

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAXIXE (*CUCUMIS ANGURIA*) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Antonia Mirian Nogueira de Moura Guerra¹, Deyse Silva dos Santos², Régila Santos Evangelista³,
Maria Gabriela Magalhães Silva⁴

RESUMO – Objetivou-se avaliar a influência das condições de armazenamento sobre a vida pós-colheita de maxixes. Foram avaliados os maxixes armazenados sem embalagem a 10 °C, sem embalagem a 25 °C, com saco plástico a 10 °C, com saco plástico a 25 °C, em bandeja de poliestireno + PVC a 10 °C e em bandeja + PVC a 25 °C. Os períodos de armazenamento foram de 0, 3, 6, 9 e 12 dias consecutivos. Ao final do período de armazenamento, os frutos acondicionados em bandeja + PVC a 10 °C apresentavam-se em boas condições de consumo. O acondicionamento em bandeja + PVC a 10 °C foi a condição que permitiu o retardamento do escurecimento dos frutos, sendo que ao 12 dias de armazenamento os frutos apresentavam-se em boas condições para consumo. O acondicionamento em sacos plásticos a 10 °C as perdas de massa foram inferiores a 5% aos 12 dias de avaliação. O acondicionamento do maxixe em sacos plásticos e bandeja + PVC ambas a 10 °C proporcionaram pH ácido ao final do período de armazenamento. As embalagens estudadas, quando associadas à baixa temperatura de armazenamento, mostraram-se eficientes em retardar a redução nos teores de vitamina C nos frutos de maxixe. Os teores de pigmentos não foram influenciados pelas condições de armazenamento, entretanto, o período de armazenamento ocasionou reduções nos teores de clorofilas e incrementos nos de carotenóides.

Palavras chave: atmosfera modificada, perda de massa, vida pós-colheita.

POSTHARVEST CONSERVATION OF GHERKIN (*CUCUMIS ANGURIA*) UNDER DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the influence of storage conditions on postharvest life of gherkin. Gherkin stored without packaging at 10 °C, without packaging at 25 °C, with plastic bag at 10 °C, with plastic bag at 25 °C, in polystyrene + PVC tray at 10 °C and in tray + PVC at 25 °C were evaluated. Storage periods were 0, 3, 6, 9 and 12 consecutive days. At the end of the storage period, the fruits packed in a tray + PVC at 10 °C were in good condition. Wrapping in tray + PVC at 10 °C was the condition that allowed the delay of fruit darkening, and at 12 days of storage the fruits were in good condition for consumption. When packed in plastic bags at 10 °C the mass losses were less than 5% at 12 days of evaluation. The conditioning of the maxixe in plastic bags and tray + PVC both at 10 °C provided acidic pH at the end of the storage period. The packages studied, when associated with the low storage temperature, proved to be efficient in delaying the reduction in vitamin C content in maxixe fruits. Pigment contents were not influenced by storage conditions, however, the storage period caused reductions in chlorophyll contents and increases in carotenoids.

Keywords: mass loss, modified atmosphere, postharvest life.

¹ Docente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar Campus de Barra, Av. 23 de Agosto s/nº, Bairro Assunção, CEP: 47100-000, Barra – BA. E-mail: mirianagronoma@hotmail.com.

² Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar Campus de Barra, Av. 23 de Agosto s/nº, Bairro Assunção, CEP: 47100-000, Barra – BA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5509-7327>. E-mail: deyseesied@gmail.com

³ Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar Campus de Barra, Av. 23 de Agosto s/nº, Bairro Assunção, CEP: 47100-000, Barra – BA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5739-6382>. E-mail: regilasantos10@gmail.com

⁴ Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar Campus de Barra, Av. 23 de Agosto s/nº, Bairro Assunção, CEP: 47100-000, Barra – BA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5878-634X>. E-mail: gabi2809@live.com



INTRODUÇÃO

O maxixeiro (*Cucumis anguria* L.) é uma planta de origem africana e foi introduzido no Brasil por ocasião do tráfico de escravos. É uma hortaliça de clima tropical pertencente à família das cucurbitáceas, cujos frutos são utilizados na alimentação humana, sendo consumidos cru e em saladas, cozidos ou na forma de picles (Yokoyama & Silva Júnior, 1988; Silva, 2016).

O Brasil apresenta condições de clima e extensão territorial que lhe conferem destaque entre os grandes produtores de vegetais. No entanto, as perdas pós-colheita além de diminuir sua competitividade no mercado mundial, acarretam em sérios prejuízos aos produtores e consumidores, visto que são estimadas perdas entre 40-50% da produção nacional (Prates & Ascheri, 2011; Silveira et al., 2015; Gustavasson et al., 2011; Ferreira, 2017). Dessa forma, torna-se necessário o uso de técnicas capazes de prolongar a vida útil desses produtos, contribuindo assim para redução de perdas e desperdícios pós-colheita.

Álvares (2006) aponta a temperatura como um dos fatores mais importante para a manutenção da qualidade dos produtos hortícolas após a colheita, visto que a perda da qualidade observada nos vegetais após serem colhidos ocorre devido processos fisiológicos e bioquímicos, que são influenciados primariamente pela temperatura do produto.

O armazenamento refrigerado reduz a taxa respiratória, a produção de etileno, a atividade microbiana e a intensidade da senescência de frutos e hortaliças (Kalbasiastari, 2004; Wang, 1994; Oliveira, 2012).

O uso de embalagens tem se mostrado eficiente para o prolongamento da vida pós-colheita de frutos e hortaliças por proporcionar uma modificação na atmosfera de vivência desses produtos. A modificação da atmosfera promove redução na velocidade da respiração, bem como atraso na maturação e diminuição na deterioração de frutos e hortaliças (Machado et al., 2007). Além disso, as embalagens se apresentam como uma forma de atrair o consumidor que exige um produto padronizado, higiênico e de qualidade.

Os frutos de maxixe apresentam curta vida de prateleira, tornando-se amarelecidos e sem valor comercial (Silva et al., 2015; Silva, 2016). Assim, torna-se importante que a realização de estudos que busquem apontar condições de armazenamento que permitam estocar essa hortaliça por um período sem comprometer a sua qualidade, uma vez que existem poucas informações acerca de métodos de conservação pós-colheita para maxixes. Dessa forma, o

presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência das condições de armazenamento sobre a vida pós-colheita de maxixes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório multidisciplinar do *Campus* de Barra - BA, da Universidade Federal do Oeste da Bahia. Os maxixes foram produzidos na área de produção de hortaliças do *Campus* de Barra - BA durante o período de 50 dias, seguindo recomendações de Filgueira (2008).

Posteriormente, os frutos foram colhidos e passaram pelo processo de seleção e padronização para eliminação daqueles com danos mecânicos, fisiológicos e microbiológicos. Os maxixes foram sanitizados através da imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100ppm por 20 minutos, com posