente no flavor entre os cultivares, pois os açúcares, principalmente os redutores como a frutose são responsáveis pela sensação de “doçura” dos produtos hortícolas (Chitarra e Chitarra, 1990; Auerswald et al., 1999; Mattheis e Fellman, 1999). Os cultivares Amarelinho e Mammoth Spinless apresentaram teores médios de açúcares redutores de 1,86 e 1,81 % respectivamente, que são significativamente superiores ao teor de 1,37 % observado para o cultivar Red Velvet, enquanto o cultivar Star of David com teor médio de 1,51 % apresentou posição intermediária. Esses teores são inferiores aos observados no cultivar E414 de aspargo (Bhowmik et al., 2001), no cultivar de cenoura “Fontana” (Suojala, 2000) e nos cultivares de tomate Vanessa e Counter (Auerswald et al., 1999) com 3,2; 2,4; 2,89 e 2,68 % de açúcares redutores respectivamente. Com relação aos teores médios de açúcares não redutores, observa-se que o cultivar Star of David apresentou teor significativamente superior ao cultivar Amarelinho com 0,65 e 0,11 % respectivamente, já os cultivares Red Velvet e Mammoth Spinless ocuparam posição intermediária com 0,53 e 0,25 % respectivamente, posição esta onde se encontra o teor médio de 0,3 % para o cultivar de aspargo E414 (Bhowmik et al., 2001), no entanto o cultivar de Cenoura “Fontana” apresentou teor significativamente maior do que os observados nesse trabalho, em torno de 3,4 % (Suojala, 2000).

A maior parte dos compostos armazenados nos vacúolos do parênquima das células são os açúcares solúveis redutores e não redutores (Suojala, 2000). Os açúcares redutores como a glicose, galactose e frutose são fisiologicamente ativos, em função do seu poder em reduzir outras substâncias, enquanto os açúcares não redutores como a sacarose tem maior função de reserva e transporte, sendo que para serem metabolicamente ativos há necessidade de hidrólise de suas ligações em unidades simples de açúcares redutores (Tays, 1991). Os resultados do presente trabalho sugerem que os frutos dos cultivares Amarelinho e Mammoth Spinless, que apresentaram teores mais elevados de açúcares redutores estejam em atividade metabólica mais intensa no ponto de colheita comercial com maior taxa respiratória e conseqüentemente maior síntese de material celular, crescimento e desenvolvimento. O inverso é observado para o cultivar Red Velvet com maior teor de açúcares não redutores. No ponto de maturação da cenoura, a sacarose é o açúcar predominante (Suojala, 2000), entretanto em frutos de quiabo, no ponto de colheita comercial, houve em todos os cultivares maior teor de açúcares redutores como a glicose em comparação aos não redutores como a sacarose.

O teor médio de fibra bruta não alterou significativamente entre os cultivares, variando entre 0,87 a 1,12 % (Quadro 1), estando na faixa recomendada como ideal para colheita e consumo “in natura” de frutos de quiabo, ou seja, menor que 6,5%, pois teores superiores tornam os frutos muito fibrosos e indesejáveis para o consumo (Muller, 1982). Ketsa e Chutichudet (1994) trabalhando com o cultivar OK#2 encontrou teor médio de fibras maior que os apresentados neste trabalho, com aproximadamente 2% no ponto de colheita comercial, por outro lado Suojala (2000) relata teor da ordem de 1,15 % que está mais próximo dos teores encontrados neste trabalho. Há forte evidência de que o fruto é a parte mais fibrosa do quiabeiro com aproximadamente 47, 17 e 12 % de celulose, hemicelulose e lignina na matéria seca que constituem as fibras, enquanto outras partes da planta como folhas que apresentam teores de 8, 6 e 2 % de celulose, hemicelulose e lignina respectivamente (Camciuc et al., 1998b).

Os resultados da composição mineral dos frutos dos cultivares de quiabo estudadas encontram-se sumarizadas na Quadro 2. O nitrogênio foi o mineral mais abundante nos frutos dos cultivares de quiabo, com média geral de 1,94 %. Teor aproximadamente idêntico ao encontrado em melão cultivar “Bônus” com 1,93% de nitrogênio (Canato et al., 2001). O cultivar Mammoth Spinless apresentou teor médio de nitrogênio total de 2,27 % superior aos observados nos cultivares Red Velvet e Star of David com teores médios de 1,76 e 1,77 % respectivamente, enquanto que o cultivar Amarelinho apresentou teor intermediário de 1,97 %. Este resultado é coerente com o maior teor de clorofila total, a e b observado no cultivar Mammoth Spinless (Quadro 1), pois o nitrogênio faz parte da estrutura da clorofila. Estes teores são superiores ao observado em tubérculos de batata do cultivar “Superior”, com 0,81 % de nitrogênio total (Warman e Havard, 1999), este resultado era esperado, pois a maior parte da matéria seca de tubérculos de batata é constituída por amido.

Das frações de nitrogênio que constituem o nitrogênio total, foi observado teor mais elevado para o nitrogênio orgânico amônio com 1,87 % em relação ao nitrato com 0,06%, sendo estes teores inferiores aos observados em folhas de melão do cultivar “Yuma”, com 19,26 e 6,21 %, respectivamente (Ruiz e Romero, 1999). Apesar de outros fatores estarem envolvidos no acúmulo de nitrogênio, entre eles a composição genética, observa-se que há um acúmulo maior de nitrogênio total, orgânico e nitrato nas folhas de melão em relação aos frutos de quiabo. O teor maior de nitrogênio orgânico nas folhas de melão sugere maior assimilação do nitrogênio em compostos orgânicos como clorofila, aminoácidos e proteínas (Tays, 1991). É esperado que em hortaliças folhosas haja maior acúmulo de nitrato, a exemplo da alface que acumula teores de nitrato da ordem de 0,16 e 0,19 % para os cultivares “Elisa” e “Regina” (Cavarianni et al., 2000) respectivamente. Isto é uma vantagem qualitativa do quiabeiro, pois 70 % do nitrato ingerido diariamente é originário de hortaliças (Cavarianni et al., 2000), caracterizando a importância do consumo de hortaliças com teores reduzidos de nitrato.

Quadro 2 - Valores médios dos macronutrientes nitrogênio total, amônio, nitrato, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre; e dos micronutrientes manganês, ferro, zinco e cobre na matéria seca dos cultivares de quiabeiro Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless

Características	Amarelinho	Red Velvet	Star of David	Mammoth Spinless	Média	CV(%)
Macronutrientes - %						
Nitrogênio Total - NT	1,97 ab	1,76 b	1,77 b	2,27 a	1,94	12,70
-Nitrato – NO ₃	0,05 a	0,07 a	0,07 a	0,07 a	0,06	47,91
-Amônio - NH ₄	1,91 ab	1,69 b	1,70 b	2,20 a	1,87	13,05
Fósforo - P	0,51 ab	0,56 a	0,48 ab	0,45 b	0,50	8,46
Potássio - K	0,24 a	0,23 a	0,26 a	0,22 a	0,23	5,66
Cálcio - Ca	0,55 b	0,93 a	0,51 b	0,57 b	0,64	11,50
Magnésio - Mg	0,33 b	0,53 a	0,29 b	0,34 b	0,37	7,35
Enxofre - S	0,36 b	0,46 a	0,33 b	0,36 b	0,37	11,27
Micronutrientes - ppm						
Manganês - Mn	51,73 ab	25,30 b	28,82 b	76,61 a	45,61	40,16
Ferro - Fe	35,41 a	53,50 a	62,76 a	30,77 a	45,61	41,80
Zinco - Zn	34,90 a	27,34 a	29,18 a	40,60 a	33,00	37,29
Cobre - Cu	9,43 a	7,35 a	10,01 a	9,67 a	9,11	17,52

As médias seguidas de uma mesma letra, nas linhas, não diferem a 5% pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Entre os cultivares estudados, não houve diferença para o teor de nitrato. Para o amônio houve a mesma tendência observada para o nitrogênio total, ou seja, o cultivar Mammoth Spinless, com teor médio de 2,20%, que foi superior aos encontrados nos cultivares Red Velvet e Star of David, com 1,69 e 1,70 % respectivamente, e o cultivar Amarelinho permanecendo em posição intermediária com 1,91 %.

Com exceção do nitrogênio, todos os cultivares examinados demonstraram maiores teores de fósforo e cálcio do que os outros macronutrientes estudados (Quadro 2), com médias gerais de 0,50 e 0,64 % respectivamente. Esses valores são superiores aos encontrados em tubérculo de batata, cultivar “Superior” (Warman e Harvard, 1999), com teores de fósforo e cálcio de 0,14 e 0,02 % respectivamente, e em melão cultivar “Bônus” (Canato et al., 2001), com 0,32 e 0,33 % respectivamente. Entre os cultivares, foram observados maiores teores de fósforo e cálcio no

cultivar Red Velvet com 0,56 e 0,93 %, respectivamente. Menor teor de fósforo foi verificado no cultivar Mammoth Spinless com 0,45 %, já os cultivares Amarelinho e Star of David ficaram em posição intermediária com relação ao teor de fósforo. Os menores teores de cálcio foram verificados conjuntamente nos cultivares Amarelinho, Star of David e Mammoth Spinless com 0,55, 0,51 e 0,57 %, respectivamente. Não houve diferença entre os cultivares com relação ao teor de potássio, ficando em média com teor de 0,23 %.

Os teores relativamente altos do fósforo, em especial o observado no cultivar Red Velvet, podem estar relacionados ao fato de os frutos de quiabo serem caracterizados como boas fontes de proteína e óleo (Mota et al., 2000), e estarem em crescimento e desenvolvimento no ponto de colheita, pois este mineral é essencial na síntese de proteína, síntese e desdobramento de gorduras, participando ainda no processo de divisão celular (Marschner, 1995).

O maior teor de cálcio observado no cultivar Red Velvet, pode ser uma vantagem comparativamente aos outros cultivares com relação à conservação pós-colheita, pois o Cálcio condiciona incremento na formação de pontes entre os ácidos pécticos e outros ácidos polissacarídeos que atuam como sítios anti-senescência. Essas ligações estabilizam a estrutura da parede e da membrana celular, o que dificulta o acesso e, ou interfere na atividade de enzimas responsáveis pelo amaciamento, como a poligalacturonase, e daquelas produzidas por fungos e bactérias que causam deterioração, mantendo os frutos mais firmes e sem desordens fitopatológicas por mais tempo principalmente durante a conservação pós-colheita (Conway et al, 1992).

Com relação aos macronutrientes potássio, magnésio e enxofre foram observados teores médios gerais de 0,23, 0,37 e 0,37 %, respectivamente (Quadro 2). Embora o potássio seja o segundo ou terceiro macronutriente mais absorvido em muitas culturas (Marschner, 1995), verifica-se que o fruto de quiabo não é o dreno preferencial, pois foi o macronutriente acumulado em menor proporção. No entanto, o fruto de tomate é um dreno mais forte de potássio, pois o seu teor atinge aproximadamente 5,36 %. Este elemento é

acumulado em grandes quantidades para uniformizar o amadurecimento e aumentar a acidez do fruto (Fernandes, 2000).

Em frutos de quiabo o ponto de colheita é determinado pela maturidade hortícola, isto é, quando o teor de fibra é menor que 6,5 %, estando tenro e com tamanho de 10 a 14 cm (Muller, 1982). Neste estágio os frutos ainda não atingiram completo crescimento e desenvolvimento, e segundo a literatura eles não são fortes drenos enquanto tenros (Coombe, 1976; Duzyaman, 1997), desta forma podem acumular mais K ao continuar o crescimento e desenvolvimento.

O inverso foi observado com relação ao teor de magnésio, onde o teor médio observado por Fernandes (2000), na faixa de 0,18 %, em frutos de tomate, foram inferiores ao observado em frutos de quiabo. Este resultado é explicado pelo fato de que o magnésio faz parte da estrutura da clorofila, e no ponto de colheita do quiabo os frutos encontram-se verdes, então, com elevado teor de clorofila, ao contrário do tomate onde esta coloração no ponto de colheita é muito reduzida. O cultivar Red Velvet demonstrou maiores teores de enxofre e magnésio com 0,46 e 0,53 % respectivamente, em relação aos outros cultivares que não diferiram entre si significativamente. O maior teor de enxofre é coerente com o maior teor de vitamina C observado no cultivar Red Velvet, pois o teor de enxofre se correlaciona com o teor de vitamina C, ou seja, o enxofre é importante na formação da molécula de ácido ascórbico (Lee e Kader, 2000).

Os teores dos micronutrientes ferro, zinco e cobre não variaram entre os cultivares estudados, permanecendo com médias de 45,6, 33,0 e 9,1 ppm (Quadro 2). Os teores de ferro e cobre são superiores aos observados na média de 16 cultivares de batata, com 6,2 e 0,86 ppm respectivamente (Sikora e Cieslik, 1999) e o teor de zinco é superior aos 30,1 ppm, observado em ervilha (Chavan et al., 1999).

Com relação ao micronutriente manganês, o maior teor foi verificado no cultivar Mammoth Spinless com 76,61 ppm enquanto os menores foram verificados nos frutos dos cultivares Red Velvet e Star of David com 25,30 e 28,82 ppm, respectivamente. O cultivar Amarelinho ocupou posição intermediária com teor de 51,73 ppm. Considerando-se que a ação dos micronutrientes ferro, cobre e manganês ocorre na redução dos íons nitrato

(Sikora e Cieslik, 1999). O presente trabalho sugere que o elevado teor de manganês observado no cultivar Mammoth spinless, provavelmente está associado a maior síntese de compostos nitrogenados, pois foi observado, paralelamente, no mesmo cultivar maior teor de clorofilas total, a e b, e dos nitrogênios orgânico amônio e total que muito provavelmente sugerem maior teor de proteína. Estes teores de manganês são muito superiores aos 0,84 e 5,0 ppm encontrados por Sikora e Cieslik (1999) e Elles et al. (2000) em batata e em cenoura, respectivamente. Este resultado, juntamente com os reduzidos teores de ferro e cobre, evidencia a reduzida síntese de compostos nitrogenados em batata, este resultado, pois o tubérculo de batata é um órgão quase que exclusivamente de reserva de amido.

CONCLUSÕES

Foi constatada considerável variabilidade para algumas características físicas, químicas e minerais entre os cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless.

Algumas características qualitativas importantes na conservação pós-colheita e no consumo “in natura” foram destacadas em alguns cultivares, como os maiores teores de vitamina C, fósforo e cálcio no cultivar Red Velvet; de clorofilas total, a e b, de nitrogênio e açúcares redutores no cultivar Mammoth Spinless e o maior teor de açúcares redutores no cultivar Amarelinho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.207-225, 1999.
- AMES, J.M, MACLEOD, G. Volatile components of okra. *Phytochemistry*, v.29, n.4, p.1201-1207, 1990.
- ARNON, D.I. Copper enzyme in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, California, v.24, n.1, p. 1-15, 1949.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. Official Methods of Analysis. 11 ed. Washington: 1992. 1115p.
- 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.
- BALBINO, J.M.S. Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.). Viçosa, MG: UFV, 1997. 104p. Dissertação (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BHOWMIK, P.K., KAWADA, T.M.K., SUZUKI, H. Seasonal changes of asparagus spears in relation to enzyme activities and carbohydrate content. *Scientia Horticulturae*, v.88, p.1-9, 2001.
- BLANCHAR, R.W., REHM, G., CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. *Proceeding-Soil Science Society of America*, v.29, n.1, p.71-72, 1965.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, v.21, n.113, p.73-85, 1974.
- BREMNER, J.M. *Total nitrogen* In: BLACK, C.A., (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part.2, p.1149-1178.
- CAMCIUC, M., BESSIÉRE, J.M., VILAREM, G., GASET, A. Volatiles components in okra seed coat. *Phytochemistry*, v.48, n.2, p.311-315, 1998a.
- CAMCIUC, M., DEPLAGNE, M., VILAREM, G., GASET, A. Okra-*Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) a crop with economic potential for set aside acreage in France. *Industrial Crops and Products*, v.7, p.257-264, 1998b.
- CANATO, G.H.D; BARBOSA, J.C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo de macro e micronutrientes em melão rendilhado cultivado em casa de vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, suplemento CD-ROM, julho 2001.

- CARVALHO, M.J. *Injúria por frio, respiração e produção de etileno pós-colheita em quiabo (Abelmoschus esculentus (L.) MOENCH.)*. Viçosa, MG: UFV, 2002. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CATSKY, J. *Water content*. In: SLAVIK, B., ed. *Methods of studying plant water relations*. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p.121-31.
- CAVARIANNI, R.L., CAZETTA, J.O., MAY, A., BARBOSA, J.C., FILHO, A.B.C. Acúmulo e nitrato em cultivares de alface, cultivadas no inverno, em função do ambiente de cultivo. *Horticultura Brasileira*, v.18, Suplemento, julho 2000.
- CHAVAN, U.D., SHAHIDI, F., BAL, A.K., McKENZIE, D.B. Physico-chemical properties and nutrient composition of beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *Food Chemistry*, v.66, p.43-50, 1999.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. *Annual Review Plant Physiology*, v.27, p.507-528, 1976.
- CONWAY, W.S., SAMS, C.E., McGUIRE, R.G., KELMAN, A. Calcium treatment of Apples and Potatoes to reduce postharvest decay. *Plant Disease*, Saint Paul, v.76, n.4, p.329-334, 1992.
- DALIPARTHY, J., BARKER, A.V., MONDAL, S.S. Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. *Journal of Plant Nutrition*, Monticello, v.17, n.11, p.1859-1886, 1994.
- DELLA-JUSTINA, M.E. *Conservação pós-colheita do quiabo, influenciada por idade, dano mecânico, filme de PVC e temperatura*. Viçosa, MG: UFV, 1998. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- DONNELLY, A., LAWSON, T, CRAIGON, J, BLACK, C.R., COLLS, J.J., LANDON, G. Effects of elevated CO₂ and O₃ on tuber quality in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.87, p.273-285, 2001.
- DUZYAMAN, E. *Okra: botany and horticulture*. In: JANICK, J. *Horticultural Reviews*, v.21, p.41-72, 1997.

- ELLESS, M.P., BLAYLOCK, M.J., HUANG, J.W., GUSSMAN, C.D. Plants as a natural source of concentrated mineral nutritional supplements. *Food Chemistry*, v.71, p.181-188, 2000.
- FERGUSON, I., VOLZ, R., WOOLF, A. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.255-262, 1999.
- FERNANDES, A.F. *Fontes de nutrientes influenciando o crescimento, a produtividade e a qualidade de tomate, pepino e alface, cultivados em hidroponia*. Viçosa: UFV, 2000. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- GOPALAKRISHNAN, N, KAIMAL, T.N.B, LAKSHMINARAYANA, G. Fatty acid changes in *Hibiscus esculentus* tissues during growth. *Phytochemistry*, v.21, n.3, p.565-568, 1982.
- GRATTAN, S.R., GRIEVE, C.M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, v.78, p.127-157, 1999.
- HANSON, E.J., BEGGS, J.L., BEAUDRY, R.M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush Blueberry firmness. *HortScience*, Alexandria, v.28, n.10, p.1033-1034, 1993.
- HODGE, J.E., HODFREITER, B.R. *Determination of reducing sugars and carbohydrates*. In: WILSTER, R.L., WOLFROM, M.L. (eds.). *Methods in carbohydrate chemistry*, New York, Academic Press, v.1, p.390-394, 1962.
- HOFMAN, P.J., VUTHAPANICH, S., WHILEY, A.W., KLIEBER, A., SIMONS, D.H. Tree yield and fruit minerals concentrations influence “Hass” avocado fruit quality. *Scientia Horticulturae*, v.92, p.113-123, 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. São Paulo: 1985. v.1, p.183.
- JORDAN, R.B., WALTON, E.F., KLAGES, K.U., SEELYE, R.J. Postharvest fruit density as an indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.20, p.163-173, 2000.
- KAYS, S.J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.

- KAYS, S.J. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.233-247, 1999.
- KETSA, S., CHUTICHUDET, B. Pod growth, development, biochemical changes and maturity indices of okra cv. OK#2. *Acta Horticulturae*, v.369, p. 368-377, 1994.
- KOSHIOKA, M., NISHIJIMA, T., YAMAZAKI, H. Endogenous gibberellins in the immature seeds of okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal of Plant Physiology*, v.149, p.129-132, 1996.
- 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.
- LOPEZ, S., MAROTO, J.V., SAN BAUTISTA, A., PASCUAL, B., ALAGARDA, J. Qualitative changes in pepino fruits following preharvest applications of ethephon. *Scientia Horticulturae*, v.83, p.157-164, 2000.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MATTHEIS, J.P., FELLMAN, J.K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.227-232, 1999.
- MOHAMED, A.E. Trace element levels in some kinds of dates. *Food Chemistry*, v.70, p.9-12, 2000.
- MOTA, W.F. da, FINGER, F.L., CASALI, V.W.D. *Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro*. Viçosa:UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000. 144p.
- MULLER, J.J.V. *Produção de sementes de quiabo (Abelmoschus esculentus (L) Moench)*. In: MULLER, J.J.V. e CASALI, V.W.D. "ed." SEMINÁRIOS DE OLERICULTURA; 2ª edição; Viçosa, MG, 1982. v.1, p.107-149.
- NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. *Journal of Biological chemistry*, v.153, p.375-380, 1944.
- PEDROSA, J.F., MIZUBUTI, A., CASALI, V.W.D., CAMPOS, J.P. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH.). *Horticultura Brasileira*, v.1, n.1, p.14-23, 1983.

- PLUMMER, D.T. *An introduction to practical biochemistry*. London: McGraw-Hill, 1971. 369p.
- POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, v.40, p.86-89, 1986.
- REZENDE, A..J.; JUNQUEIRA, A.M.R.; BORGIO, L..A. Teores de nitrato observados em couve produzida e comercializada em Brasília - DF. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n.2, suplemento CD-ROM, julho 2001.
- RIZZO, A. A. N.; CHIKITANE, K. S.; BRAZ, L. T.; OLIVEIRA, A. P. Avaliação de cultivares de quiabeiro em condições de primavera em Jaboticabal-SP. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, suplemento CD-ROM, julho, 2001.
- RUIZ, J.M., ROMERO, L. Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae*, v.81, p.113-123, 1999.
- SAFTNER, R.A., CONWAY, W.S. Effects of postharvest calcium and fruit coating treatments on postharvest life, quality maintenance and fruit-surface injury in 'Golden Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.123, n.2, p.294-298, 1998
- SAMS, C.E. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p. 249-254, 1999.
- SIDDHURAJU, P., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food. *Food Chemistry*, 2002 (no prelo)
- SIKORA, E., CIESLIK, E. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of iron, copper and manganese in potato tubers. *Food Chemistry*, v.67, p.301-304, 1999.
- SING, S. Physiological response of different crop species to low light stress. *Indian journal of Plant Physiology*, v.37, n.3, p.147-151, 1994.
- SOMOGY, M. Notes on sugar determination. *Journal of Biology Chemistry*, v.95, p.19-23, 1952.

- SUOJALA, T. Variation in sugar content and composition of carrot storage roots at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae*, v.85, p.1-19, 2000.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood: Benjamin/Cummings, 1991. 565p.
- THIND, S.K., MALIK, C.P., MRIDULA Photosynthetic carbon fixation, translocation, yield and metabolite levels in okra (*Abelmoschus esculentus* L.) subjected to foliar application of aliphatic alcohols. *Photosynthetica*, v.33, n.2, p.255-261, 1996.
- WARMAN, P.R., HAVARD, K.A. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.68, p.207-216, 1999.
- 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.

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE QUATRO CULTIVARES DE QUIABO INFLUENCIADA POR FILME DE PVC EM CONDIÇÕES AMBIENTES

RESUMO

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa e teve como objetivo avaliar a influência do filme plástico de PVC sobre a conservação pós-colheita dos frutos de quatro cultivares de quiabo para consumo “in natura”, armazenados em condições ambientes. As características avaliadas foram: porcentagem de perda de matéria fresca, teor relativo de água, teor de clorofila total, a e b, teor de vitamina C e análise visual do escurecimento. O uso da embalagem de PVC foi mais eficiente no controle da perda de matéria fresca e manutenção de maior teor relativo de água ao longo do armazenamento. Verificou-se que com ou sem o uso de PVC o cultivar Red Velvet teve maior perda de matéria fresca ao longo do armazenamento. A menor perda sem a utilização do PVC foi verificada no cultivar Amarelinho, e com o uso de PVC pelo Star of David. Houve maior redução no teor de vitamina C dos frutos armazenados sem PVC, os cultivares Red Velvet e Star of David mantiveram maior teor desse nutriente. Houve redução do teor de clorofila em todos os cultivares armazenadas sem PVC ao longo do armazenamento. Nos cultivares armazenadas com PVC evidenciou-se redução do teor de clorofila total apenas nos frutos do cultivar Red Velvet. Em geral foi observado que o cultivar Mammoth Spinless manteve maior teor de clorofila. Observou-se de maneira geral, maior incidência de escurecimento nos frutos armazenados sem PVC. Verificou-se que de todos os cultivares estudados o que manifestou melhor conservação com relação ao escurecimento, usando-se ou não o filme polimérico de PVC, foi o Red Velvet e o com pior estado de conservação foi o Star of David.

INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é uma hortaliça tradicional da família Malvácea 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 do Brasil, e a sua popularidade está aumentando, pois apresenta algumas características desejáveis como ciclo rápido, custo de implantação e condução da cultura altamente econômicos, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo (Mota et al., 2000).

O fruto do quiabeiro é constituído por 89, 9% de água do total do seu peso fresco (Mota et al., 2000; Duzyaman, 1997). Desta forma o quiabo se comporta como fruto perecível quando exposto a condições ambientes com baixa umidade relativa e alta temperatura, pois tais condições propiciam a ocorrência de murcha ocasionada pela intensa atividade respiratória e consequentemente elevada perda de água (Lownds et al., 1993; Scheer, 1994).

As mudanças fisiológicas da respiração, transpiração e biosíntese são afetadas por fatores intrínsecos (características climatéricas e não climatéricas) e extrínsecas (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).

Como em toda cadeia de produção, necessita-se de contínuo suprimento de alimento o que torna necessário a manutenção da qualidade de produtos hortícolas como o quiabo pelo maior período possível com técnicas de conservação como uso da armazenagem em atmosfera modificada e controlada, fazendo com que produtos como frutos e hortaliças estejam disponíveis ao consumidor por praticamente todo ano (Studman, 2001).

A manutenção da qualidade e consequentemente a extensão pós-colheita de produtos como o quiabo 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; Brosnan e Sun, 2001). A atmosfera modificada ocorre em função da interação entre o processo natural de respiração do produto e a troca gasosa através da embalagem havendo então o acúmulo de CO_2 e vapor de água, e o esgotamento do O_2 sendo os níveis controlado pela troca gasosa através da embalagem até atingir o equilíbrio em níveis benéficos, que depende de características como espessura do filme, composição química e outras. Esta técnica está continuamente se tornando importante como tratamento para prolongar o período de armazenagem de produtos perecíveis reduzindo perdas e mantendo a qualidade, uma vez que há redução da respiração dos frutos, induzido pela redução da concentração de O_2 e aumento de CO_2 , além de acúmulo de alta umidade relativa reduzindo, assim, a perda de água por transpiração, reduzindo conseqüentemente o murchamento, a produção e sensibilidade ao etileno e as reações de oxidação (Ben-Yehoshua, 1985; Amarante et al., 2001, Fonseca et al., 2000, Chen al., 2000, D'aquino et al., 1998, Peppelenbos et al., 1996). Entretanto os melhores resultados são obtidos quando há um balanço adequado entre a permeabilidade do filme aos gases respiratórios e a respiração do produto, que depende, do tipo, da variedade, do peso, do estágio de maturação e da temperatura dos frutos (Awad, 1993, Robertson 1993). Embora muitos filmes plásticos com diferentes permeabilidades a gases sejam empregados, o polietileno de baixa densidade (PEBD) e o cloreto de polivinila (PVC) são os mais usados para frutos e hortaliças (Zagory e Kader, 1988).

No entanto os produtos armazenados nestas condições podem passar a respirar anaerobicamente sofrendo fermentação com acúmulo de etanol, havendo adicionalmente degradação de tecidos e gerar "off flavor" principalmente se a temperatura aumenta, e a permeabilidade do filme não for adequada, por isso é necessário controlar a temperatura (Chen al., 2000, D'aquino et al., 1998, Yearsley et al., 1996).

O presente experimento teve como objetivo avaliar a influência do filme plástico de PVC sobre a conservação pós-colheita de quatro cultivares de quiabo para consumo “in natura”, armazenados em condições ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de quiabo foram colhidos na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, no período de março a maio de 2001, no ponto de colheita comercial quando estavam tenros. Após a operação de colheita os frutos foram acondicionados em caixas plásticas; em seguida, foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, do Departamento de Fitotecnia, onde foram selecionados.

Os frutos foram armazenados em condições ambientes (22 ± 2 °C e 80 ± 5 % de Umidade Relativa). O experimento foi organizado segundo delineamento experimental em blocos casualizados, em um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um fatorial 2 x 4, ou seja embalagens sem e com PVC e os quatro cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless e nas subparcelas os seis períodos de amostragem com quatro blocos, sendo a unidade experimental constituída por 4 frutos.

As características físicas e químicas avaliadas em intervalos de 3 dias foram:

Perda de matéria fresca do fruto em que a diferença de massa entre as avaliações foi acumulada durante a evolução do experimento e o resultado de perda de matéria fresca em relação à massa inicial do fruto foi expresso em porcentagem.

Teor relativo de água conforme metodologia descrita por Catsky (1974), com o emprego da equação citada por Weatherley (1950):

$$\phi = \frac{F - W}{T - W} \times 100$$

Em que Φ é o teor relativo de água; F a massa da matéria fresca; W, a massa da matéria seca; e T, a massa da matéria túrgida. Foram retirados discos de 7 mm de diâmetro do pericarpo do quiabo e pesados. Os discos foram colocados em espumas saturadas de água por sete horas (tempo necessário para estabilização da massa) 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.

Para avaliação da clorofila a, b e total, foram retirados 3 g de matéria fresca da parte mediana dos frutos, aos quais foram acrescentados 10 mg de sulfato de magnésio e 30 ml de acetona 80 % (v/v), e homogeneizou-se. A suspensão foi filtrada, aferida num balão volumétrico de 50 mL, sendo os teores de clorofila determinados espectrofotometricamente pelo método de Arnon (1949) nos comprimentos de onda de 645 e 663nm, expressando-se em $\mu\text{g/g}$.

O teor de vitamina C foi determinado segundo técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Amostras de 5 g de matéria fresca do fruto foram trituradas em 100 mL de água destilada com o auxílio de um homogeneizador de tecidos. Em seguida, foi adicionado à mistura 20 mL de ácido sulfúrico a 20 %, filtrando-se posteriormente a solução. Foi adicionado ao filtrado, 1 mL de iodeto de potássio a 10 % e 5 mL da solução de amido a 1 %, que foi seguido por titulação com solução de iodato de potássio a 0,01 N até coloração azul. O resultado foi expresso em mg de Ácido ascórbico por 100 g de matéria fresca.

A presença de manchas de descoloração foram avaliadas com o auxílio das seguintes notas: sem escurecimento (nota 0), ausência de manchas escuras; levemente escurecidos (nota 1), com pequenas manchas ou levemente escurecidos; moderadamente escurecidos (nota 2), com manchas maiores; extremamente escurecidos (nota 3), com manchas distribuídas por todo o fruto; e completamente escurecidos (nota 4) quando as manchas escuras ocupavam mais de 50% do fruto (Figura 1) .

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e de regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos,

os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de t, de Student, a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Perda de Matéria Fresca

Observou-se aumento linear da perda de matéria fresca ao longo do período de armazenamento nos cultivares estudadas no presente experimento, usando-se ou não filme de PVC (Figura 2). Nos frutos armazenados sem PVC o aumento linear constante da perda de matéria fresca foi da ordem de 5,26; 6,64; 6,13 e 5,94 % por dia nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente, acumulando ao final de nove dias de armazenagem perdas de 47,34; 59,76; 55,17 e 53,46 % respectivamente. Mota et al. (2002) trabalhando com o mesmo filme, porém, em temperatura reduzidas de 5°C a 10°C verificaram porcentagem de perda diária de 1,96; 2,92; 2,52 e 2,25 % nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente, e mesmo conservados por 15 dias, ou seja, seis dias a mais que as condições ambientes do presente trabalho, as perdas acumuladas foram inferiores da ordem de 29,4; 43,8; 37,8 e 33,75 %, respectivamente.

Observou-se ainda que a perda de matéria fresca em todos os cultivares armazenados sem PVC foi maior que os frutos armazenados com PVC em que o aumento diário e constante foi de 3,30; 3,86; 2,73 e 3,53 % nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente, atingindo perdas de 39,6; 46,32; 32,76 e 42,36 % após 12 dias de armazenagem, destacando que os frutos com PVC mesmo armazenados três dias a mais que os sem PVC demonstraram menor acúmulo de perda de

matéria fresca (Figura 2). No entanto Mota et al. (2002) observou que nos frutos armazenados com PVC em temperatura reduzidas de 5°C a 10°C o teor de perda diário foi de 0,43; 0,42; 0,34 e 0,37 % e ao final de 15 dias a perda acumulada foi de 6,45; 6,30; 5,10 e 5,55 % nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente.

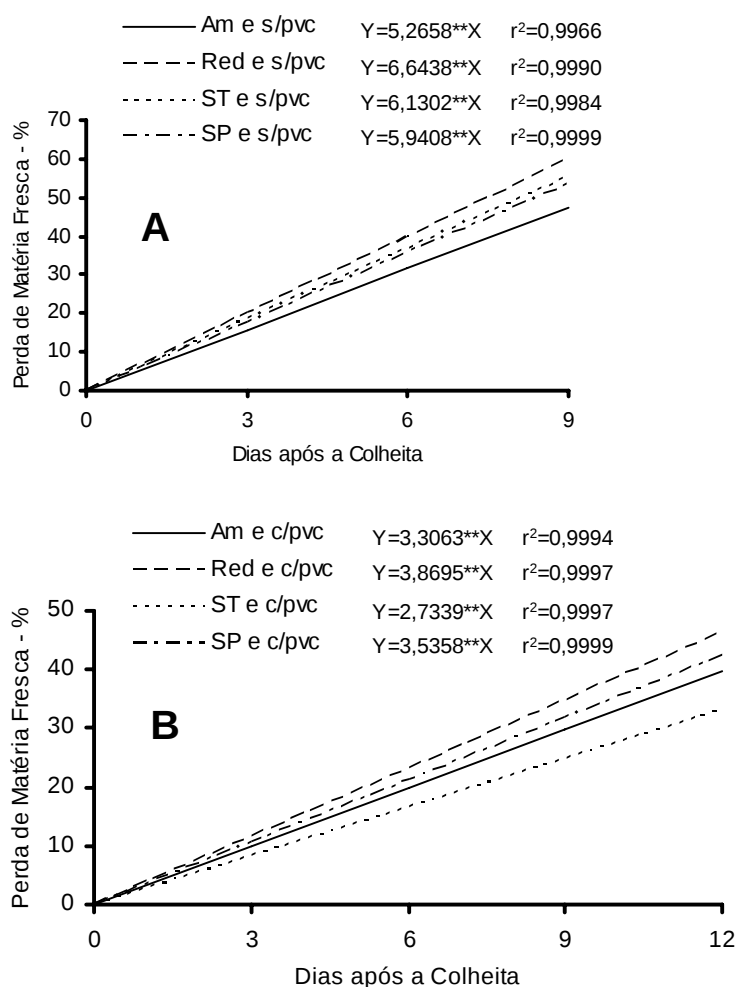


Figura 2 - Porcentagem de perda de matéria fresca dos frutos dos cultivares de quiabeiro Amarelinho (Am), Red Velvet (Red), Star of David (ST) e Mammoth Spinless (SP) armazenados sem (A) e com (B) PVC, em função dos dias após a colheita.

Como a maior parte da perda de massa é devido a perda de água sendo esta função da diferença de pressão de vapor de água entre ambiente interno

do fruto e o ambiente externo (Ben-Yehoshua, 1985; Taiz, 1991) e os frutos armazenados em condições ambientes estarem expostos a umidade relativa de aproximadamente 80%, conclui-se que a diferença de pressão de vapor de água foi maior que os armazenados em condições refrigeradas com 95% de umidade relativa condicionando mais forte perda de matéria fresca em condições ambientes. Além disso, em condições ambientes, a temperatura é mais elevada aumentando a atividade metabólica e a troca gasosa com o meio, elevando conseqüentemente a respiração e reduzindo a conservação pós-colheita de produtos hortícolas (Bower, 1998; Taiz, 1991). Esta taxa de deterioração aumenta logarithmicamente com o aumento da temperatura, que é chamado quociente de temperatura, que por sua vez pode ser predito pela lei de Van't Hoff (Q_{10}) (Brosnan e Sun, 2001). Este fato explica o aumento da perda de matéria fresca quando a temperatura foi elevada de 5 e 10 °C para temperaturas mais elevadas de aproximadamente 25 °C em condições ambientes, como foi verificado com os cultivares estudados no presente trabalho.

Observou-se que em ambas condições de armazenagem, ou seja, frutos armazenados sem e com PVC, começou haver diferença entre os cultivares a partir do 6º dia até o final do período de armazenamento, mostrando adicionalmente a maior perda de matéria fresca nos frutos embalados sem PVC em relação aos embalados (Tabelas 1 e 2). Desta forma, até o 6º sexto dia a escolha pelo consumidor, considerando apenas a perda de matéria fresca, estará em função das características físicas tamanho e forma, coloração e ausência de qualquer tipo de injúria etc, que condicionam a aparência do produto (Pedrosa et al., 1983; Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999; Kays, 1999). Verificou-se em ambas as condições que o cultivar Red Velvet manifestou maior perda de matéria fresca ao longo do armazenamento. A menor perda em condições ambientes sem PVC foi verificada no cultivar Amarelinho, enquanto com uso de PVC a menor perda foi demonstrada pelo Star of David. Dessa forma, em condições ambientes e sem a utilização de PVC, o cultivar Amarelinho seria o mais indicado após o 6º dia, em função da

menor perda de matéria fresca. Resultados comprovados por Mota et al., (2002), na qual este cultivar também demonstrou melhor desempenho após o 6º dia de armazenamento em condições refrigeradas.

Tabela 1-Valores médios da porcentagem de perda de matéria fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem PVC durante 9 dias

Cultivares	Dias após a Colheita			
	0	3	6	9
Amarelinho	0,00a	21,28a	32,85 b	44,72..b
Red Velvet	0,00a	23,05a	41,88a..	57,40a.
Star of David	0,00a	22,81a	37,79ab	53,02ab
Mammoth Spinless	0,00a	19,38a	33,54ab	54,34a..

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2-Valores médios da porcentagem de perda de matéria fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados com PVC durante 12 dias

Cultivares	Dias após a Colheita				
	0	3	6	9	12
Amarelinho	0,00a	11,25a	20,57ab	31,07a..	37,98 bc
Red Velvet	0,00a	13,30a	25,40a..	30,77ab	47,96a...
Star of David	0,00a	9,36a	17,36 b	23,58..b	33,47 c
Mammoth Spinless	0,00a	11,18a	21,13ab	32,14a..	42,08ab..

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Por outro lado com a utilização de PVC o cultivar mais indicado após o 6º dia seria o Star of David, por ter manifestado menor perda de matéria fresca. Na necessidade de um período maior para o transporte e comercialização deve-se considerar a porcentagem de perda de matéria fresca na escolha do cultivar pelo consumidor, pois quanto maior esta perda maior será a redução da qualidade comercial em função do murchamento, que altera a aparência além da qualidade nutricional dos frutos (Burdon e Clark, 2001). Essa maior eficiência no uso da embalagem com PVC em condições ambientes também foi verificada

por Della-Justina (1998) trabalhando com o cultivar Amarelinho, que verificou redução da perda de matéria fresca em aproximadamente 20 % com o uso de PVC em relação aos frutos acondicionados sem PVC, além do prolongamento da conservação em 5 dias com a utilização do PVC.

A embalagem de PVC nesses resultados citados, incluindo, os do presente trabalho agiu passivamente no controle da perda de matéria fresca, pois a barreira física à permeação imposta pelo filme plástico condicionou, com o aumento do período de armazenamento, uma atmosfera modificada com níveis elevados de umidade no ambiente interno à embalagem, desta forma houve redução do gradiente de pressão de vapor de água entre os frutos e a atmosfera interna da embalagem reduzindo então a perda de água e consequentemente de matéria fresca. Provavelmente também, houve acúmulo de CO_2 e redução de O_2 , reduzindo desta forma a respiração e consequentemente o consumo dos substratos orgânicos de reserva (Ben-Yehoshua, 1985, Fonseca et al., 2000, Pesis et al., 2000).

Acompanhando a perda de matéria fresca observou-se redução linear do teor relativo de água, ao longo do período de armazenamento, nos frutos de todos os cultivares armazenados sem e com PVC, em condições ambientes (Figuras 3 e 4). Houve maior eficiência dos frutos dos cultivares embalados com PVC na manutenção de maior teor relativo de água, em relação aos embalados sem PVC, pois a perda diária foi de 1,93 % atingindo ao final de 12 dias teor de 68,31 %, ao contrário dos frutos não embalados onde mesmo após menor período, nove dias, atingiu menor teor de 64,44 % devido a perda diária de 2,73 %. A maior eficiência relativa dos frutos armazenados com filme plástico em relação aos não armazenados também foi verificada por Della-Justina (1998) ao trabalhar com o cultivar Amarelinho e por Mota et al. (2002) trabalhando com os mesmos cultivares utilizados no presente experimento em condições onde os frutos armazenados com PVC, o teor relativo de água manteve-se constante, com média de 85,00 e 93,80 % à temperatura de 10°C e 5°C respectivamente. Nestes trabalhos os autores também relatam que os frutos armazenados sem PVC em condições refrigeradas foram mais eficientes na manutenção de maior

teor relativo de água com taxas de perda de água mais reduzidas de 1,21 e 1,74 % a 10°C e 5°C, respectivamente. Estes resultados, no entanto, eram esperados, pois as condições de umidade relativa nas câmaras frias foram de aproximadamente 95 %, contrastando com os 85 % aproximadamente nas condições do presente experimento, desta forma o gradiente de vapor de água entre os frutos e o ambiente no presente experimento foi maior, condicionando maior perda de água (Ben-Yehoshua, 1985; Taiz, 1991) e consequentemente menor teor relativo de água. Sugere-se que o deslocamento de água ocorra preferencialmente para o ambiente, pois paralelamente a redução do teor relativo de água houve aumento da porcentagem de perda de matéria fresca com o período de armazenagem em todos os cultivares armazenados com e sem envoltório plástico.

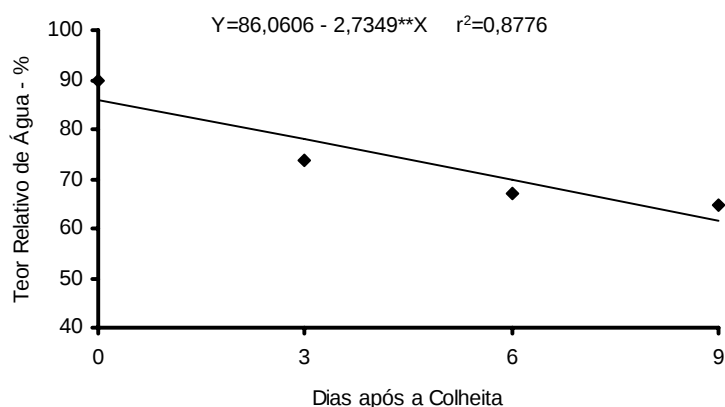


Figura 3 - Teor relativo de água dos frutos dos cultivares de quiabeiro Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem PVC, em função dos dias após a colheita.

Mota et al., (2002) verificaram que com a perda de água e consequente murchamento algumas das características que dão qualidade ao quiabo são reduzidas como o frescor, a forma e o tamanho. Além disso, a perda de água pode alterar o metabolismo e as características de sabor, flavor e nutricionais, como a queda no teor de vitamina C. Adicionalmente a perda de água

condiciona aumento proporcional do teor de fibras em função do murchamento dos frutos (Carvalho, 2002). Como a perda de água no presente trabalho foi mais elevada que em condições refrigeradas a taxa de perda desses componentes de qualidade serão muito mais significativas. Estas características qualitativas depreciam os frutos que, normalmente, são recusados pelo consumidor. Conseqüentemente, a redução da perda de água é fundamental para manter a qualidade aparente e nutricional (Burdon e Clark, 2001).

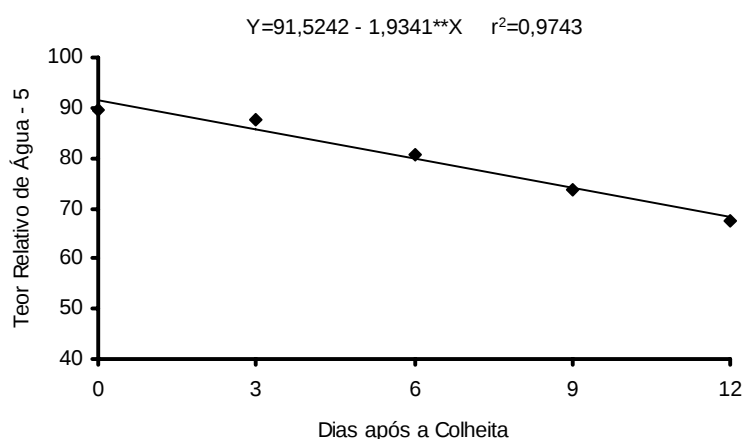


Figura 4 - Teor relativo de água dos frutos dos cultivares de quiabeiro Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados com PVC, em função dos dias após a colheita.

Com relação ao teor de vitamina C foi verificada redução linear diária de 3,93 mg/100g no teor de vitamina C dos frutos armazenados sem PVC, atingindo ao final do período de armazenamento teor de 30,99 mg/100g de vitamina C (Figura 5). No entanto, nos frutos armazenados com PVC, as perdas foram inferiores com redução diária e linear de 2,43 mg/100g acumulando ao final de 12 dias teor de 33,32 mg/100g (Figura 6).

Perdas essas que foram superiores às observadas por Mota et al. (2002) trabalhando em condições refrigeradas, onde, independente do uso ou não de PVC, houve redução linear diária de 1,36 e 1,81 mg/100g no teor de vitamina C,

atingindo maior teor ao final do período de armazenamento com 48,43 e 48,01 mg/100g, nas temperaturas de 5°C e 10°C respectivamente.

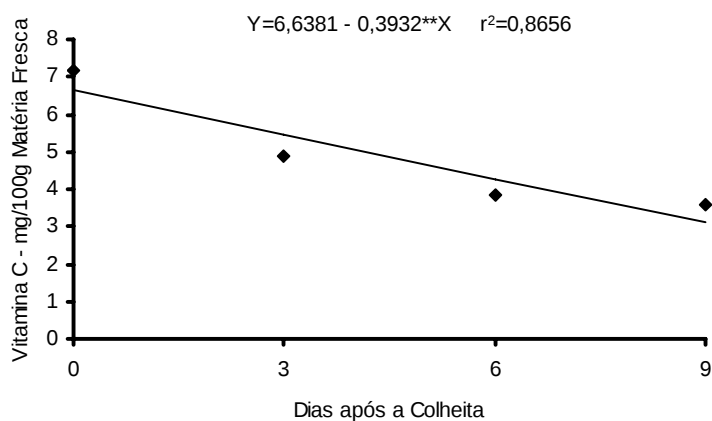


Figura 5 – Teor de vitamina C dos frutos de quiabeiro armazenados sem PVC, em função dos dias após a colheita.

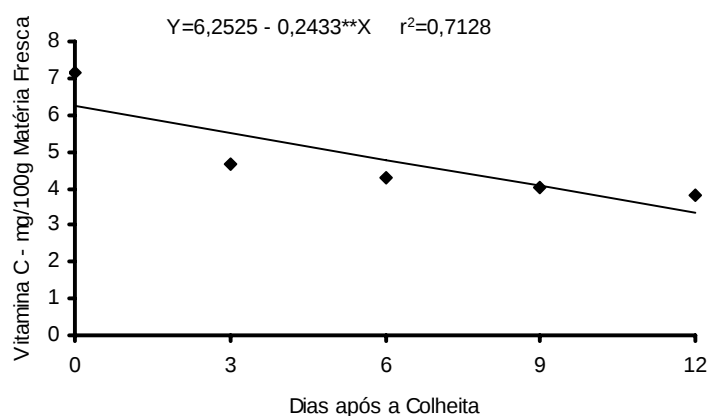


Figura 6 - Teor de vitamina C dos frutos de quiabeiro armazenados com PVC, em função dos dias após a colheita.

Esta redução do teor de vitamina C, com o avanço do período de armazenamento, também foi verificada por Della-Justina (1998). Segundo Paull (1998) e Lee e Kader (2000), temperaturas mais elevadas como as verificadas em condições ambiente condicionam redução do teor de vitamina C. A redução linear do teor de vitamina C ao longo do período de armazenamento ocorre em

função da oxidação do ácido ascórbico pela ascorbato oxidase que tem sido proposta como a enzima mais responsável pela degradação enzimática do ácido ascórbico (Lee e Kader, 2000). Sabe-se que a atividade aparente de diferentes enzimas em diferentes temperaturas exibem um comportamento conhecido: a medida que se aumenta a temperatura ocorre aumento da atividade enzimática que pode ser freqüentemente descrito pela lei de Arrhenius. Eventualmente a atividade máxima é atingida, que é freqüentemente referida como temperatura ótima para ação enzimática (Tijskens et al.,1999; Carbonaro e Mattera, 2001).

O mesmo comportamento foi verificado por Della-Justina (1998), onde ao armazenar frutos do cultivar Amarelinho, observou nos armazenados com PVC teores médios de vitamina C significativamente superiores aos frutos não embalados. Entretanto, Mota et al. (2002) verificaram, ao trabalhar em condições refrigeradas, que os frutos armazenados com PVC mantiveram maior teor de vitamina C em relação aos armazenados com PVC 15 dias após a colheita, com 63,20 e 56,98 mg/100g de matéria fresca respectivamente.

Foi observado ainda que, considerando as médias gerais, entre frutos armazenados sem PVC, os cultivares Red Velvet e Star of David mantiveram maior teor de vitamina C, e o cultivar Mammoth Spinless manteve menor teor e o Amarelinho manteve posição intermediária (Figura 7).

O valor nutritivo é um atributo de qualidade essencial, assim a disponibilidade de produtos hortícolas com elevado teor de vitamina C é muito importante (Chitarra e Chitarra, 1990; Kays, 1991; Siddhuraju et al., 2002). Desta forma, os cultivares Red Velvet e Star of David teriam uma vantagem comparativa em condições ambientes de uma maneira geral em relação aos outros cultivares. Entretanto, em condições refrigeradas, como verificado por Mota et al. (2002), a Red Velvet foi o cultivar que manifestou maior perda desse nutriente ao longo do período de armazenamento, por outro lado o cultivar Mammoth Spinless manifestou menor teor nas condições do presente experimento e em condições refrigeradas demonstrou menores perdas ao longo do período de armazenamento.

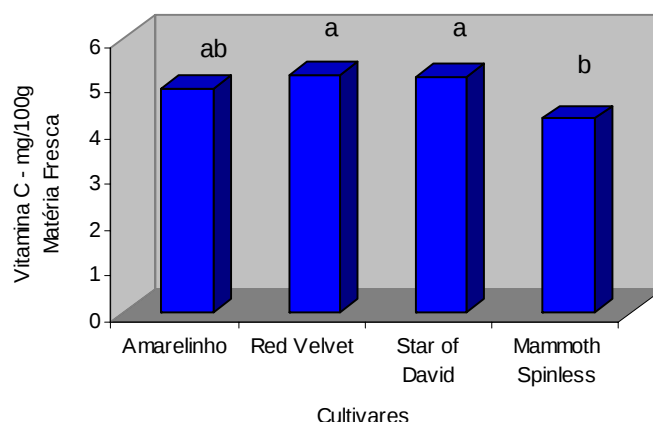


Figura 7 - Teor de vitamina C dos frutos dos cultivares de quiabeiro Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem PVC.

Com relação ao teor de clorofila observa-se pela Figura 8 que houve, ao longo do período de armazenamento, redução dos teores de clorofila a, b e total em todos os cultivares armazenados sem PVC. A taxa de perda diária de clorofila total foi de 1,83; 5,11; 1,75 e 2,41 $\mu\text{g/g}$ de matéria fresca que foi acompanhada pela perda de clorofila a com 0,94; 3,06; 1,04 e 1,45 $\mu\text{g/g}$ e de clorofila b com 0,89; 2,04; 0,70 e 0,96 $\mu\text{g/g}$ nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, respectivamente. Desta forma, os teores de clorofila total de 37,99; 53,17; 34,66 e 52,74 $\mu\text{g/g}$, os de clorofila a de 21,50; 31,03; 20,67 e 31,21 $\mu\text{g/g}$ e os de clorofila b de 16,49; 22,13; 13,98 e 21,53 $\mu\text{g/g}$ no dia “0” nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, respectivamente. Após nove dias de armazenagem, esses teores reduziram para 21,52; 7,15; 18,91 e 31,00 $\mu\text{g/g}$ de clorofila total, 13,00; 3,46; 11,23 e 18,15 $\mu\text{g/g}$ de clorofila a e 8,43; 3,69; 7,67 e 12,84 $\mu\text{g/g}$ nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, respectivamente. Evidencia-se então que em condições de ausência de PVC o cultivar Red Velvet demonstrou maiores perdas de clorofila a, b e total enquanto o cultivar Star of David demonstrou menores taxas de perdas. Entretanto, com o auxílio da Tabela 3, não se evidencia diferença significativa entre os cultivares

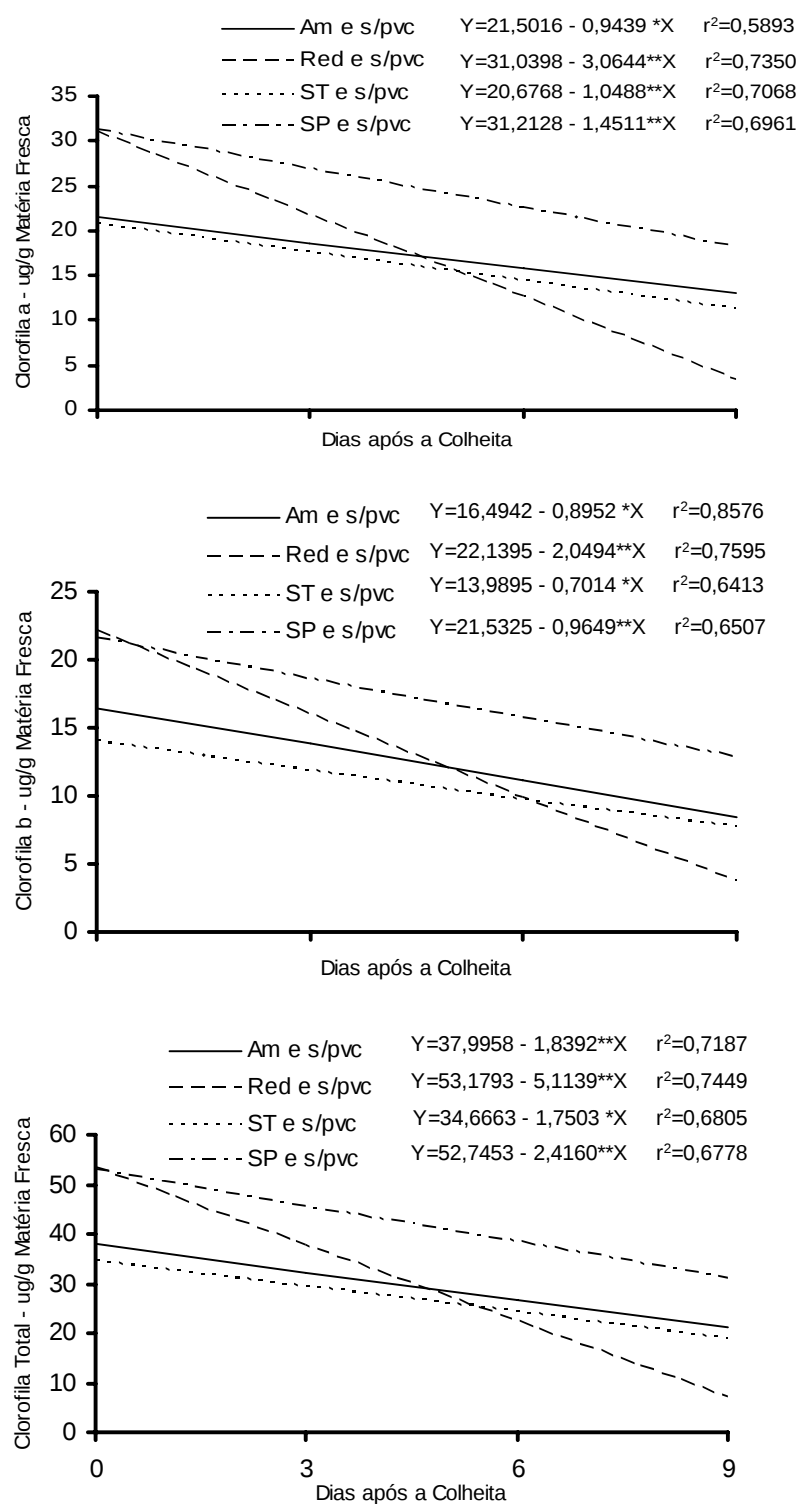


Figura 8 - Teores de clorofilas a, b e total dos frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho (Am), Red Velvet (Red), Star of David (ST) e Mammoth Spinless (SP), armazenados sem PVC em condições ambientes, em função dos dias após a colheita

com relação ao teor de clorofila total ao longo do período de armazenamento. Com relação às clorofilas a e b, o cultivar Mammoth Spinless manifestou maior teor do terceiro ao sexto dia após a colheita não diferenciando dos outros cultivares no nono dia, demonstrando de maneira geral manutenção de maior teor dessa clorofila, tendo o menor teor variado entre os cultivares Red Velvet e Star of David, pois no terceiro dia após a colheita o menor teor foi verificado para o cultivar Red Velvet e no sexto dia para os cultivares Red Velvet e Star of David (Tabelas 4 e 5).

Tabela 3 - Valores médios da clorofila total em ug/g de Matéria Fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem PVC durante 9 dias

Cultivares	Dias após a Colheita			
	0	3	6	9
Amarelinho	34,07ab	36,52a	30,62a	17,65a
Red Velvet	64,17a..	23,15a	18,88a	14,45a
Star of David	31,55..b	35,89a	20,55a	19,15a
Mammoth Spinless	47,22ab	50,88a	44,02a	25,35a

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 4 - Valores médios de clorofila a em ug/g de Matéria Fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem PVC durante 9 dias

Cultivares	Dias após a Colheita			
	0	3	6	9
Amarelinho	18,77..b	21,58ab	18,19ab	10,46a
Red Velvet	37,80a..	12,88..b	10,28..b	..8,02a
Star of David	18,97..b	21,14ab	12,25..b	11,44a
Mammoth Spinless	28,05ab	29,91a..	25,87a.	14,88a

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Valores médios de clorofila b em ug/g de Matéria Fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem PVC durante 9 dias

Cultivares	Dias após a Colheita			
	0	3	6	9
Amarelinho	15,30..b	14,94ab	12,42ab	7,18a
Red Velvet	26,37a..	10,26..b	8,59 b	6,43a
Star of David	12,57...b	14,74ab	8,30 b	7,70a
Mammoth Spinless	19,17.ab	20,96a..	18,15a..	10,46a

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando os frutos armazenados com PVC, o comportamento do teor de clorofila a, b e total foi diferenciado. Observa-se pela análise da figura 9 que o único cultivar que demonstrou perda de clorofila total, a e b ao longo do período de armazenamento foi o Red Velvet com perda diária de 3,44; 2,07 e 1,36 ug/g de matéria fresca de clorofila total, a e b respectivamente.

De teores de 49,05; 28,77 e 20,28 ug/g no dia “0” atingiu teores de 7,75; 3,85 e 3,89 ug/g após 12 dias de armazenamento respectivamente. Entretanto, as perdas evidenciadas foram inferiores às verificadas sob condições de armazenamento sem PVC onde a perdas diárias naquelas condições foram de 5,11; 3,06 e 2,04 ug/g de clorofila total, a e b respectivamente. Com relação aos outros cultivares estudados os teores de clorofila total, a e b permaneceram constante ao longo do período de armazenagem com médias de 25,45; 31,54 e 48,72 ug/g de clorofila total, 14,68; 18,64 e 28,08 ug/g de clorofila a e 10,77; 12,90 e 20,63 ug/g de clorofila b nos cultivares Amarelinho, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente. Analisando a diferença entre os cultivares verificou-se que o cultivar Mammoth Spinless manteve teor significativamente maior de clorofila total, a e b ao longo do período de armazenagem, tendência que também foi observada por Mota et al. (2002) ao armazenar os frutos das quatro cultivares em condições refrigeradas, a cultivar Red Velvet apresentou menores teores de clorofila total e a (Tabela 6, 7 e 8). Com relação à clorofila b os menores teores foram verificados nos cultivares Amarelinho e Red Velvet. As diferenças observadas entre os cultivares ocorreu muito provavelmente em

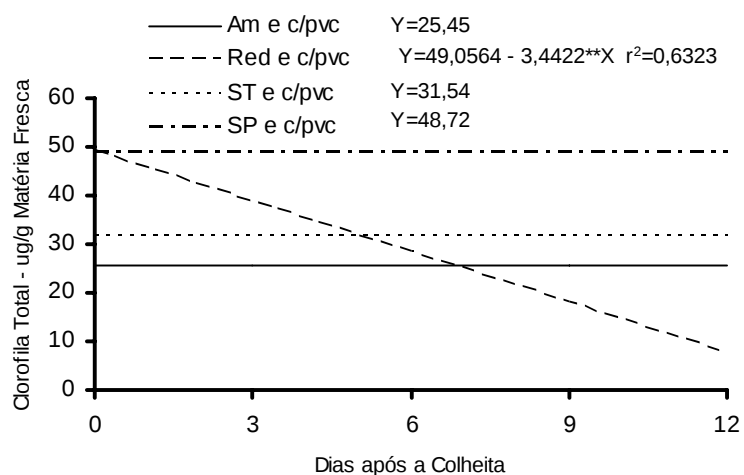
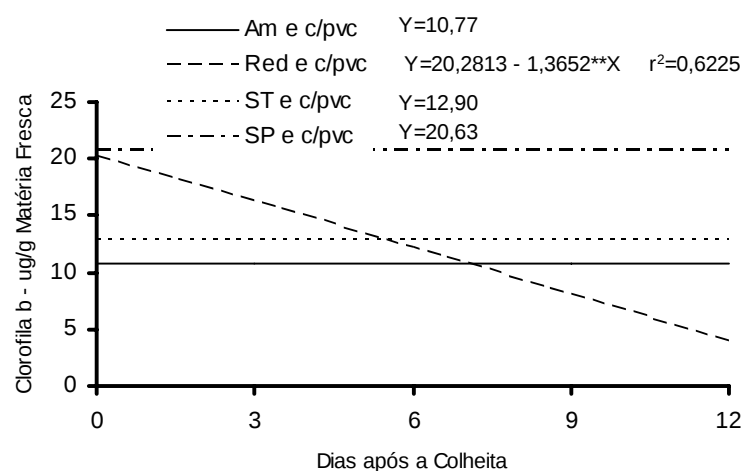
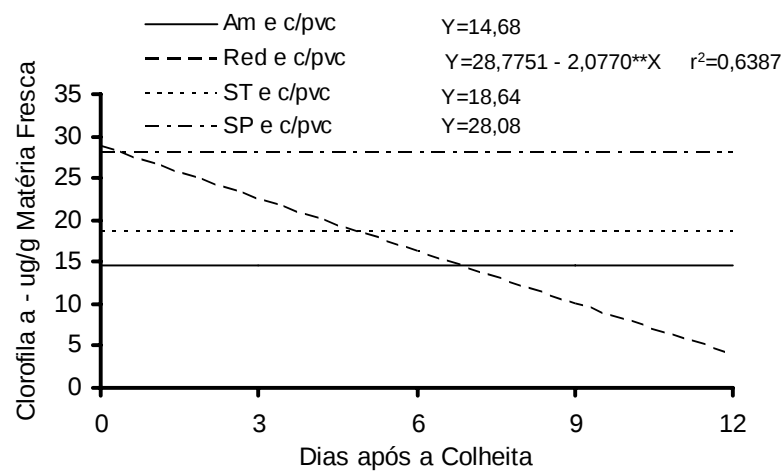


Figura 9 - Teores de clorofilas a, b e total dos frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho (Am), Red Velvet (Red), Star of David (ST) e Mammoth Spinless (SP), armazenados com PVC em condições ambientes, em função dos dias após a colheita.

função da diferente composição genética entre os cultivares. Em relação ao cultivar Red Velvet que manifestou geralmente maiores taxas de perda, destaca-se o fato desse cultivar ter origem americana e não estar ainda adaptada às condições ambientais de cultivo e armazenagem pós-colheita no Brasil, apesar de ser tradicionalmente cultivado nas regiões tropicais dos Estados Unidos (Mota et al., 2002).

Tabela 6 - Valores médios de clorofila total em µg/g de Matéria Fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados com PVC durante 12 dias

Cultivares	Dias após a Colheita				
	0	3	6	9	12
Amarelinho	34,07..bc	21,19..bc	24,09..b	24,84ab	19,08..b
Red Velvet	64,17a....	19,79....c	26,01..b	15,17...b	12,85..b
Star of David	31,55...c	35,06..b..	30,14..b	30,21a	25,78ab
Mammoth Spinless	47,22..b..	58,51a....	56,07a..	39,14a	39,64a..

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A degradação da clorofila em hortaliças não climatéricas, como o quiabo, pode ser um defeito na qualidade, pois a perda de clorofila e de coloração verde são reflexos da senescência (Beaudry, 1999). A degradação da clorofila pode ser mediada por vários processos como a ação da enzima clorofilase, oxidação enzimática ou fotodegradação (Beaudry, 1999). A manutenção da coloração é uma característica aparente importante e que em todas as fases da cadeia como produção, armazenagem, comercialização, e principalmente pelo consumidor ao comprar, é o primeiro critério utilizado no julgamento da qualidade (Kays, 1991; Kays, 1999).

Della-Justina (1998) também verificou redução no teor de clorofila total do cultivar de quiabo Amarelinho ao longo do período de armazenamento. Mota et al. (2002) também verificaram em condições refrigeradas que todos os cultivares, de maneira geral, reduziram o teor de clorofila total a medida que se aumentou o período de armazenamento. Entretanto a taxa de redução foi

menor que a verificada no presente experimento, pois cultivares como Amarelinho e Red Velvet manifestaram redução linear diária no cultivar Red Velvet de 1,33 ug/g, e no Amarelinho de 0,82 ug/g 15 dias após a armazenagem houve redução para 20,38 e 26,04 ug/g de matéria fresca.

Tabela 7 - Valores médios de clorofila a em $\mu\text{g/g}$ de Matéria Fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados com PVC durante 12 dias

Cultivares	Dias após a Colheita				
	0	3	6	9	12
Amarelinho	18,77...c	12,46..bc	14,36....b	11,70ab	11,11..b
Red Velvet	37,80a...	11,32....c	14,70...b	6,85..b	6,88..b
Star of David	18,97...c	20,60..b..	17,89...b	17,72a.	14,98ab
Mammoth Spinless	28,05..b.	34,15a....	31,49a...	22,99a.	22,72a..

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 8 - Valores médios de clorofila b em $\mu\text{g/g}$ de Matéria Fresca de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados com PVC durante 12 dias

Cultivares	Dias após a Colheita				
	0	3	6	9	12
Amarelinho	15,30..bc	..8,72..b	..9,73...b	8,14ab	.7,96..b
Red Velvet	26,37a....	..8,46..b	11,31...b	..5,32. b	..5,97..b
Star of David	12,57....c	14,43..b	12,25...b	12,48ab	10,79ab
Mammoth Spinless	19,17..b..	24,36a..	22,57a...	16,14a..	16,92a..

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A clorofila é um pigmento afetado pela atmosfera modificada sendo amplamente associada com a qualidade de hortaliças (Lee e Kader, 2000). A utilização da 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 do desverdecimento 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 desverdecimento com o uso da atmosfera modificada. Resultado que também foi verificado por Pariasca et al. (2001) em ervilha ao combinar atmosfera modificada com baixa temperatura.

Observa-se pela tabela 9 que os frutos dos cultivares Amarelinho e Red Velvet armazenados em condições ambientes embalados ou não com PVC, mantiveram ótimo estado de conservação até três dias após a colheita, evidenciando ausência de sintomas de escurecimento, obtendo portanto a nota “0”, ou seja ausência de escurecimento. Entretanto, o cultivar Red Velvet manteve ausência de escurecimento até o final do armazenamento sem ou com utilização de PVC o que também foi verificado por Mota et al. (2002) ao trabalhar em condições refrigeradas com temperaturas reduzidas de 5°C e 10°C. Della-Justina (1998) ao trabalhar com o cultivar Amarelinho verificou eficiência até o segundo dia com os frutos armazenados com PVC, enquanto nos armazenados sem PVC houve princípio de escurecimento logo no segundo dia após a colheita intensificando-se ao longo do período de armazenamento. Do sexto dia até o final do período de armazenamento houve aumento da incidência de escurecimento nos frutos do cultivar amarelinho atingindo notas de 0,56 sem PVC no nono dia e 1,00 com PVC no 12º dia.

Os frutos dos cultivares Star of David e Mammoth Spinless evidenciaram escurecimento logo no terceiro dia após a colheita sem ou com PVC com notas de 0,50 e 0,25 e 0,25 e 0,18 respectivamente. Daí em diante, houve de maneira geral aumento gradual da incidência de escurecimento nas temperaturas estudadas com ou sem filme de PVC até o final do período de armazenamento manifestando notas de 1,75 e 1,50 nos frutos do cultivar Star of David sem e com PVC aos nove e doze dias após a colheita respectivamente e 1,50 e 1,00 nos do cultivar Mammoth Spinless sem e com PVC aos nove e doze dias respectivamente. Observou-se maior incidência de escurecimento nos frutos

armazenados sem PVC, tendência que também foi verificada por Mota et al. (2002) trabalhando em condições refrigeradas com temperaturas reduzidas de 5°C e 10°C.

Tabela 9 - Valores médios das escalas visuais de manchas nos frutos de quiabo dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados em condições ambientes sem e com PVC ao longo do período de armazenamento

Cultivares	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12	
	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC
Amarelinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,56	0,50		1,00
Red Velvet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Star of David	0,00	0,00	0,50	0,25	1,5	0,5	1,75	1,00		1,50
Mammoth Spinless	0,00	0,00	0,25	0,18	1,25	0,18	1,50	0,50		1,00

Verificou-se ainda que de todos os cultivares estudados o que manifestou maior conservação com ou sem uso de filme polimérico de PVC foi o Red Velvet e a com pior estado de conservação foi o Star of David. O que também foi verificado por Mota et al. (2002).

O escurecimento condiciona defeito na qualidade e a formação dos pigmentos escurecidos ocorre como resultado da atividade das enzimas peroxidase e polifenol oxidase, onde esta oxida uma extensa variedade de substratos incluindo monofenóis, trifênóis, ácido ascórbico e *o*- e *p*-difênóis (Lagrimini, 1991; Chazarra et al., 1997; Hammer, 1993; Beaudry, 1999). Carvalho (2002) verificou, ao trabalhar com o cultivar amarelinho, aumento da atividade da peroxidase em condições refrigeradas, havendo maior atividade na temperatura de 5°C o que correlacionou com a maior incidência de escurecimento enzimático. A oxidação dos produtos oxidativos dessas reações enzimáticas reagem com outros para formar polímeros de elevado peso molecular e formar complexos macromoleculares com aminoácidos e proteínas, o qual conduz a formação de pigmentos escurecidos. O processo oxidativo requer a presença de oxigênio molecular podendo ser prevenido pela redução

dos níveis de O₂ (Beaudry, 1999). O que foi verificado no presente experimento, pois ao usar filme de PVC houve modificação da atmosfera com o tempo aumentando o teor de CO₂ e reduzindo o teor de O₂ reduzindo paralelamente a incidência do escurecimento enzimático.

CONCLUSÕES

O uso da embalagem de PVC foi mais eficiente na redução do escurecimento enzimático e no controle da perda de matéria fresca, manutenção de maior teor relativo de água, vitamina C e clorofila total ao longo do armazenamento.

O cultivar Star of David manifestou bom estado de conservação com manutenção de maiores teores de vitamina C e reduzida perda de matéria fresca em conjunto com o cultivar Amarelinho. O cultivar Red Velvet, apesar de ter evidenciado boas características de conservação com menor escurecimento e elevados teores de vitamina C, manifestou maior perda de matéria fresca e de clorofila ao longo do armazenamento.

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*, California, v.24, n.1, p. 1-15, 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.
- AWAD, M. *Fisiologia pós-colheita de frutos*. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- 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.
- BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film- A new postharvest technique. *HortScience*, v.20, n.1, p.32-37, 1985.
- BOWER, J.H., JOBLING, J.J., PATTERSON, B.D., RYAN, D.J. A method for measuring the respiration rate and respiratory quotient of detached plant tissues. *Postharvest Biology and Technology*, v.13, p.263–270, 1998.
- BROSNAN, T., SUN, D.W. Precooling techniques and applications for horticultural products - a review. *International Journal of Refrigeration*, v.24, p.154-170, 2001.
- BURDON, J., CLARK, C. Effect of postharvest water loss on 'Hayward' kiwifruit water status. *Postharvest Biology and Technology*, v.22, p.215-225, 2001.
- CARBONARO, M., MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). *Food Chemistry*, v.72: 419 – 424, 2001.
- CARVALHO, M.J. *Injúria por frio, respiração e produção de etileno pós-colheita em quiabo (Abelmoschus esculentus (L.) MOENCH.)*. Viçosa, MG: UFV, 2002. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CATSKY, J. *Water content*. In: SLAVIK, B., ed. *Methods of studying plant water relations*. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p.121-31.
- CHEN, X., MAARTEN, L.A.T.M., HERTOOG, M.L.A.T.M., BANKS, N.H. The effect of temperature on gas relations in MA packages for capsicums (*Capsicum annuum* L., cv. Tasty): an integrated approach. *Postharvest Biology and Technology*, v.20, p.71-80, 2000.

- CHAZARRA, S., CABANES, J., ESCRIBANO, J., GARCÍA-CARMONA, F. Kinetic study of the suicide inactivation of latent polyphenoloxidase from iceberg lettuce (*Lactuca sativa*) induced by 4-*tert*-butylcatechol in the presence of SDS. *Biochimica et Biophysica Acta*, n.1339, p.297-303, 1997.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- D'AQUINO, S., PIGA, A., AGABBIO, M., MCCOLLUM, T.G. Film wrapping delays ageing of 'Minneola' tangelos under shelf-life conditions. *Postharvest Biology and Technology*, v.14, p.107-116, 1998.
- DELLA-JUSTINA, M.E. *Conservação pós-colheita do quiabo, influenciada por idade, dano mecânico, filme de PVC e temperatura*. Viçosa, MG: UFV, 1998. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- DUZYAMAN, E. *Okra: botany and horticulture*. In: JANICK, J. *Horticultural Reviews*, v.21, p.41-72, 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.
- HAMMER, F.E. Oxidoreductases. In: NAGODAWITHANA, T., REED, G. *Enzymes in food processing*. San Diego, Academic Press, 1993.
- 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.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. São Paulo: 1985. v.1, p.183.
- KAYS, S.J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.
- KAYS, S.J. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.233-247, 1999.

- LAGRIMINI, L.M. Wound-induced deposition of polyphenol in transgenic plants overexpressing peroxidase. *Plant Physiology*, n.96, p.577-583, 1991.
- 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.
- LOWNDERS, N.K., BANARAS, M., BOSLAND, P.W. Relationship between postharvest water loss and physical properties of pepper fruit (*Capsicum annum* L.). *HortScience*, v.28, n.12, p.1182-1184, 1993.
- MOTA, W.F., FINGER, F.L., CECON, P.R., SILVA, D.J.H., CORRÊA, P.C., FIRME, L.P. Conservação pós-colheita de quatro cultivares de quiabo influenciada por filme de PVC e temperatura. *Horticultura Brasileira*, 2002. (submetido).
- 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, R.E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity Quality. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.263-277, 1999.
- PEDROSA, J.F., MIZUBUTI, A., CASALI, V.W.D., CAMPOS, J.P. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH.). *Horticultura Brasileira*, v.1, n.1, p.14-23, 1983.
- PEPELLENBOS, H.W., TIJSKENS, L.M.M., LEVEN, J.V., WILKINSON, E.C. Modelling oxidative and fermentative carbon dioxide production of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v.9, p.283-295, 1996.
- PESIS, E., AHARONI, D., AHARON, Z., BEN-ARIE, R., AHARONI, N., FUCHS, Y. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.19, p.93-101, 2000.
- ROBERTSON, G.L. *Food Packaging*. New York: Marcel Dekker, 1993. 676p.
- SCHEER, A. Reducing the water loss of horticultural and arable products during long term storage. *Acta Horticulturae*, v.368, n.93, p.511-522, 1994.

- SIDDHURAJU, P., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food. *Food Chemistry*, 2002 (no prelo).
- STUDMAN, C.J. Computers and electronics in postharvest technology - a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.30, p.109-124, 2001
- TAIZ, L., ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood: Benjamin/Cummings, 1991. 565p.
- TIJSKENS, L.M.M., RODIS, P.S., HERTOOG, M.L.A.T.M., PROXENIA, N., VAN DIJK, C. Activity of pectin methyl esterase during blanching of peaches. *Journal of Food Engineering*, v.39: 167 – 177, 1999.
- 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.
- YEARSLEY, C.W., BANKS, N.H., GANESH, S., CLELAND, D.J. Determination of lower limits for apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.8, p.95-109, 1996.
- ZAGORY, D.L., KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology*, v.42, n.9, p.70-77, 1988.

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE QUATRO CULTIVARES DE QUIABO INFLUENCIADA POR FILME DE PVC E TEMPERATURA

RESUMO

O presente experimento foi realizado na Universidade Federal de Viçosa e teve como objetivo avaliar a influência do filme plástico de PVC e da temperatura de armazenamento sobre a conservação pós-colheita de frutos de quatro cultivares de quiabo para consumo “in natura”. As características avaliadas foram: porcentagem de perda de matéria fresca, teor relativo de água, teor de clorofila total, a e b, teor de vitamina C, análise visual do escurecimento e injúria por frio. A temperatura de 10°C e o uso da embalagem de PVC foram mais eficientes no controle da perda de matéria fresca. A embalagem também foi mais eficiente na manutenção de maior teor relativo de água no pericarpo dos frutos armazenados nas temperaturas de 5°C e 10°C. Entre os cultivares não embalados, o Red Velvet perdeu mais matéria fresca e conseqüentemente manteve menor teor relativo de água, enquanto o cultivar Amarelinho perdeu menos matéria fresca e manteve maior teor relativo de água. Houve redução do teor de vitamina C e clorofila ao longo do período de armazenamento. Os frutos armazenados a 5°C apresentaram maiores teores de vitamina C. O cultivar Red Velvet de maneira geral manifestou maior perda de vitamina C ao longo do armazenamento e os cultivares Mammoth Spinless e Star of David evidenciaram menores perdas. Em relação aos teores de clorofila o cultivar Mammoth Spinless manteve maior teor e a Amarelinho menor. Observou-se de maneira geral maior incidência de injúria por frio e escurecimento nos frutos armazenados sem PVC. A incidência de injúria por frio e escurecimento foi idêntica até 3 dias após a colheita e destes pontos em diante os frutos armazenados à 5°C e 10°C passaram a manifestar maior incidência de injúria e escurecimento com maior incidência nos armazenados à 5°C. Verificou-se, ainda, de maneira geral, que de todos os

cultivares estudados o que manifestou melhor conservação com ou sem uso de filme polimérico de PVC foi o Red Velvet e o com pior estado de conservação foi o Star of David.

INTRODUÇÃO

Originário da África, o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é uma hortaliça tradicional da família Malvácea cultivada na África, Índia, Ásia, Estados Unidos, Turquia, Austrália (Duzyaman, 1997). No Brasil as condições para o seu cultivo são excelentes, principalmente no que diz respeito ao clima, sendo popularmente cultivado no nordeste e sudeste (Mota et al., 2000).

A possibilidade de exportação para países europeus com pouca tradição na produção e comercialização de quiabo, que possuem comunidades apreciadoras do fruto, surge como ótimo investimento objetivando incrementar a rentabilidade do produtor brasileiro. No entanto, para se obter a rentabilidade desejada, há necessidade de se produzir mais e, principalmente, com a qualidade exigida pelo mercado europeu. Em janeiro de 1999 houve uma primeira tentativa de exportação de frutos de quiabo fresco para a França, cuja demanda era estimada em 60 ton/mês no valor de U\$ 1,00/kg, enquanto no Brasil o valor médio no mesmo período foi U\$ 0,30/kg (CEASA-BH). A Associação dos Municípios do Vale do Rio Doce foi responsável pela primeira remessa do produto, porém não houve possibilidade de efetivar remessas posteriores à França, visto que os cultivares mais plantados no Brasil, Amarelinho e Santa Cruz, não satisfazem as exigências do mercado francês quanto ao formato, tamanho, cor e qualidade do fruto¹.

A tecnologia pós-colheita refere-se ao manuseio, classificação, armazenagem, transporte e comercialização de produtos de origem biológica como os hortícolas do momento da colheita até o consumidor. Os frutos e

¹ Fernando Luiz Finger – informação pessoal.

hortaliças são produtos hortícolas altamente perecíveis que continuam o processo metabólico e respiratório após a colheita (Fonseca et al., 2000, Lee e Kader, 2000, Studman, 2001). Por se tratar de um produto hortícola perecível o período de conservação pós-colheita do quiabo é extremamente curto, principalmente em condições de armazenamento sob temperaturas altas e baixa umidade relativa, pois estas condições aceleram a perda de água, depreciando o valor comercial dos frutos para o consumo “in natura” (Della-Justina, 1998).

Técnicas como o uso da temperatura baixa ou do resfriamento para preservar ou estender a conservação pós-colheita de produtos hortícolas são antigas (Kays, 1991). A temperatura e umidade relativa são importantes fatores do ambiente que devem ser controlados para manutenção da qualidade como aparência e outras qualidades como textura, valor nutricional e “flavor” durante a armazenagem estendendo a vida de prateleira (Paull, 1999; Lee e Kader, 2000; Studman, 2001). Desta forma, recomenda-se armazenar hortaliças em temperatura mínimas que condicionem máxima conservação pós-colheita. O abuso com relação à utilização de temperatura inadequada a nível de varejo (Paull, 1999), como é normalmente observado com relação a produtos hortícolas como o quiabo; demonstra a total falta de preocupação no mínimo controle ao armazenar tais produtos o que causa redução da conservação pós-colheita.

Segundo Paull (1999), 90 % dos produtos que deveriam ser armazenados à temperatura de 4°C ou menos são armazenados acima da faixa recomendada.

Entretanto a faixa de temperatura de armazenamento de 5 a 15°C ocasiona injúrias em muitas espécies tropicais e subtropicais (Fernández-Trujillo et al., 1998a). Segundo Pantástico et al. (1975) frutos de feijão-vagem, pepino, quiabo, pimentão, abóbora e tomate são sensíveis à injúria por frio e para evitá-la, o armazenamento deve ser feito em temperaturas entre 8 e 12°C. Temperaturas de armazenamento abaixo do mínimo recomendado podem causar desordens fisiológicas como a injúria por frio e o escurecimento enzimático interno e externo que se tornam visíveis em armazenamento prolongado principalmente após retirada dos produtos da

refrigeração (Couey, 1982; Fernández-Trujillo et al., 1998b). Outros sintomas como a descoloração do verde e aumento da incidência de deterioração, aumento na permeabilidade das membranas celulares, falha no amadurecimento, aumento na incidência de doenças e o vazamento de íons são observados (Mercado-Silva et al., 1998, Paull, 1999; Saltveit, 2000). Contudo outros atributos de qualidade como textura, vitamina C, flavor e aroma podem ser perdidos antes das mudanças externas serem observadas (Paull, 1999), provavelmente em função do aumento da respiração e produção de etileno (Fernández-Trujillo et al., 1998b). Em quiabo, normalmente após três dias de armazenagem à temperatura de 1 ou 6°C, há descoloração do cálice, depressão da superfície dos frutos e as sementes tornam-se marrons (Tamura e Minamide, 1984). Estes efeitos foram constatados por Della-Justina (1998), estudando o armazenamento de frutos do cultivar “Amarelinho” a 5°C, com ou sem PVC. O autor verificou a manifestação de sintomas de injúria por frio a partir do oitavo e segundo dias de armazenamento respectivamente, com os sintomas acentuando-se após a transferência para a temperatura ambiente.

A severidade nos sintomas é diretamente proporcional ao período de armazenamento e a temperatura de exposição abaixo do limite mínimo onde não há injúria. Uma das técnicas utilizadas para reduzir a incidência do chilling é o uso da atmosfera modificada (Saltveit, 2000). Entretanto a atmosfera modificada proporcionada pela embalagem plástica com reduzida concentração de O₂ e elevada de CO₂ é complementar à refrigeração no armazenamento de produtos hortícolas (Moleyar e Narasimham, 1994; Kader, 1995). Neste sistema observa-se redução nas mudanças bioquímicas associadas com o metabolismo respiratório e produção de etileno, retardando o amaciamento e a senescência em condições mais otimizadas que ao usar essa técnicas isoladamente (Pariasca et al., 2001). Além disso, reduz injúrias físicas e fisiológicas, como a injúria por frio, e injúrias patológicas, prevenindo ainda a perda de água (Fernández-Trujillo et al., 1998a, Lammertyn et al., 2000; Pesis et al., 2000).

O presente trabalho objetivou avaliar a influência do filme plástico de PVC e da temperatura de armazenamento sobre a conservação e qualidade pós-colheita de quatro cultivares de quiabo para consumo “in natura”.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de quiabo foram colhidos na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, no período de março a maio de 2001, no ponto de colheita comercial quando estavam tenros, ou seja, com 125,5; 112,07; 92,12 e 103,42 mm de comprimento para os cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente. Após a operação de colheita os frutos foram acondicionados em caixas plásticas; em seguida, foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, do Departamento de Fitotecnia, onde foram selecionados.

Os frutos foram armazenados em câmaras de refrigeração com umidade relativa constante de 95%. O experimento foi organizado segundo delineamento experimental em blocos casualizados, em um esquema de parcelas subsubdivididas, tendo nas parcelas as duas temperaturas de 5°C e 10°C, nas subparcelas um fatorial 2 x 4, ou seja embalagens sem e com PVC e os quatro cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless e nas subsubparcelas os seis períodos de amostragem com quatro blocos, sendo a unidade experimental constituída por 4 frutos.

As características físicas e químicas avaliadas em intervalos de 3 dias foram:

Perda de matéria fresca do fruto em que a diferença de massa entre as avaliações foi acumulada durante a evolução do experimento e o resultado de perda de matéria fresca em relação à massa inicial do fruto foi expresso em porcentagem.

Teor relativo de água conforme metodologia descrita por Catsky (1974), com o emprego da equação citada por Weatherley (1950):

$$\phi = \frac{F - W}{T - W} \times 100$$

Em que Φ é o teor relativo de água; F a massa da matéria fresca; W, a massa da matéria seca; e T, a massa da matéria túrgida. Foram retirados discos de 7 mm de diâmetro do pericarpo do quiabo e pesados. Os discos foram colocados em espumas saturadas de água por sete horas (tempo

necessário para estabilização da massa) 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.

Para avaliação da clorofila a, b e total, foram retirados 3 g de matéria fresca da parte mediana dos frutos, aos quais foram acrescentados 10 mg de sulfato de magnésio e 30 ml de acetona 80 % (v/v), e homogeneizou-se. A suspensão foi filtrada, aferida num balão volumétrico de 50 mL, sendo os teores de clorofila determinados espectrofotometricamente pelo método de Arnon (1949) nos comprimentos de onda de 645nm e 663nm, expressando-se em µ/g.

O teor de vitamina C foi determinado segundo técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Amostras de 5,0 g de matéria fresca do fruto foram trituradas em 100 mL de água destilada com o auxílio de um homogeneizador de tecidos. Em seguida, foi adicionado à mistura 20 mL de ácido sulfúrico 20 %, filtrando-se posteriormente a solução. Foi adicionado ao filtrado, 1,0 mL de iodeto de potássio 10 % e 5 mL da solução de amido 1 %, que foi seguido por titulação com solução de iodato de potássio 0,01 N até coloração azul. O resultado foi expresso em mg de Ácido ascórbico por 100 g de matéria fresca.

A análise visual foi realizada utilizando-se uma escala desenvolvida por Della-Justina (1998), onde as notas variam de 0 a 4, conforme o estado de conservação desses frutos.

Foram avaliadas as lesões de injúria por frio e o aparecimento de manchas. As lesões de injúria por frio, relativas ao grau de severidade de ocorrência, foram avaliadas mediante as seguintes notas: sem injúria (nota 0), ausência de ponto de injúria; levemente injuriados (nota 1), menos de cinco pontos; moderadamente injuriados (nota 2), 5 a 10 pontos; extremamente injuriados (nota 3), de 10 a 15 pontos; e completamente injuriados (nota 4) com mais de 15 pontos maiores e por todo o fruto (Figura 1).

A presença de manchas de descoloração foram avaliadas com o auxílio das seguintes notas: sem escurecimento (nota 0), ausência de manchas escuras; levemente escurecidos (nota 1), com pequenas manchas ou levemente escurecidos; moderadamente escurecidos (nota 2), com

manchas maiores; extremamente escurecidos (nota 3), com manchas distribuídas por todo o fruto; e completamente escurecidos (nota 4) quando as manchas escuras ocupavam mais de 50% do fruto (Figura 2).

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e de regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de t, de Student, a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Perda de Matéria Fresca

Observou-se para todos os cultivares, ao longo do período de armazenamento, aumento linear constante da ordem 1,25 e 1,55 % de perda de matéria fresca por dia nas temperaturas de armazenagem 5 e 10°C respectivamente com ou sem o uso do filme de PVC (Figura 3). Apesar do quiabo ser um produto não climatérico e a variação na temperatura ser muito mais substancial nas mudanças físicas e químicas em frutos climatéricos (D'aquino et al., 1998), foi observada diferença significativa quanto a perda de matéria fresca entre as temperaturas após nove dias de armazenagem (Tabela 1). Tal diferença foi intensificada até o 12º dia, com os frutos embalados em temperatura de 10°C perdendo mais matéria fresca que os embalados à 5°C, com 18,64 e 14,82 % de perda respectivamente. A maior parte da perda de massa é devido à perda de água em função da diferença de pressão de vapor de água entre o ambiente interno do fruto e o ambiente externo (Taiz, 1991). O decréscimo da temperatura reduz a atividade metabólica e a troca gasosa com o meio reduzindo como consequência a respiração e aumentando a conservação pós-colheita de produtos hortícolas (Carvalho, 2002, Bower, 1998), pois além da redução na captação de O₂ ocorre também redução na liberação de CO₂ (Chen et al., 2000, Miccolis e

Saltveit, 1995) reduzindo assim o consumo de substrato orgânico (Taiz, 1991). No 15º dia não houve diferença significativa entre as temperaturas estudadas; com perdas de 19,08 e 22,26 % nas temperaturas de 5°C e 10°C, respectivamente. Isto, provavelmente, ocorreu devido ao fato dos frutos armazenados a temperatura de 5°C terem desenvolvido injúria por frio e podridões de maneira mais intensa no 15º dia, a ponto de condicionarem maior perda de matéria fresca. Wang (1987) observou que um dos sintomas de injúria por frio é o aumento da permeabilidade da membrana celular que permite maior saída de água das células e conseqüentemente dos frutos. Alta correlação também foi observada entre os sintomas de chilling, como o aparecimento de depressões, com a perda de massa em pepinos armazenados em baixa temperatura (Hakim et al., 1999).

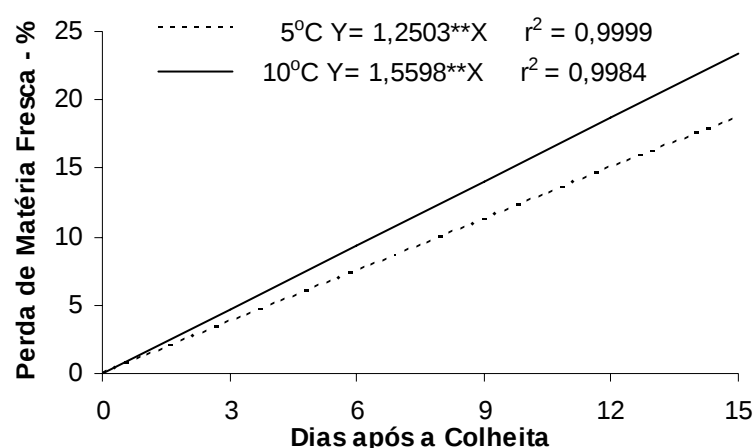


Figura 3 – Porcentagem de perda de matéria fresca dos frutos de quiabeiro, em função dos dias após a colheita e das temperaturas de armazenagem 5°C e 10°C.

Tabela 1 – Valores médios da porcentagem de matéria fresca de frutos de quiabeiro durante 15 dias após armazenagem em temperaturas de 5°C e 10°C

Temperaturas	Dias após a Colheita					
	0	3	6	9	12	15
5°C	0,00a	3,91a	7,27a	11,03..b	14,82..b	19,08a
10°C	0,00a	5,95a	10,19a	15,04a..	18,64a..	22,26a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A mesma tendência, de maior perda para os frutos armazenados à 10°C, foi verificada por Della-Justina (1998), Carvalho (2002) e Modolo et al. (2000), sendo os valores observados por estes últimos autores coerentes com os observados no presente trabalho. No entanto, os valores observados por Della-Justina (1998), trabalhando com o cultivar Amarelinho, foram de 23,8 e 16,2 % para os frutos armazenados à 10°C e 5°C respectivamente, oito dias após a colheita. Esses valores são relativamente elevados em relação aos obtidos no presente experimento, pois além da perda ter sido menor no presente trabalho com 15,04 e 11,03 % à 10°C e 5°C respectivamente, esses níveis de perda ocorreram um dia após os obtidos por Della-Justina (1998). Entretanto, as perdas verificadas por Modolo et. al. (2000), aos 8 dias após a colheita em frutos armazenados à 10°C foram de 20,48 % que são muito superiores às observadas no mesmo período no presente experimento, apesar do cultivar usado por estes autores ser o Santa Cruz 47. Considerando que as temperaturas utilizadas foram idênticas, alguns fatores podem ter contribuído nesta diferença como: inadequada umidade relativa dentro das câmaras refrigeradas, pois menor umidade relativa condiciona menor pressão de vapor de água no ambiente e consequentemente maior gradiente em relação ao interior dos frutos, condicionando maior perda de água (Herppich et al., 1999); diferença na maturidade hortícola com relação ao tamanho dos frutos no ponto de colheita, frutos menores colhidos aos cinco e seis dias tem relação superfície/volume de aproximadamente $1,45 \text{ cm}^2\text{cm}^{-3}$ enquanto os colhidos aos 7, 8, 9 e 10 dias apresentam relação menor que $1,45 \text{ cm}^2\text{cm}^{-3}$ e quanto maior superfície específica de contato com o ambiente maior perda de massa (Della-Justina, 1998), além do que, esta diferença de maturidade ocasiona diferença na taxa respiratória (Silva et al., 1999), adicionalmente a natureza da superfície do produto que é determinado pelo tipo de produto ou cultivar tem influência na taxa de evaporação. Hortaliças folhosas apresentam geralmente maior superfície específica com aproximadamente $50 - 100 \text{ cm}^2\text{cm}^{-3}$ enquanto frutos como a banana tem $0,5 - 1,5 \text{ cm}^2\text{cm}^{-3}$ (Paull, 1999), o que condiciona maiores perdas de água em maiores superfícies de contato, além da injúria mecânica que é resultado da colheita imprópria, manuseio e armazenamento o que condiciona maior perda de água e

respiratória (Brosnan e Sun, 2001), além de maior predisposição ao ataque de patógenos e produção de etileno (Herppich et al., 1999) entre outros fatores.

A perda de matéria fresca geralmente é maior em função da perda de água devido a diferença de pressão de vapor de água entre ambientes interno do fruto e atmosfera (Ben-Yehoshua, 1985), no presente experimento, o gradiente de pressão de vapor foi maior para os frutos armazenados na maior temperatura, ou seja, 10°C, visto que a umidade relativa em ambas foi de aproximadamente 95 %, e o teor relativo de água também foi idêntico com média de 90,54 % no dia de instalação do experimento (Mota et al., 2000), desta forma a variação na pressão de vapor foi função apenas da temperatura. Considerando que a taxa de deterioração de produtos hortícolas, como as hortaliças, está altamente correlacionada com a taxa respiratória de produtos colhidos, então a redução da taxa respiratória é essencial para preservar a qualidade comercial. Como a taxa respiratória é influenciada pela temperatura, o uso do resfriamento é uma técnica muito utilizada para obter máxima qualidade dos produtos hortícolas. A taxa de deterioração aumenta logaritmicamente com o aumento da temperatura, que é chamado quociente de temperatura, que por sua vez pode ser predito pela lei de Van't Hoff (Q_{10}) (Brosnan e Sun, 2001). Este fato também explica o aumento da perda de matéria fresca quando a temperatura foi elevada de 5 °C para 10 °C.

A porcentagem de perda de matéria fresca aumentou com o aumento do período de armazenagem nos frutos de todos os cultivares, armazenados sem e com PVC (Figura 4). No entanto, nos frutos de todos os cultivares armazenadas sem PVC, a taxa de perda foi muito superior aos armazenados com PVC. Pois além de começar haver diferença entre os frutos embalados com e sem PVC logo a partir do 3º dia até o final do período de armazenamento para todos os cultivares, com os frutos embalados com PVC perdendo significativamente menos matéria fresca em relação aos não embalados (Tabela 2). A porcentagem de perda por dia nos frutos armazenados sem PVC foi de 1,96; 2,92; 2,52 e 2,25 % nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless

respectivamente, chegando ao final de 15 dias com perdas acumuladas de 29,4; 43,8; 37,8 e 33,75 % respectivamente.

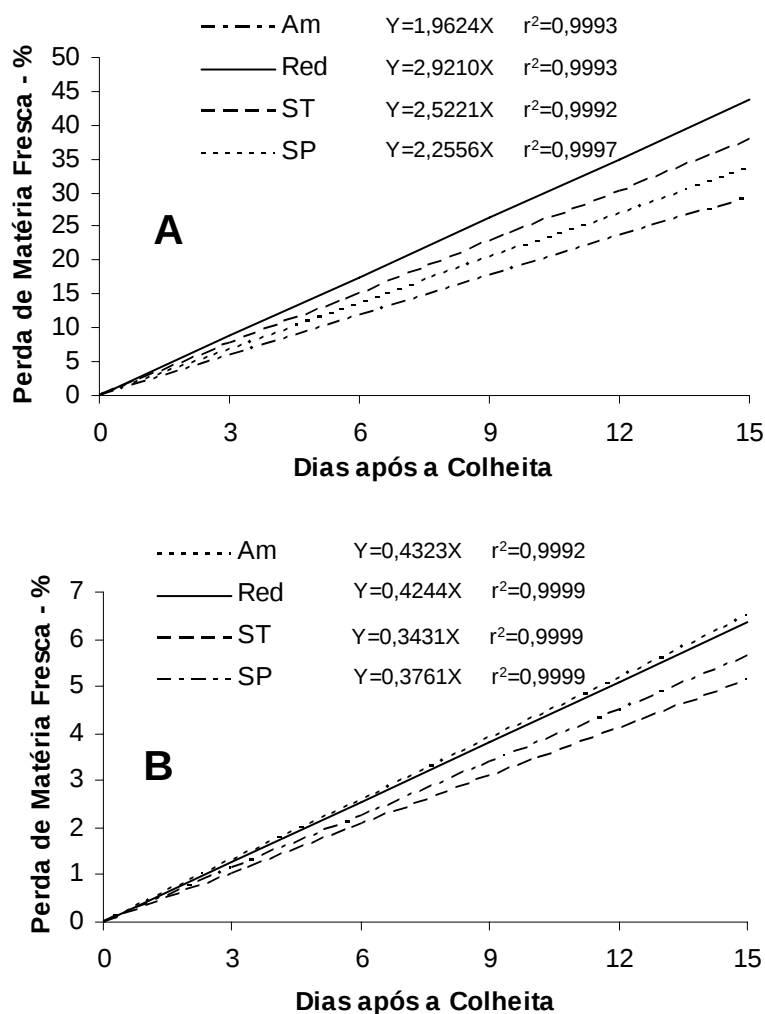


Figura 4 - Porcentagem de perda de matéria fresca dos frutos dos cultivares de quiabeiro Amarelinho (Am), Red Velvet (Red), Star of David (ST) e Mammoth Spinless (SP) armazenados sem (A) e com (B) PVC, em função dos dias após a colheita.

Enquanto nos frutos armazenados com PVC o teor de perda diário foi de 0,43; 0,42; 0,34 e 0,37 % e ao final de 15 dias a perda acumulada foi de 6,45; 6,30; 5,10 e 5,55 % nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente. Essa maior eficiência no uso da embalagem com PVC também foi verificada por Tamura e Minamide (1984), por Modolo et al. (2000) e por Della-Justina (1998), sendo que este ao trabalhar com o cultivar Amarelinho, verificou redução da perda de

Tabela 2 – Valores médios da porcentagem de matéria fresca de frutos dos cultivares de quiabeiro Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless sem e com PVC durante 15 dias de armazenagem.

Cultivares	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12		Dia 15	
	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC
Amarelinho	0,00aA	0,00aA	6,47aA	1,51bA	12,77aB	2,45bA	18,49aC	4,72bA	22,46aC	4,88bA	29,29aC	6,24bA
Red Velvet	0,00aA	0,00aA	10,24aA	1,28bA	18,49aA	2,54bA	27,36aA	3,81bA	35,30aA	5,12bA	42,28aA	6,34bA
Star of David	0,00aA	0,00aA	9,24aA	1,03bA	16,00aAB	1,92bA	23,46aAB	2,84bA	30,03aB	4,80bA	36,98aB	4,79bA
Mammoth Spinless	0,00aA	0,00aA	8,42aA	1,26bA	13,44aB	2,24bA	20,23aBC	3,35bA	26,73aBC	4,54bA	33,84aBC	5,61bA

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, em cada dia, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

matéria fresca em aproximadamente 20 % com o uso de PVC em relação aos frutos acondicionados sem este filme polimérico.

A embalagem de PVC nesses resultados citados, incluindo, os do presente trabalho agiu passivamente no controle da perda de matéria fresca, pois a barreira física à permeação imposta pelo filme plástico condicionou, com o aumento do período de armazenamento, níveis elevados de umidade no ambiente interno à embalagem, desta forma houve redução do gradiente de pressão de vapor de água entre os frutos e a atmosfera interna da embalagem reduzindo então a perda de água e conseqüentemente de matéria fresca. Provavelmente, houve também acúmulo de CO₂ e redução de O₂, reduzindo desta forma a respiração e conseqüentemente o consumo dos substratos orgânicos de reserva (Ben-Yehoshua, 1985; Fonseca et al., 2000; Pesis et al., 2000). Entretanto, sabe-se que a maior parte da perda de matéria fresca é condicionada pela perda de água (Ben-Yehoshua, 1985; Taiz, 1991).

Foi observado que entre as cultivares embaladas com PVC não houve diferença significativa na porcentagem de perda de matéria fresca em todos os períodos de armazenamento, atingindo perda média de 5,74 % aos 15 dias de armazenamento (Tabela 2). Isto demonstra mais uma vantagem dos cultivares embalados com PVC, pois além de reduzir em grande proporção a perda de matéria fresca em relação aos cultivares não embalados, não condiciona adicionalmente diferença na perda de matéria fresca entre os mesmos. Desta forma, a escolha do cultivar pelo consumidor, considerando apenas a perda de matéria fresca, estará em função das características físicas tamanho e forma, coloração e ausência de qualquer tipo de desordem fitopatológica, fisiológica etc. que condicionam a aparência do produto (Pedrosa et al., 1983; Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999; Kays, 1999) e que por sua vez é a mais considerada em todas as fases da cadeia como produção, armazenagem, comercialização, e principalmente pelo consumidor ao comprar, sendo o primeiro critério utilizado no julgamento da qualidade (Kays, 1991; Kays, 1999). Com relação aos cultivares não embalados houveram diferenças entre os cultivares a partir do 6º dia, com o cultivar Red Velvet perdendo mais matéria fresca com 18,49 % e os cultivares Amarelinho e Mammoth Spinless perdendo menos com 12,77 e

13,44 % respectivamente, ficando o cultivar Star of David em posição intermediária, perdendo 16,0 %. Tendência que foi mudada do 9º dia até o final do período de armazenamento quando a porcentagem de perda de matéria fresca foi maior para o cultivar Red Velvet e menor para o Amerelinho chegando ao final do período de armazenamento com perdas acumuladas de 29,29; 42,28; 36,98 e 33,84 % para os cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente. Desta forma, se o período compreendido entre a colheita e a comercialização não ultrapassar o 3º dia pode-se usar o mesmo critério de escolha utilizado para os cultivares embalados com PVC, pois não houve diferença na perda de matéria fresca. Entretanto, se necessitar de um período maior para o transporte e a própria comercialização, como o caso de produção de quiabo para exportação, deve-se considerar a porcentagem de perda de matéria fresca na escolha do cultivar pelo consumidor, pois foi observado que do 6º dia até o final do período de armazenamento houve diferença entre os cultivares. Quanto maior esta perda maior será a redução da qualidade comercial em função do murchamento, que altera a aparência além da qualidade nutricional dos frutos (Burdon e Clark, 2001). Assim, em função dos resultados obtidos o cultivar Amarelinho seria o preferido após o sexto dia de armazenamento, por ter manifestado menor perda de matéria fresca, e provavelmente este melhor desempenho seja função da maior adaptação às condições climáticas no Brasil, pois os três outros cultivares tem origem americana, e apesar de serem cultivados nas regiões tropicais daquele país, as condições são diferentes das observadas no Brasil.

2. Teor Relativo de Água no Pericarpo

Houve elevada redução linear do teor relativo de água, ao longo do período de armazenamento, nos frutos armazenados sem PVC, nas temperaturas de 5°C e 10°C (Figura 5). Contrariamente, nos frutos armazenados com PVC, o teor relativo de água manteve-se constante, com média de 85,00 e 93,80 % à temperatura de 10°C e 5°C respectivamente. A maior eficiência significativa na retenção de água nos frutos embalados com PVC na manutenção do teor relativo de água, em relação aos embalados

sem PVC, foi verificada logo aos 3 dias de armazenagem após a colheita, em ambas temperaturas estudadas, eficiência esta que manteve-se ao longo do período de armazenamento chegando ao 15º dia com teor de 62,54 e 96,53 % nos frutos armazenados sem e com PVC respectivamente, à 5°C e à 10°C os teores observados nos frutos sem e com PVC foram de 71,92 e 92,27 % respectivamente (Tabela 3).

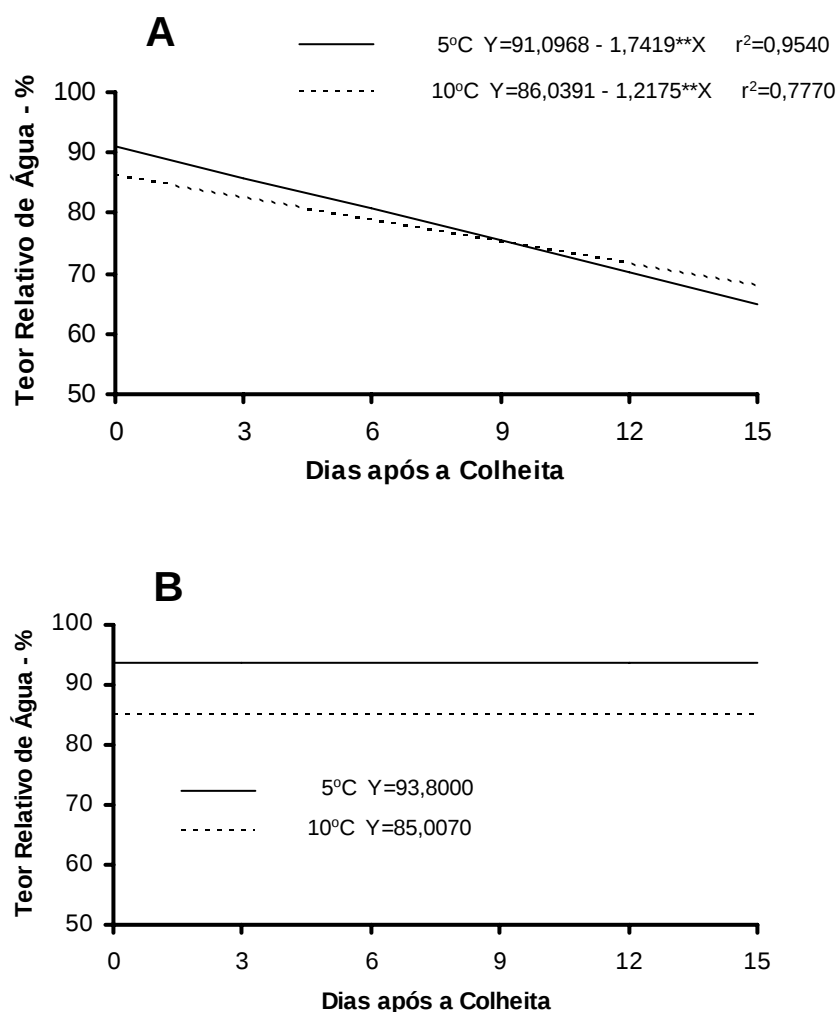


Figura 5 – Teor relativo de água dos frutos de quiabeiro armazenados sem (A) e com (B) PVC, em função dos dias após a colheita, das temperaturas de armazenagem 5°C e 10°C.

Não houve diferença entre os cultivares com relação ao teor relativo de água dos frutos armazenados com PVC, enquanto que nos armazenados sem PVC o cultivar Amarelinho demonstrou maior teor de água e os cultivares Red Velvet e Mammoth Spinless os menores teores (Tabela 4)

Tabela 3 – Valores médios do teor relativo de água dos frutos de quiabeiro durante 15 dias após armazenagem sem e com PVC em temperaturas de 5°C e 10°C.

	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12		Dia 15	
Temperaturas	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC	SemPVC	ComPVC
5°C	89,66aA	89,66aA	87,03bA	93,08aA	81,21bA	94,23aA	74,11bA	93,18aA	73,61bA	96,14aA	62,54bB	96,53aA
10°C	89,66aA	89,66aA	83,09bA	92,77aA	74,74bB	89,63aA	70,58bA	91,02aA	71,42bA	92,30aA	71,92aA	92,27aA

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, em cada dia, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 4 – Valores médios do teor relativo de água dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless embalados sem e com PVC.

Cultivar	Embalagem	
	Sem PVC	Com PVC
Amarelinho	80,859aB	92,255aA
Red Velvet	75,416bB	92,300aA
Star of David	77,587abB	93,286aA
Mammoth Spinless	76,016bB	92,331aA

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, nas linhas, e minúscula, nas linhas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

resultado que é coerente com a perda de matéria fresca onde o cultivar Amarelinho manifestou menor perda e o Red Velvet maior perda ao final do período de armazenamento. Adicionalmente foi verificada maior eficiência na manutenção do teor relativo de água nos frutos armazenados com PVC. A maior eficiência relativa dos frutos armazenados com filme plástico em relação aos não armazenados também foi verificada por Della-Justina (1998) ao trabalhar com o cultivar Amarelinho. Estes resultados também sugerem que o deslocamento de água ocorre preferencialmente para o ambiente, pois paralelamente a redução do teor relativo de água houve aumento da porcentagem de perda de matéria fresca com o período de armazenagem em todas os cultivares armazenadas com e sem envoltório plástico. Esta mesma tendência foi observada em banana, no entanto, parte do deslocamento neste fruto ocorreu para a polpa (Finger, 1985).

Com relação ao efeito da temperatura no teor relativo de água, observou-se que praticamente não houve diferença ao longo do período de armazenamento entre os frutos embalados sem PVC, pois dos seis períodos amostrados foram verificadas diferenças apenas no 6º dia, onde os frutos armazenados à 5 °C foram significativamente superiores, e no 15º dia em que os armazenados à 10 °C foram superiores em teor de água, podendo ter havido maior variabilidade nos resultados. Com relação aos frutos embalados com PVC não houve diferença entre as temperaturas ao longo do período de armazenagem. Estes resultados, no entanto, já eram esperados, pois as condições experimentais durante a instalação foram

padronizadas nas duas temperaturas estudadas, ou seja, procurou-se uniformizar ao máximo os frutos colhidos com relação ao comprimento, diâmetro, forma e peso etc, principalmente em relação a umidade relativa nas câmaras frias que foi a mesma, em torno de 95 %, desta forma o gradiente de vapor de água entre os frutos e o ambiente ao seu redor foi o mesmo, desta forma seria esperado não haver diferença com relação a perda de água e conseqüentemente com o teor relativo de água no pericarpo.

A aparência de hortaliças que é caracterizada pelo tamanho, forma, cor e ausência de desordens mecânicas, fisiológicas, patológicas, entomológicas e outras (Pedrosa et al., 1983; Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999; Kays, 1999) é o primeiro critério utilizado no julgamento da qualidade (Kays, 1991; 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 conseqüência dessa perda de água. Além disso, a perda de água pode alterar o metabolismo e as características de sabor, flavor e nutricionais, como a queda no teor de vitamina C. Adicionalmente com a perda de água ocorre aumento proporcional do teor de fibras em função da murcha dos frutos (Carvalho, 2002). Estas características depreciam os frutos que, normalmente, são recusados pelo consumidor. Dessa forma a redução da perda de água durante o armazenamento, que foi atingida principalmente com o uso de frutos embalados com PVC, é fundamental para manter as qualidades aparente e nutricional (Burdon e Clark, 2001). Alta qualidade visual também foi obtida por Hong et al. (2000) ao usar temperatura de 0°C e atmosfera modificada no armazenamento de cebola, pois o alto nível de CO₂ foi mais efetivo no controle da descoloração e maior qualidade visual.

2. Vitamina C

Houve redução linear diária de 1,35 e 1,81 mg/100g no teor de vitamina C, atingindo ao final do período de armazenamento 48,43 e 48,01 mg/100g, nas temperaturas de 5°C e 10°C respectivamente (Figura 6). Entretanto,

apesar da maior perda diária verificada nos frutos armazenados à 10°C, ela somente foi significativamente superior aos 9 dias após a colheita (Tabela 5).

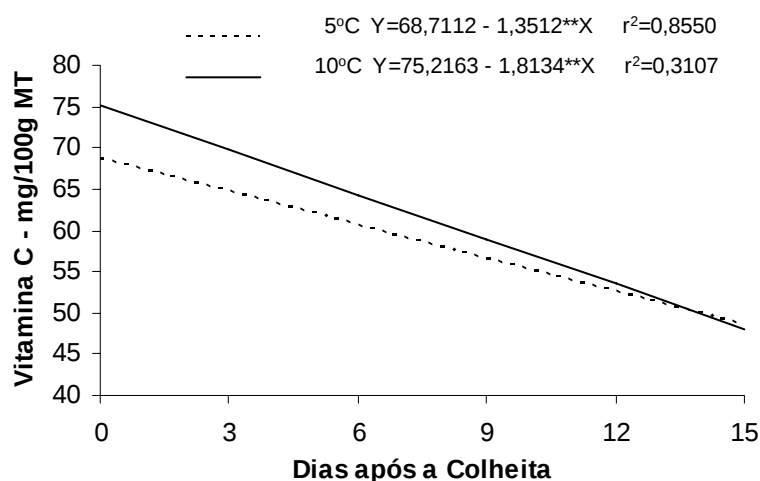


Figura 6 – Teor de vitamina C dos frutos de quiabeiro, em função dos dias após a colheita e das temperaturas de armazenagem 5°C e 10°C.

Tabela 5 – Valores médios de vitamina C (mg/100g de matéria fresca) de frutos de quiabeiro durante 15 dias, após armazenagem em temperaturas de 5°C e 10°C

Temperaturas	Dias após a Colheita					
	0	3	6	9	12	15
5°C	7,17a	6,08a	6,19a	5,62..b	4,89a	5,16a
10°C	7,17a	7,15a	5,28a	8,76a..	4,04a	4,53a

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Esta mesma tendência foi encontrada por Della-Justina (1998), não encontrando diferenças significativas com período de armazenamento e diferentes temperaturas. No entanto, de acordo com Paull (1999) e Lee e Kader (2000) as maiores perdas maiores perdas ocorreriam a 10°C, pois a Vitamina C é mais sensível a degradação quando os frutos e hortaliças estão sujeitos a elevadas temperaturas. Entretanto as perdas de vitamina C são maiores também em frutos sob injúria por frio, pois causa acelerada perda em hortaliças sensíveis, e a destruição do ácido ascórbico pode ocorrer antes do surgimento dos visíveis sintomas de chilling. Nota-se então que o fato da redução da temperatura de 10 para 5°C ser praticamente insignificante na manutenção de maiores teores de vitamina C, provavelmente decorre em função de ter ocorrido injúria por frio nos frutos

armazenados na temperatura mais baixa, principalmente com o aumento do período de armazenamento. A redução linear do teor de vitamina C com tempo de armazenamento ocorre devido à oxidação do ácido ascórbico pela ascorbato oxidase que tem sido proposta como a enzima mais responsável pela degradação enzimática do ácido ascórbico (Lee e Kader, 2000).

Foi observada redução linear do teor de vitamina C em todos os cultivares estudados (Figura 7), com perdas diárias na faixa de 1,89; 2,21; 1,01 e 1,19 mg/100g de matéria fresca nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless respectivamente. O processo de redução do teor de vitamina C ao longo do período de armazenamento ocorreu em função da sua degradação natural durante o período de armazenagem, pois, geralmente hortaliças e frutos mostram um gradual decréscimo no teor de ácido ascórbico à medida que o período de armazenagem aumenta, como foi observado em tomate durante armazenamento (Paull, 1999; Lee e Kader, 2000).

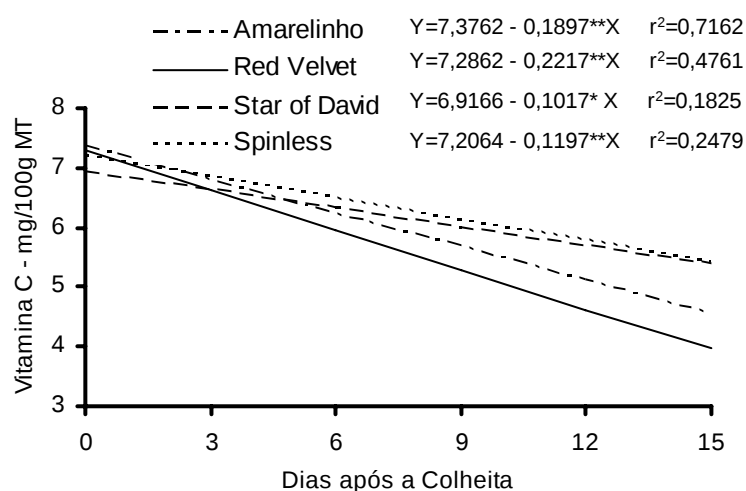


Figura 7 - Teor de vitamina C dos frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, em função dos dias após a colheita.

O valor nutritivo é um atributo de qualidade muito importante, assim um amplo suprimento de alimentos balanceados nutricionalmente é de fundamental importância (Siddhuraju et al., 2002). Entre os componentes que dão qualidade nutricional aos produtos está a vitamina C (Chitarra e Chitarra, 1990; Kays, 1991). Desta forma, o cultivar Red Velvet teria uma

vantagem comparativa em relação aos outros cultivares, pois apresentou maior teor de vitamina C no dia “0”. Entretanto, foi o cultivar que de maneira geral manifestou maior perda desse nutriente ao longo do período de armazenamento (Figura 7, Tabela 6), por outro lado os cultivares Mammoth Spinless e Star of David manifestaram as menores perdas ao longo do período de armazenamento.

Tabela 6 - Valores médios de vitamina C (mg/100g de matéria fresca) de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless durante 15 dias

Cultivares	Dias após a Colheita					
	0	3	6	9	12	15
Amarelinho	7,58ab	6,45 a	5,85ab	6,82ab	4,34 a	4,66 a
Red Velvet	8,91a..	5,86 a	4,48 b	5,42 b	3,63 a	5,41 a
Star of David	6,03 b	6,88 a	6,15ab	8,29a..	4,88 a	4,66 a
Mammoth Spinless	6,17 b	7,29 a	6,46a..	8,24a..	5,01 a	4,66 a

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Adicionalmente, foi observado, considerando as médias gerais, que os frutos armazenados com PVC mantiveram maior teor de vitamina C em relação aos armazenados sem PVC 15 dias após a colheita, com 6,3 e 5,6 mg/100g de matéria fresca respectivamente (Tabela 7). O que era esperado, ou seja, manutenção de maior teor de vitamina C nos frutos embalados com PVC, pois condições que favorecem menor perda de água e murchamento resultam em menor perda de vitamina (Lee e Kader, 2000), pois o uso da embalagem condiciona maior umidade relativa no interior da embalagem reduzindo o gradiente de pressão de vapor de água entre o microambiente dentro da atmosfera e o ambiente externo (Beaudry et al., 1999; Fonseca et al., 2000). Della-Justina (1998), ao armazenar frutos do cultivar Amarelinho, observou que os armazenados com PVC apresentaram teores médios de vitamina C superiores em 10 e 5 % em temperaturas de 5 e 10 °C respectivamente, em relação aos frutos não embalados. Entretanto, a vitamina C é mais sensível à destruição quando o produto hortícola é predisposto a condições adversas de armazenamento (Lee e Kader, 2000), um exemplo seria o efeito prejudicial da atmosfera modificada imposta pelo

uso de filme de PVC na indução do metabolismo fermentativo aumentando em grande escala a taxa respiratória (Ke et al., 1994).

Tabela 7 – Valores médios de vitamina C, Clorofila total e clorofila a de frutos de quiabeiro armazenados com e sem PVC

Embalagem	vitamina C (mg/100 g)	Clorofila Total (ug/g)	Clorofila a (ug/g)
Com PVC	6,32a..	40,96a..	23,52a..
Sem PVC	5,69..b	37,67..b	22,04..b

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

3. Teores de Clorofilas a, b e Total

Em geral, considerando todos os tratamentos, observa-se pela figura 8 que houve, ao longo do período de armazenamento, redução dos teores de clorofila a, b e total, com 24,39; 17,84 e 42,25 ug/g de matéria fresca, respectivamente no dia “0”, enquanto 15 dias após a colheita os teores reduziram para 21,17; 15,20 e 36,38 ug/g respectivamente. A perda de clorofila pode ser desejável para produtos comestíveis, como é o caso de muitas hortaliças e frutos climatéricos como tomate, manga e outros, pois nesse caso a degradação da clorofila faz parte do processo de maturação, entretanto em hortaliças e frutos não climatéricos a degradação da clorofila pode ser um defeito na qualidade, como em quiabo, onde a perda de clorofila e de coloração verde são reflexos da senescência (Beaudry, 1999). A degradação da clorofila como reflexo do processo de senescência pode ser mediada por vários processos como a ação da enzima clorofilase, oxidação enzimática ou fotodegradação (Beaudry, 1999).

Com o auxílio da figura 9, observa-se que houve comportamento diferenciado entre os cultivares com relação ao teor de clorofila total ao longo do período de armazenamento. Mas de maneira geral observa-se uma na redução de clorofila total á medida que se aumentava o período de armazenamento. Os cultivares amarelinho e Red Velvet manifestaram redução linear com teor de 32,70 e 46,08 ug/g no dia “0” e após 15 dias

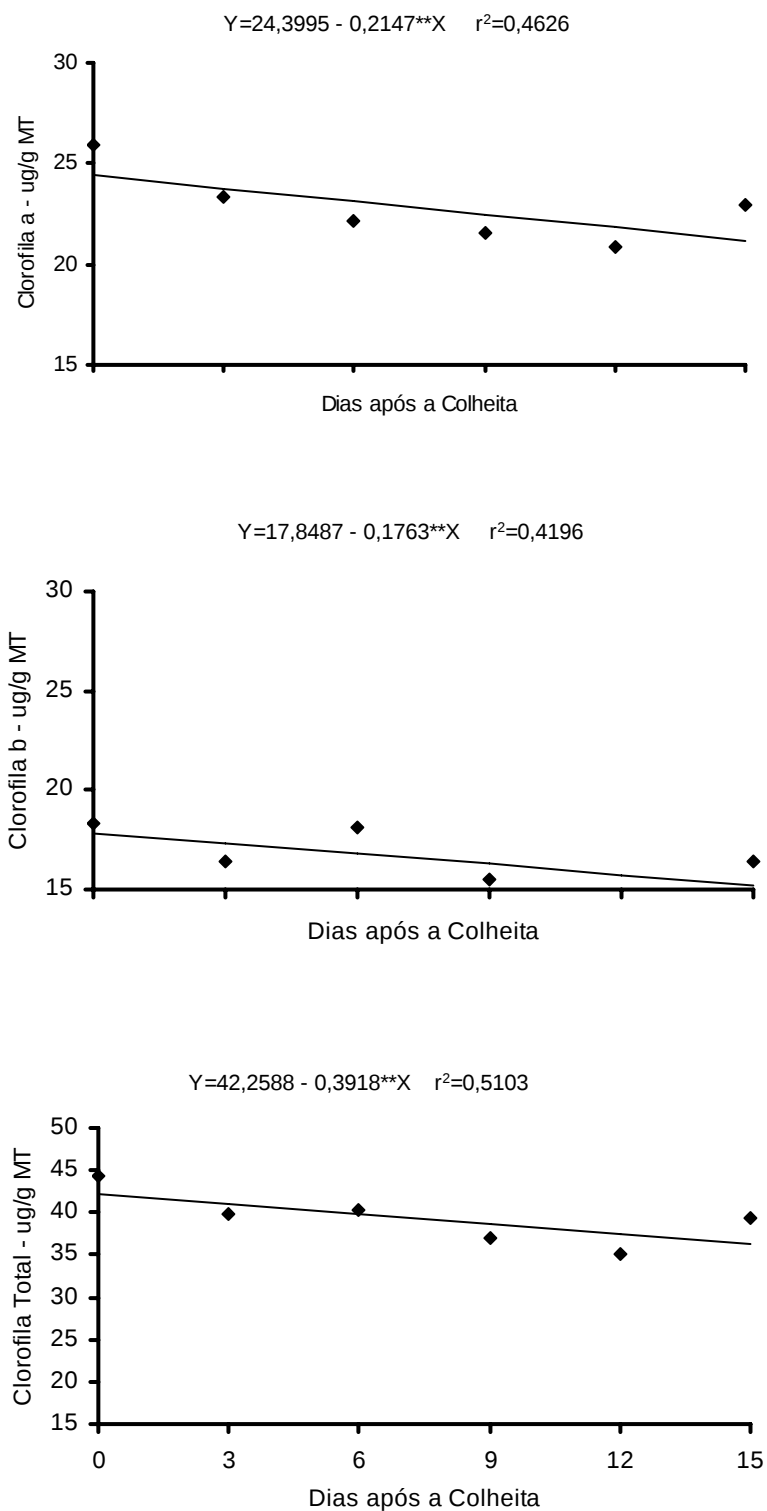


Figura 8 - Teores de clorofilas a, b e total dos frutos de quiabeiro em função dos dias após a colheita.

houve redução para 20,38 e 26,04 $\mu\text{g/g}$ de matéria fresca. Nota-se que a taxa de perda diária no cultivar Red Velvet com 1,33 $\mu\text{g/g}$ é maior que no Amarelinho com 0,82 $\mu\text{g/g}$. Isso ocorreu muito provavelmente em função da

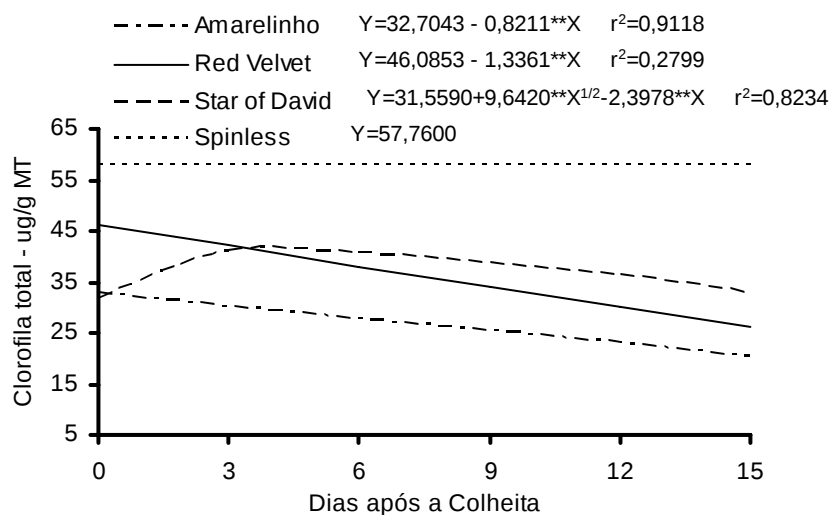
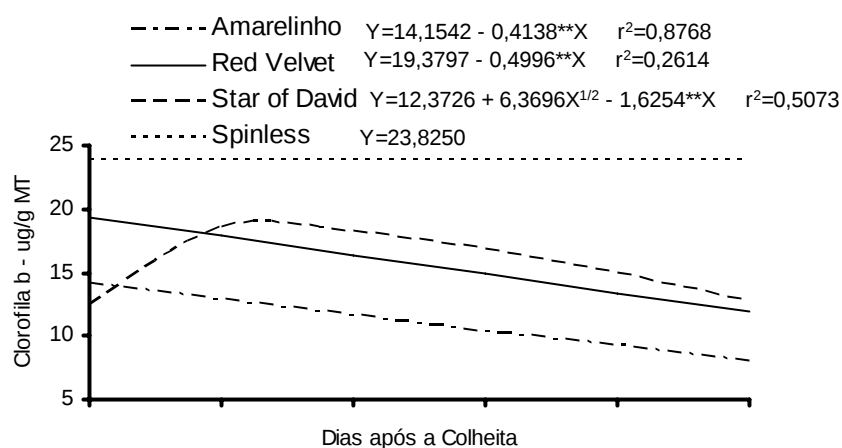
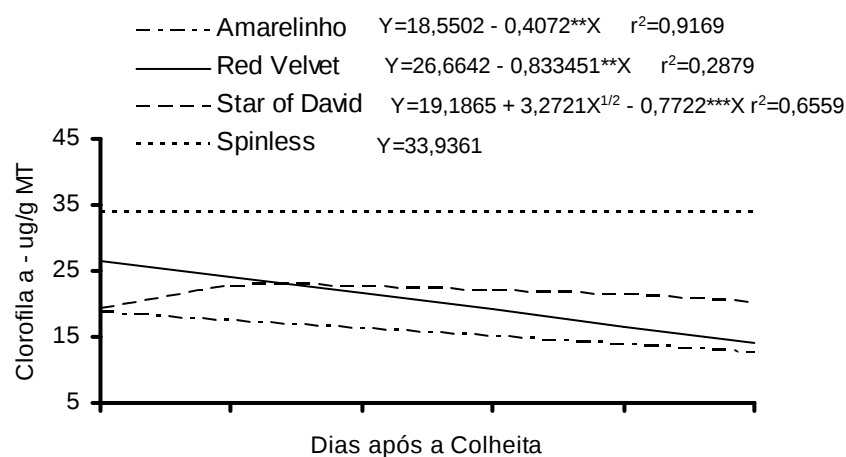


Figura 9 - Teores de clorofilas a, b e total dos frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless em função dos dias após a colheita.

diferente composição genética entre os cultivares, aliada ao fato do cultivar americano Red Velvet não estar ainda adaptado às condições ambientais de cultivo e armazenagem pós-colheita no Brasil. Com relação ao cultivar Star of David, houve aumento do teor de clorofila total até o terceiro dia aproximadamente, porém deste dia em diante houve redução atingindo 32,09 ug/g após 15 dias de armazenagem. Este aumento verificado no início do período de armazenamento muito provavelmente ocorreu em função de ser constatada a nível de campo, variação de forma e cor dos frutos. Assim, apesar de ter sido feita padronização dos frutos no início do experimento, a desuniformidade observada nos frutos pode ter contribuído na variação aleatória dos teores de clorofila no início do armazenamento. Houve manutenção do elevado teor de clorofila total ao longo do período de armazenamento no cultivar Mammoth Spinless, com média de 57,76 ug/g de matéria fresca. Além dessa desejável manutenção do teor de clorofila o cultivar Mammoth Spinless manteve ainda maior teor em relação aos outros cultivares estudados (Tabelas 8, 9 e 10).

Estas tendências são desejáveis, pois a coloração é uma característica aparente importante e que em todas as fases da cadeia como produção, armazenagem, comercialização, e principalmente pelo consumidor ao comprar, é o primeiro critério utilizado no julgamento da qualidade (Kays, 1991; Kays, 1999). Por outro lado, o cultivar Amarelinho foi o que demonstrou de maneira geral os menores teores de clorofila em relação aos outros cultivares ao longo do período de armazenamento. Desta forma, pode-se trabalhar a nível de melhoramento genético procurando-se incorporar no cultivar Amarelinho a característica qualitativa de coloração observada em cultivares como a Mammoth Spinless. Visto que a coloração é uma característica herdada de forma simples (Mota et al., 2000) e assim o cultivar amarelinho poderá ter maior aceitação pelo mercado nacional, onde hoje predomina o cultivar Santa Cruz 47 que tem coloração mais verde.

Entre os pigmentos afetados pela atmosfera modificada, a clorofila é mais amplamente associada com a qualidade de frutos e hortaliças (Lee e Kader, 2000). Atmosfera com elevados teores de CO₂ e reduzidos de O₂ foi eficiente no controle da descoloração de cebola verde, ervilha e brócolis mantendo melhor e maior qualidade visual (Hong et al., 2000; Lee e Kader,

2000, Pariasca et al., 2001).

Tabela 8 - Valores médios de Clorofila total ($\mu\text{g/g}$ de matéria fresca) de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless durante 15 dias.

Cultivares	Dias após a Colheita					
	0	3	6	9	12	15
Amarelinho	34,07...c	30,32..bc	26,81...c	23,37....c	22,43....c	22,25...c
Red Velvet	64,17a...	26,59....c	32,10...c	29,98..bc	27,58..bc	35,94..b.
Star of David	31,55...c	40,13..b..	43,83..b..	36,87..b..	34,89..b..	34,15..b.
Mammoth Spinless	47,22b	61,94a....	58,20a....	58,11a.....	55,88a....	65,19a...

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 9 - Valores médios de Clorofila a ($\mu\text{g/g}$ de matéria fresca) de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless durante 15 dias.

Cultivares	Dias após a Colheita					
	0	3	6	9	12	15
Amarelinho	18,77...c	17,88....c	15,77..b	13,83....c	13,40..c	13,29...c
Red Velvet	37,80a...	14,88....c	17,62..b	16,52..bc	15,50..c	20,14..b
Star of David	18,97...c	23,94..b..	20,94..b	21,99..b..	21,67..b	20,33..b
Mammoth Spinless	28,05..b.	36,56a....	34,14a..	33,89a....	32,82a..	38,14a...

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 10 - Valores médios de Clorofila b ($\mu\text{g/g}$ de matéria fresca) de frutos de quiabeiro dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless durante 15 dias.

Cultivares	Dias após a Colheita					
	0	3	6	9	12	15
Amarelinho	15,30...bc	12,44..b	11,03..b	..9,53..b	..9,03..b	..8,95....c
Red Velvet	26,37a.....	11,60..b	14,48..b	13,45..b	12,07..b	15,80..b..
Star of David	12,57....c	16,19..b	22,88a..	14,87..b	13,21..b	13,82..bc
Mammoth Spinless	19,17...b..	25,38a..	24,06a..	24,21a..	23,06a..	27,04a....

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

É reconhecida a ação da modificação da atmosfera na redução da síntese e ação do etileno e consequente prevenção do desverdecimento de produtos hortícolas (Lee e Kader, 2000) provavelmente, por inibir a ação de

enzimas como as clorofilases que aceleram a senescência (Kays, 1991). Adicionalmente, o decréscimo da temperatura reduz a atividade metabólica e consequentemente a respiração, aumentando a conservação pós-colheita de produtos hortícolas (Carvalho, 2002, Bower, 1998) reduzindo assim o consumo de substrato orgânico (Taiz, 1991). Dessa forma, seria esperada redução do desverdecimento com o uso da combinação de baixa temperatura com atmosfera modificada. Entretanto, no presente trabalho não foi observado efeito da atmosfera modificada por embalagem em filme de PVC, e nem da baixa temperatura na prevenção do desverdecimento de frutos de quiabo, como observado por Pariasca et al. (2001) em que ao realizar a combinação atmosfera modificada com baixa temperatura houve redução da degradação de clorofila em ervilha.

Provavelmente este fato ocorreu em função da elevada permeabilidade a gases verificada nos filmes poliméricos de PVC (Robertson, 1993; Miller e Krochta, 1997), dessa forma a atmosfera modificada não foi suficiente para inibir o metabolismo que condiciona a redução do teor de clorofila total, como inibição das clorofilases. Apesar de Della-Justina (1998) ter verificado eficiência no controle da perda de clorofila com o uso da atmosfera modificada, a mesma concluiu que controle maior é obtido com a redução da temperatura. Entretanto, Carvalho (2002), também verificou que os tratamentos utilizados a baixas temperaturas de 5 e 10°C não influenciaram os teores de clorofila das amostras, mesmo sabendo-se que estas temperaturas podem causar injúria por frio. Segundo Hakim et al. (1999) a destruição de clorofila tem sido relatada como resultado do estresse por chilling que ocasiona peroxidação deteriorativa das células da membrana. No entanto, no presente experimento observou-se a nível de campo variação de forma e cor dos frutos. Então, apesar de ter sido feita padronização dos frutos, a desuniformidade dos frutos pode ter contribuído na variação aleatória dos teores de clorofila.

4 – Análise Visual

Observa-se pelas tabelas 11 e 12 que os frutos armazenados nas temperaturas de 5°C e 10 °C embalados ou não com PVC, mantiveram ótimo

Tabela 11 - Valores médios das escalas visuais de manchas escuras nos frutos de quiabo armazenados sem e com PVC nas temperaturas de 5°C e 10 ao longo do período de armazenamento

	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12		Dia 15	
Temperaturas	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC
5°C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,78	0,03	1,78	0,31	2,09	1,09
10°C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,87	0,15	0,87	0,37	1,25	0,18

Tabela 12 - Valores médios das escalas visuais de injúria por frio nos frutos de quiabo armazenados sem e com PVC nas temperaturas de 5°C e 10 ao longo do período de armazenamento

	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12		Dia 15	
Temperaturas	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC
5°C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	1,00	0,12	2,50	0,87	2,93	1,87
10°C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,06	1,00	0,12	1,28	0,25	1,59	0,18

estado de conservação até três dias após a colheita, evidenciando ausência de sintomas de injúria por frio e escurecimento, obtendo portanto a nota “0”, ou seja ausência de injúria por frio e escurecimento. Della-Justina (1998) verificou esta eficiência até o segundo dia após o armazenamento ao trabalhar com o cultivar Amarelinho nas mesmas temperaturas, prolongando-se a eficiência com a temperatura de 10°C até o final do período de armazenamento, ou seja, 10º dia, que difere do presente experimento onde houve a manifestação da injúria a partir do nono dia. Mesma tendência foi observada por Carvalho (2002) ao verificar menor injúria por frio e escurecimento dois dias após a colheita dos frutos do cultivar Amarelinho, armazenados nas mesmas temperaturas utilizadas neste trabalho, manifestando injúrias a partir do 4º dia.

Os frutos armazenados à 5°C com PVC mantiveram ótimo estado de conservação até o sexto dia. A partir do sexto dia, houve aumento gradual da incidência de injúria por frio e escurecimento nas temperaturas estudadas com ou sem filme de PVC até o final do período de armazenamento, demonstrando o aumento da incidência em função do efeito do período de manutenção em temperatura injuriante. Observou-se de maneira geral maior incidência de injúria por frio e escurecimento nos frutos armazenados sem PVC. Com relação às temperaturas a incidência foi idêntica até 3 dias após a colheita com relação ao escurecimento e a injúria por frio e destes pontos em diante os frutos armazenados à 5°C passaram a manifestar maior incidência de injúria e escurecimento. Essa maior eficiência dos frutos armazenados em filmes poliméricos no controle da injúria por frio também foi verificada por Della-Justina (1998) com PVC, e maior incidência nos frutos armazenados a 5°C foi verificado por Della-Justina (1998), Carvalho (2002), Tamura e Minamide (1984). Segundo Awad (1993) os sintomas de injúria por frio se tornam mais severos ainda quando os frutos são transferidos da temperatura injuriante para ambiente com temperaturas superiores, fato este que foi observado por Carvalho (2002), pois a transferência dos frutos para temperatura de 25 °C aumenta o desenvolvimento dos sintomas de injúria tanto para os frutos previamente armazenados a 5 °C quanto para aqueles

armazenados a 10 °C por 2, 4, 6, 8 e 10 dias. Assim, ao final de 15 dias de armazenamento houve aos 5°C sem e com PVC e 10°C sem e com PVC notas de 2,93; 1,59; 1,87 e 0,18 respectivamente, que se aproximam dos seguintes conceitos extremamente injuriados, moderadamente, moderadamente injuriados e levemente injuriados. Ao final do mesmo período de armazenamento os frutos armazenados nas temperaturas de 5°C e 10°C sem e com PVC manifestaram notas de 2,09; 1,25; 1,09 e 0,18 respectivamente, que se aproximam dos seguintes conceitos moderadamente escurecido à 5°C sem PVC e levemente escurecidos à 5°C e 10°C com PVC e à 5°C sem PVC respectivamente. Demonstrando como tendência geral maior conservação dos frutos armazenados em temperatura de 10°C e com PVC.

Com relação aos cultivares foi verificado ótimo estado de conservação com ausência de injúria e escurecimento em todos os cultivares sem ou com filme polimérico de PVC até 3 dias após a colheita (Tabelas 13 e 14). No entanto, os cultivares amarelinho e Mammoth Spinless embaladas com PVC mantiveram este estado ótimo de conservação com relação a injúria por frio até o sexto dia e o cultivar Red Velvet também embalada com PVC manteve ausência de injúria até o 12º dia. Com relação ao escurecimento os cultivares Amarelinho com e sem PVC e o Mammoth Spinless com PVC manteve este estado ótimo de conservação com relação ao escurecimento até o sexto dia e o cultivar Red Velvet também embalado sem e com PVC manteve ausência de escurecimento até o 9º e 15º dias respectivamente. Após estes dias com ótimo estado de conservação nos cultivares e tratamentos especificados houve aumento da incidência de injúria por frio e escurecimento enzimático, exceto com relação ao escurecimento enzimático no cultivar Red Velvet com PVC que manteve estado ótimo de conservação até o final do período de armazenamento. Então, ao final de 15 dias de armazenamento a incidência de injúria por frio na forma de notas foi de 1,71; 0,68; 2,40 e 1,78 nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless sem PVC respectivamente, enquanto nos mesmos cultivares com PVC a incidência foi de 0,87; 0,43; 1,62 e 1,18

Tabela 13 - Valores médios das escalas visuais de manchas nos frutos de quiabo dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem e com PVC ao longo do período de armazenamento

	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12		Dia 15	
Cultivares	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC
Amarelinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,06	1,18	0,18	1,81	0,37
Red Velvet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,62	0,00
Star of David	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,12	1,25	0,25	2,06	0,93	2,81	1,31
Mammoth Spinless	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	1,50	0,06	1,56	0,25	1,43	0,87

Tabela 14 - Valores médios das escalas visuais de injúria por frio nos frutos de quiabo dos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless armazenados sem e com PVC ao longo do período de armazenamento

	Dia 0		Dia 3		Dia 6		Dia 9		Dia 12		Dia 15	
Cultivares	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC	Sem PVC	Com PVC
Amarelinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	1,43	0,06	2,18	0,62	1,71	0,87
Red Velvet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,37	0,00	0,56	0,00	0,68	0,43
Star of David	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,12	2,12	0,37	2,68	1,00	2,40	1,62
Mammoth Spinless	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	1,37	0,06	2,12	0,62	1,78	1,18

respectivamente. Com relação ao escurecimento enzimático as notas obtidas foram 1,81; 0,62; 2,81 e 1,43 nos cultivares Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless sem PVC respectivamente e nos mesmos cultivares agora com PVC a incidência de escurecimento foi de 0,37; 0,00; 1,31 e 0,87 respectivamente. Em frutos como maçã, melão também existe diferença varietal em relação ao chilling (Paull, 1999).

O efeito da temperatura e o uso da embalagem de PVC manifestou maior eficiência no controle da injúria por frio e no escurecimento enzimático. Verificou-se ainda de maneira geral que de todos os cultivares estudados o que manifestou maior conservação com ou sem uso de filme polimérico de PVC foi o Red Velvet e o com pior estado de conservação foi o Star of David.

Uma das fortes evidências que explicam os sintomas de injúria por frio é a alteração do metabolismo e acúmulo de compostos fitotóxicos, pois o Chilling altera a taxa e produtos de muitas reações metabólicas e induz a síntese de enzimas específicas e isoenzimas (Saltveit, 2000). Tem sido demonstrado que elevados teores de CO₂ e reduzidos de O₂ são benéficos no alívio dos sintomas de chilling em produtos sensíveis a esse estresse como lima, abacate, manga e pepino, além de ter manifestado eficiência no presente experimento ao se usar filme de PVC que condiciona aumento dos teores de CO₂ e redução de O₂ como o período de armazenagem (Pesis et al., 2000, Ju et al., 2000). Isso ocorre em função do CO₂ reduzir a velocidade de início do chilling por reduzir a atividade da enzima pectina metil esterase que reduz a textura e a firmeza, e aumenta a senescência, taxa respiratória e a produção de etileno (Poovaiah, 1986; Hanson, 1993; Saftner et al., 1998). São relatados ainda o efeito do acúmulo de etanol e acetaldeído em filmes não perfurados no alívio dos sintomas do chilling (Fernández-Trujillo et al., 1998b). Por outro lado, o aumento do tempo de exposição aumenta a injúria por frio além de ser relatada a influência da excessiva umidade relativa, em torno de 98%, principalmente em filmes poliméricos, no aumento dos sintomas de injúria por frio (Hong et al., 2000). O que poderia ter ocorrido nos frutos embalados do presente experimento. Entretanto, como o filme de PVC tem elevada permeabilidade, a umidade relativa pode não ter

sido alta o suficiente para condicionar aumento da injúria por frio, e sim mais eficiente no controle. Por outro lado foi sugerido que a redução da transpiração tem efeito mais pronunciado na redução da injúria por frio (Hakim et al., 1999), pois 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, o que não foi totalmente confirmado pelos resultados do presente experimento, pois nas temperaturas estudadas os frutos embalados manifestaram incidência de injúria mesmo que pequena. No entanto Baxter e Waters Junior (1990) sugerem que o uso de filme de polimérico com menor permeabilidade a gases como polietileno de alta densidade poderá aumentar a eficiência reduzindo então a incidência de injúria por frio em quiabo armazenado a baixa temperatura.

Com relação aos pigmentos o escurecimento condiciona defeito na qualidade. A sua formação pode ser influenciada pela composição da atmosfera como observada pela maior incidência na menor temperatura e nos frutos não embalados em filme de PVC. A formação de pigmentos escurecidos ocorre como resultado da atividade das enzimas peroxidase e polifenol oxidase, esta oxida uma extensa variedade de substratos incluindo monofenóis, trifenóis, ácido ascórbico e *o*- e *p*-difenois (Lagrimini, 1991; Chazarra et al., 1997; Hammer, 1993; Beaudry, 1999). Carvalho (2002) verificou, ao trabalhar com o cultivar amarelinho, aumento da atividade da peroxidase nas mesmas temperaturas estudadas no presente experimento, havendo maior atividade na temperatura de 5°C o que correlacionou com a maior incidência de injúria por frio e escurecimento enzimático, resultado também obtido no presente trabalho. Desta forma os níveis de escurecimento e as injúrias verificadas demonstram que a expressão e, ou, a atividade específica das peroxidases foi estimulada pela injúria por frio a 5 °C. Os produtos formados dessas reações enzimáticas reagem com outros para formar polímeros de elevado peso molecular e formar complexos macromoleculares com aminoácidos e proteínas, o qual conduz a formação de pigmentos escurecidos. O processo oxidativo requer a presença de oxigênio molecular podendo ser prevenido pela redução dos níveis de O₂

(Beaudry, 1999), o que foi verificado no presente experimento, onde ao usar filme de PVC houve a modificação da atmosfera com o tempo aumentando o teor de CO₂ e reduzindo o teor de O₂ reduziu-se paralelamente a incidência do escurecimento enzimático.

CONCLUSÕES

A temperatura de 10°C e o uso da embalagem de PVC foram mais eficientes na conservação e qualidade pós-colheita de frutos de quiabo com maior eficiência no controle da perda de matéria fresca do fruto, manutenção do teor relativo de água no pericarpo, menor incidência de injúria por frio e escurecimento.

O cultivar Amarelinho demonstrou bom estado de conservação com menor perda de matéria fresca e manutenção de maior teor relativo de água. Enquanto o cultivar Red Velvet apesar da menor incidência de injúria por frio e escurecimento manifestou de maneira geral menor conservação em função da maior perda de matéria fresca e manutenção de menor teor relativo de água, além maior perda de vitamina C ao longo do período de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.207-225, 1999.
- ARNON, D.I. Copper enzyme in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, California, v.24, n.1, p. 1-15, 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.
- AWAD, M. *Fisiologia pós-colheita de frutos*. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

- 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, n.1, 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.
- BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film- A new postharvest technique. *HortScience*, v.20, n.1, p.32-37, 1985.
- BOWER, J.H., JOBLING, J.J., PATTERSON, B.D., RYAN, D.J. A method for measuring the respiration rate and respiratory quotient of detached plant tissues. *Postharvest Biology and Technology*, v.13, p.263-270, 1998.
- BROSNAN, T., SUN, D.W. Precooling techniques and applications for horticultural products - a review. *International Journal of Refrigeration*, v.24, p.154-170, 2001.
- BURDON, J., CLARK, C. Effect of postharvest water loss on 'Hayward' kiwifruit water status. *Postharvest Biology and Technology*, v.22, p.215-225, 2001.
- CARVALHO, M.J. *Injúria por frio, respiração e produção de etileno pós-colheita em quiabo (Abelmoschus esculentus (L.) MOENCH.)*. Viçosa, MG: UFV, 2002. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CATSKY, J. *Water content*. In: SLAVIK, B., ed. *Methods of studying plant water relations*. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p.121-31.
- CHAZARRA, S., CABANES, J., ESCRIBANO, J., GARCÍA-CARMONA, F. Kinetic study of the suicide inactivation of latent polyphenoloxidase from iceberg lettuce (*Lactuca sativa*) induced by 4-*tert*-butylcatechol in the presence of SDS. *Biochimica et Biophysica Acta*, n.1339, p.297-303, 1997.
- CHEN, X., MAARTEN, L.A.T.M., HERTOOG, M.L.A.T.M., BANKS, N.H. The effect of temperature on gas relations in MA packages for capsicums (*Capsicum annuum* L., cv. Tasty): an integrated approach. *Postharvest Biology and Technology*, v.20, p.71-80, 2000.

- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- COHEN, E., BEN-YESHOSHUA, 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, n.65, p.603-610, 1990.
- COUEY, H.M. Chilling injury of crops tropical and subtropical origin. *HortScience*, Alexandria, v.17, n.2, p.162-165, 1982.
- D'AQUINO, S., PIGA, A., AGABBIO, M., MCCOLLUM, T.G. Film wrapping delays ageing of 'Minneola' tangelos under shelf-life conditions. *Postharvest Biology and Technology*, v.14, p.107-116, 1998.
- DELLA-JUSTINA, M.E. *Conservação pós-colheita do quiabo, influenciada por idade, dano mecânico, filme de PVC e temperatura*. Viçosa, MG: UFV, 1998. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- DUZYAMAN, E. *Okra: botany and horticulture*. In: JANICK, J. *Horticultural Reviews*, v.21, p.41-72, 1997.
- FERNANDEZ-TRUJILIO, J. P., MARTINEZ, J.A., ARTÉS, F. Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorders and keeps "flat" peach quality. *Food Research International*, v.31, n.8, p.571-579, 1998a
- FERNANDEZ-TRUJILIO, J. P., CANO, A., ARTÉS, F. Physiological changes in peaches related to chilling injury and ripening. *Postharvest Biology and Technology*, v.13, p.109-119, 1998b.
- FINGER, F.L. *Efeitos da perda de água sobre a fisiologia pós-colheita de frutos de pimentão (Capsicum annum L.) e banana (Musa acuminata Colla)*. Viçosa, MG: UFV, 1985. 54p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- 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.
- HAMMER, F.E. Oxidoreductases. In: NAGODAWITHANA, T., REED, G. *Enzymes in food processing*. San Diego, Academic Press, 1993.

- HANSON, E.J., BEGGS, J.L., BEAUDRY, R.M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush Blueberry firmness. *HortScience*, Alexandria, v.28, n.10, p.1033-1034, 1993.
- HAKIM, A., PURVIS, A.C., MULLINIX, B.G. Differences in chilling sensitivity of cucumber varieties depends on storage temperature and the physiological dysfunction evaluated. *Postharvest Biology and Technology*, v.17, p.97-104, 1999.
- HERPPICH, W.B., MEMPEL, H., GEYER, M. Effects of postharvest mechanical and climatic stress on carrot tissue water relations. *Postharvest Biology and Technology*, v.16, p.43–49, 1999.
- 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.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. São Paulo: 1985. v.1, p.183.
- 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. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmosphere. *Acta Horticulturae*, n.398, p.59-67, 1995.
- KAYS, S.J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.
- KAYS, S.J. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.233-247, 1999.
- KE, D., YAHIA, E., HESS, B., ZHOU, L., KADER, A.A. Regulation of fermentative metabolism in avocado fruit under oxygen and carbon dioxide stresses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.120, n.3, p.481-490, 1994.
- LAGRIMINI, L.M. Wound-induced deposition of polyphenol in transgenic plants overexpressing peroxidase. *Plant Physiology*, n.96, p.577-583, 1991.
- LAMMERTYN, J., AERTS, M., VERLINDEN, B.E., SCHOTSMANS, W., NICOLAI, B.M. Logistic regression analysis of factors influencing core

- breakdown in 'Conference' pears. *Postharvest Biology and Technology*, v.20, p.25-37, 2000.
- 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.
- MERCADO-SILVA, M., GARCIA, R., HEREDIA-ZEPEDA, A., CANTWELL, M. Development of chilling injury in five jicama cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, v.13, p.37-43, 1998.
- MICOLIS, V., SALTVEIT, M.E. Influence of storage period and temperature on the postharvest Characteristics of six melon (*Cucumis melo* L., Inodouros Group) cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, v.5, p.211-219, 1995.
- MILLER, K.S., KROCHTA, J.M. Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. *Trends in Food Science & Technology*, v.8, p.228-2237, 1997.
- MODELO, V.A., KLUGE, R.A., JACOMINO, A.P. Pós-colheita de quiabos submetidos à refrigeração e embalagem plástica. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, suplemento, julho, 2000.
- MOLEYAR, V., NARASIMHAM, P. Modified atmosphere packaging of vegetables: an appraisa. *Journal of Food Science and Technology*, Mysore, v.31, n.4, p.267-2278, 1994.
- MOTA, W.F. da, FINGER, F.L., CASALI, V.W.D. *Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro*. Viçosa:UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000. 144p.
- PANTASTICO, E.B., CHATTOPADHYAY, T.K., SUBRAMANYAM, H. *Storage and commercial storage operations, in postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. Westport: AVI., 1975. 314p.
- 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, R.E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity Quality. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.263-277, 1999.
- PEDROSA, J.F., MIZUBUTI, A., CASALI, V.W.D., CAMPOS, J.P. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH.). *Horticultura Brasileira*, v.1, n.1, p.14-23, 1983.
- PESIS, E., AHARONI, D., AHARON, Z., BEN-ARIE, R., AHARONI, N., FUCHS, Y. Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.19, p.93-101, 2000.
- POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, v.40, p.86-89, 1986.
- ROBERTSON, G.L. *Food Packaging*. New York: Marcel Dekker, 1993. 676p.
- RUIZ, J.M., ROMERO, L. Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae*, v.81, p.113-123, 1999.
- SAFTNER, R.A., CONWAY, W.S. Effects of postharvest calcium and fruit coating treatments on postharvest life, quality maintenance and fruit-surface injury in 'Golden Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.123, n.2, p.294-298, 1998
- SALTVEIT, M.E. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.61-69, 2000.
- SIDDHURAJU, P., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food. *Food Chemistry*, 2002 (no prelo)
- SILVA, F.M., CHAU, K.V., BRECHT, J.K., SARGENT, S.A., Modified atmosphere packaging for mixed loads of horticultural commodities exposed to two postharvest temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, v.17, p.1-9, 1999.
- STUDMAN, C.J. Computers and electronics in postharvest technology — a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.30, p.109-124, 2001.

- TAIZ, L., ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood: Benjamin/Cummings, 1991. 565p.
- TAMURA, J., MINAMIDE, T. Harvesting maturity, handling, storage of okra pods. Bulletin University Osaka Prefect Series B, Osaka, v.36, p.87-97, 1984.
- WANG, C.Y., QI, L. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam Netherlands, v.10, p.195-200, 1997.
- 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.

ESTIMATIVA DE MODELOS LINEARES PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA SUPERFICIAL DE FRUTOS DE TRÊS CULTIVARES DE QUIABO

RESUMO

Em função da escassez de metodologias para a determinação da área superficial de frutos de quiabo e da sua relação com outras características físicas, este trabalho teve como objetivo avaliar modelos matemáticos para estimar a área superficial em função de sua massa para três cultivares de quiabo. Foram utilizados os frutos de três cultivares: Amarelinho, Star of David e Mammoth Spinless colhidos no ponto de colheita comercial. Para obtenção da superfície total dos frutos de cada cultivar e geral, utilizando os dados dos três cultivares, foram ajustados modelos onde a superfície total foi determinada em função da matéria fresca do fruto. Os valores de área superficial coletados no medidor de área foliar e de pesagem em balança foram submetidos à análise de variância e de regressão e adicionalmente feito teste de identidade de modelos. Houve ajuste de modelos de equações lineares para cada cultivar estudado com correlação positiva entre área superficial e a massa dos frutos havendo aumento linear da área com o aumento da massa do fruto. Com base no teste de identidade de modelos houve possibilidade, segundo análise de identidade de modelos, da representação dessas variáveis por intermédio de um modelo comum aos cultivares Amarelinho e Star of David.

Palavras-chaves: *Abelmoschus esculentus*, modelagem, identidade de modelos

INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é uma cultura que encontra no Brasil condições excelentes para o seu cultivo principalmente no que diz respeito ao clima, e a sua popularidade está aumentando, pois apresenta algumas características desejáveis como ciclo rápido, baixo custo

de implantação e condução da cultura e alto valor alimentício/nutritivo (Mota et al., 2000). Apesar do quiabo não ser uma fonte rica de carboidratos, o fruto fresco oferece à nutrição humana a fibra, a proteína e a vitamina C, além das sementes que são ricas fontes de proteínas e óleos (Gopalakrishnan et al., 1982; Mota et al., 2000).

A área superficial e a relação superfície/volume são importantes propriedades físicas que podem influenciar na taxa de perda de água e consequentemente no murchamento (Lownds et al., 1993), alterando a aparência e a aceitação pelo consumidor. Desta forma, são importantes parâmetros para avaliação da taxa de perda de água e murchamento de frutos e hortaliças em trabalhos de conservação pós-colheita, principalmente em produtos com alta taxa de perda de água como o quiabo (Della-Justina, 1998, Carvalho, 2002). A elevada perda de água condiciona alteração das características de aparência que é caracterizada pelo tamanho, forma, cor, entre outras características (Pedrosa et al., 1983; Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999; Kays, 1999), das nutricionais como vitaminas, minerais, açúcares e outras (Chitarra e Chitarra, 1990; Kays, 1991), além de reduzir outros atributos de qualidade como sabor e odor (Abbott, 1999; Auerswald et al., 1999). Em todas as fases da cadeia como produção, armazenagem, comercialização, e principalmente pelo consumidor ao comprar, é importante manter esses atributos de qualidade (Kays, 1991; Kays, 1999).

Adicionalmente, a área superficial e a relação superfície/volume podem ser utilizadas em estudos de crescimento e desenvolvimento de frutos e hortaliças e como padrão de qualidade na determinação do ponto ideal de colheita. A colheita dos frutos de quiabo, costuma-se utilizar a maturidade hortícola, que é definido como o ponto onde os frutos ao atingirem nível ideal de maturação podem ser utilizados para consumo “in natura” (Suojala, 2000). Esta maturidade hortícola em quiabo ocorre de 4 a 5 dias após a antese quando os frutos estão com 25 % do seu tamanho máximo (Mota et al., 2000), ou seja, com 2 cm de diâmetro e entre 5 a 7 cm de comprimento dependendo da cultivar (Duzyaman, 1997).

Em função da escassez de metodologias para a determinação da área superficial de frutos de quiabo, este trabalho teve como objetivo ajustar modelos para estimar a área superficial em três cultivares de quiabo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de quiabo foram colhidos na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, em março de 2001, no ponto de colheita comercial quando estavam tenros. Após a operação de colheita os frutos foram acondicionados em caixas plásticas; em seguida, foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, do Departamento de Fitotecnia, onde foram selecionados. Foram utilizadas três cultivares: Amarelinho, Star of David e Mammoth Spinless.

Para obtenção da superfície total dos frutos de cada cultivar foram ajustados modelos de regressão onde a superfície total foi determinada em função da matéria fresca do fruto conforme metodologia descrita por Moshenin (1970) com algumas modificações. A metodologia pode ser resumida nos seguintes passos: pesagem de cada fruto e, posterior retirada de todo o seu tecido interno e exposição em papel cartolina. Após a exposição máxima da superfície do pericarpo na cartolina, demarcou-se a superfície e após o seu recorte avaliou-se a sua área utilizando-se o medidor de área foliar, para determinar a área em cm^2 .

Os valores de área superficial, coletados no medidor de área foliar e de pesagem em balança, foram submetidos à análise de variância e de regressão. Os modelos mais adequados na expressão da relação entre as variáveis estudadas foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste de "t" adotando o nível de 5% de probabilidade, nos coeficiente de determinação e variação, e no potencial para explicar o fenômeno biológico em questão. Para testar a hipótese de igualdade das equações de regressão, foi aplicado o teste de identidade de modelos de regressão conforme metodologia descrita por Regazzi (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos de regressão ajustados com base na área superficial em função da massa do fruto em três cultivares de quiabo encontram-se no Quadro 1.

Verificou-se correlação positiva entre a massa do fruto e a área superficial dos frutos dos três cultivares de quiabo estudados, havendo aumento linear da área com o aumento da massa do fruto (Quadro 1). No entanto, a taxa de aumento da área superficial foi diferente entre os cultivares, a maior taxa foi verificada para o cultivar Mammoth Spinless, onde cada grama a mais no fruto condicionou aumento de $2,20 \text{ cm}^2$ na área superficial, diferente dos cultivares Amarelinho e Star of David com aumentos de $1,71 \text{ cm}^2$ e $1,73 \text{ cm}^2$ na área superficial respectivamente. Estimativas de modelos com o mesmo objetivo do presente trabalho também foram desenvolvidas para maçã, pêra e ameixa (Moshenin, 1970). Com base no teste de identidade de modelos explicitado no Quadro 2, a hipótese H_0 foi rejeitada, ou seja, a equação geral e comum não pode ser utilizada para estimar a área superficial de frutos de quiabo nos cultivares Amarelinho, Star of David e Mammoth Spinless. Adicionalmente, fazendo-se a análise parcial da identidade de modelos, ou seja, fazendo-se o estudo de todas as combinações entre duas cultivares (Quadro 3), verificou-se que apenas a combinação entre os cultivares Amarelinho e Star of David teve a hipótese H_0 rejeitadas, podendo, desta forma, utilizar a equação comum a esses dois cultivares para estimar o aumento da área superficial em função da massa do fruto.

O aumento da área superficial com o aumento da matéria fresca ocorre em função dos mecanismos de crescimento e desenvolvimento, que ocorrem no fruto após a sua fecundação como o aumento dos componentes de crescimento: número de células, volume celular e densidade celular que condicionam alterações na matéria fresca paralelamente ao aumento do volume dos frutos e conseqüentemente da área superficial. A divisão celular condiciona aumento do número de células (Coombe, 1976). O comportamento da parede celular (plasticidade, deposição de material de

Quadro 1 – Equações ajustadas de regressão para estimar a área superficial (Y) em função da massa do fruto (X) dos cultivares Amarelinho, Mammoth Spinless e Star of David

Cultivar	Equação de Regressão	r^2	CV (%)
Amarelinho (AM)	$Y = 1,7121^{**}X$	0,9992	29,10
Mammoth Spinless (MS)	$Y = 2,2044^{**}X$	0,9999	10,10
Star of David (SD)	$Y = 1,7341^{**}X$	0,9993	26,90
AM x SD x MS	$Y = 1,8880^{**}X$	0,9990	7,05
AM x SD	$Y = 1,7234^{**}X$	0,9992	19,82
SD x MS	$Y = 1,9414^{**}X$	0,9995	9,04
AM x MS	$Y = 1,9659^{**}X$	0,9989	9,50

** = 1% de significância pelo teste "t"

r^2 = Coeficiente de determinação

CV = Coeficiente de variação

No Quadro 2 encontra-se o teste de hipótese para igualdade dos modelos (Regazzi, 1999), onde:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$$

H_0 : hipótese de nulidade

β_i = vetor de parâmetros para o i-ésimo modelo

Quadro 2 - Análise de variância relativa ao teste de hipótese H_0 para igualdade de equações

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrados médios	F
Parâmetros - β	(3)	(61686,8)		
Redução - B	1	60797,1		
Redução - H_0	2	889,7	444,85	467,18 ^{ns}
Resíduo	27	25,70	0,95	
Total	30	60852,3		

ns = não significativo a 5% pelo teste F

formação da parede incluindo ainda o grau de desenvolvimento de parede secundária), e o turgor (determinado pelo fluxo de água e diferença na pressão osmótica dentro e fora da célula) condicionam incremento da expansão celular. E o aumento da densidade ocorre devido ao acúmulo de vários componentes orgânicos aumentando a concentração com o tempo (Coombe, 1976, Cosgrove, 2000).

Quadro 3 – Resumo da ANOVA dos testes para verificar a identidade de modelos de regressão para todas as combinações entre os cultivares Amarelinho (AM), Star of David (SD) e Mammoth Spinless (MS)

Combinação entre Cultivares	Quadrado Médio		F
	Redução - Ho	Resíduo da Regressão	
AM x SD	1,5	1,28	1,16 ^{ns}
AM x MS	685,56	0,8	846,57**
SD x MS	639,7	0,75	842,13**
AM x SD x MS	444,85	0,95	467,18 **

** Significativo a 1%

ns não significativo a 5%

A utilização da técnica de estimação de modelos tem sido realizada com outros objetivos, como a determinação experimental dos valores de calor específico para frutos de café em função do nível do teor de umidade da massa do produto (Corrêa et al., 2000) e estimativa da área foliar de inhame em função de medidas lineares da mesma (Pereira et al., 2001). Demonstrando a importância da técnica de modelagem na simplificação e otimização de trabalhos experimentais

CONCLUSÕES

Houve ajuste de modelos de equações para cada cultivar estudado, Amarelinho, Mammoth Spinless e Star of David com alta correlação entre área superficial e massa dos frutos.

Houve possibilidade, segundo análise de identidade de modelos, da representação dessas variáveis por intermédio de um modelo comum aos cultivares Amarelinho e Star of David.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.207-225, 1999.
- 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.
- CARVALHO, M.J. *Injúria por frio, respiração e produção de etileno pós-colheita em quiabo (Abelmoschus esculentus (L.) MOENCH.)*. Viçosa, MG: UFV, 2002. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. *Annual Review Plant Physiology*, v.27, p.507 - 528, 1976.
- CORRÊA, P.C., SAMPAIO, C.P., REGAZZI, A.J., JÚNIOR, P.C.A. Calor específico dos frutos do café de diferentes cultivares em função do teor de umidade. *Revista Brasileira de Armazenamento*, n.1, p.18-22, 2000.
- COSGROVE, D.J. Expansive growth of plant cell walls. *Plant Physiol. Biochem.*, v.38 (1/2), p.109-124, 2000.
- DELLA-JUSTINA, M.E. *Conservação pós-colheita do quiabo, influenciada por idade, dano mecânico, filme de PVC e temperatura*. Viçosa, MG: UFV, 1998. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- DUZYAMAN, E. Okra: botany and horticulture. In: JANICK, J. *Horticultural Reviews*, v.21, p.41-72, 1997.
- GOPALAKRISHNAN, N., KAIMAL, T.N.B, LAKSHMINARAYANA, G. Fatty acid changes in *Hibiscus esculentus* tissues during growth. *Phytochemistry*, v.21, n.3, p.565-568, 1982.

- KAYS, S.J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.
- KAYS, S.J. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, p.233-247, 1999.
- LOWNDS, N.K., BANARAS, M., BOSLAND, P.W. Relationship between postharvest water loss and physical properties of pepper fruit (*Capsicum annum* L.). *HortScience*, v.28, n.12, p.1182-1184, 1993.
- MOSHENIN, N.N. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon, 1970. 742p.
- MOTA, W.F. da, FINGER, F.L., CASALI, V.W.D. *Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro*. Viçosa:UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000. 144p.
- PEDROSA, J.F., MIZUBUTI, A., CASALI, V.W.D., CAMPOS, J.P. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH.). *Horticultura Brasileira*, v.1, n.1, p.14-23, 1983.
- PEREIRA, F.H.F., PUIATTI, M., SILVA, D.J.H., FINGER, F.L., MIRANDA, G.V., MOTA, W.F. da Estimativa da área foliar em taro por meio de medidas lineares. Parte I. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, suplemento CD-ROM, julho de 2001.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.46, n.266, 9.383-409, 1999.
- SUOJALA, T. Variation in sugar content and composition of carrot storage roots at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae*, v.85, p.1-19, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo das análises de variância do diâmetro(DIA), comprimento (COM), matéria fresca (MF), teor relativo de água do pericarpo (TRA), matéria seca (MSE) e umidade (UMI) dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		DIA	COM	MF	TRA	MSE	UMI
Blocos	4	4,35ns	210,09*	22,57ns	24,35ns	0,43ns	0,43ns
Cultivares	3	331,23**	965,84**	674,86**	27,55ns	2,80**	2,80**
Resíduo	12	1,45	56,97	7,55	13,50	0,33	0,33
CV - %		5,59	6,97	12,63	4,05	6,09	0,63

** e * = F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns = não-significativo a 5% de probabilidade

Quadro 2 A - Resumo das análises de variância de clorofila total (CLT), clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), vitamina C (VIT), amido (AMI), açúcares totais (ATO), açúcares redutores (ARE), açúcares não redutores (ANR) e fibras (FIB) dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless

Fonte de variação	GL	Quadrado médio								
		CLT	CLA	CLB	VIT	AMI	ATO	ARE	ANR	FIB
Blocos	4	38,11ns	12,49ns	7,98ns	7,42*	0,021ns	0,029ns	0,016ns	0,054ns	0,025ns
Cultivares	3	1315,54**	475,68**	212,17**	9,18*	0,065ns	0,060ns	0,280**	0,308**	0,081ns
Resíduo	12	42,74	18,48	6,22	2,23	0,091	0,022	0,039	0,051	0,024
CV - %		15,14	16,97	13,99	20,82	26,39	7,31	12,11	57,57	15,96

** e * = F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns = não-significativo a 5% de probabilidade

Quadro 3 A - Resumo das análises de variância dos teores de nitrogênio total (NTOTAL), amônio (NH₄), nitrato (NH₃), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), Ferro (Fe), Zinco (Zn) e Cobre (Cu) dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio											
		NTOTAL	NH ₄	NH ₃	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu
Blocos	4	0,3773**	0,342**	0,00126ns	0,0017ns	0,00006ns	0,010ns	0,00080ns	0,0015ns	1505,2*	298,10ns	204,96ns	1,15ns
Cultivares	3	0,2899*	0,291*	0,00012ns	0,0099*	0,0011**	0,183**	0,05742**	0,0148**	2821,4**	1134,40ns	179,99ns	7,22ns
Resíduo	12	0,0613	0,060	0,00104	0,0018	0,00019	0,0055	0,00076	0,0018	335,69	363,55	151,54	2,55
CV - %		12,70	13,05	47,91	8,46	5,66	11,50	7,35	11,27	40,16	41,80	37,29	17,52

** e * = F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns=não-significativo a 5% de probabilidade

APÊNDICE B

Quadro 1B – Resumo das análises de variância da matéria fresca (MF), teor relativo de água do pericarpo (TRA), vitamina C (VIT), clorofila total (CLT), clorofila a (CLA) e clorofila b (CLB) dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, armazenados nas temperaturas de 5°C e 10°C com e sem revestimento com filme de PVC.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		MF	TRA	VIT	CLT	CLA	CLB
Blocos	3	298,61	42,88	25,16	1753,66	609,1	303,63
Temperaturas – T	1	679,15*	320,39*	8,86ns	47,59ns	7,14ns	18,61ns
Resíduo a	3	113,4	67,95	16,23	61,00	17,7	24,84
Cultivares – C	3	231,65**	147,25**	8,39*	16630,1**	5928,9**	2717,5**
Embalagens – E	1	22848,7**	21813,2**	37,14**	1033,7**	209,96*	308,86*
T x C	3	77,70ns	29,04ns	1,24ns	156,10ns	23,45ns	69,71ns
T x E	1	0,39ns	47,34	6,76ns	183,21ns	14,24ns	97,01ns
C x E	3	248,11**	149,84**	0,33ns	111,79ns	47,79ns	35,25ns
C x E x T	3	76,14ns	28,67	2,39ns	315,52ns	49,79ns	115,41ns
Resíduo b	42	37,63	35,23	2,26	177,73	49,12	48,57
Amostragem - A	5	3749,83**	838,33**	88,64**	606,611**	200,87**	149,46**
T x A	5	35,14**	124,38**	39,56**	113,91ns	29,37ns	40,81ns
C x A	15	20,65**	64,49**	15,48**	1298,84**	448,30**	257,73**
E x A	5	1916,64**	1576,4**	7,06ns	270,57ns	36,17ns	111,58**
C x T x A	15	6,61ns	14,85ns	4,71ns	119,42ns	28,61ns	45,82ns
A x C x E	15	19,60*	31,76ns	0,98ns	109,41ns	25,96ns	44,55ns
A x T x E	5	15,70ns	156,36**	2,77ns	87,07ns	33,58ns	44,13ns
A x C x T x E	15	5,94ns	20,87ns	3,27ns	85,95	31,83ns	41,47
Resíduo c	240	7,9	23,21	4,84	132,23	42,41	34,91
CV (%) - Parcela		99,64	9,69	67,03	19,86	18,46	30,15
CV (%) – Subparcela		57,39	6,98	37,6	33,9	30,75	42,17
CV (%) – Subsubparcela		26,3	5,66	80,53	29,24	28,57	35,75

** e * = F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns = não-significativo a 5% de probabilidade

APÊNDICE C

Quadro 1C – Resumo das análises de variância da matéria fresca (MF), teor relativo de água do pericarpo (TRA), vitamina C (VIT), clorofila total (CLT), clorofila a (CLA) e clorofila b (CLB) dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, armazenados e sem revestimento com filme de PVC em condições ambientes

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		MF	TRA	VIT	CLT	CLA	CLB
Blocos	3	80,55	296,72	4,00	293,44	110,78	45,69
Cultivares – C	3	98,60ns	204,45ns	3,07*	709,90*	253,22*	117,62**
Resíduo a	9	39,54	94,08	0,66	52,63	14,68	12,10
Amostragens – A	3	7950,33**	2045,29**	42,87**	1858,80**	636,61**	319,80**
C x A	9	33,57*	41,57ns	3,59ns	438,96	165,18**	66,65**
Resíduo b	36	12,07	50,89	3,00	79,08	26,64	14,76
CV (%) - Parcela		22,76	13,15	16,70	22,57	20,40	26,05
CV (%) – Subparcela		12,57	9,67	35,59	27,67	27,47	28,77

** e * = F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns = não-significativo a 5% de probabilidade

Quadro 2C – Resumo das análises de variância da matéria fresca (MF), teor relativo de água do pericarpo (TRA), vitamina C (VIT), clorofila total (CLT), clorofila a (CLA) e clorofila b (CLB) dos frutos dos cultivares de quiabo Amarelinho, Red Velvet, Star of David e Mammoth Spinless, armazenados com revestimento com filme de PVC em condições ambientes.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		MF	TRA	VIT	CLT	CLA	CLB
Blocos	3	52,80	117,35	3,64	692,24	268,51	99,46
Cultivares – C	3	157,81*	71,29ns	1,19ns	2174,22**	718,18**	395,17**
Resíduo a	9	20,31	36,20	0,79	34,06	13,08	5,66
Amostragens – A	3	3920,02**	1382,21**	29,91**	818,40**	296,27**	130,15**
C x A	9	27,31**	28,66ns	3,35ns	451,10**	155,47**	78,73**
Resíduo b	36	7,31	25,68	1,94	100,12	34,43	18,33
CV (%) - Parcela		22,05	7,52	18,60	17,40	18,61	16,87
CV (%) – Subparcela		13,24	6,34	29,12	29,83	30,20	30,36

** e * = F significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns = não-significativo a 5% de probabilidade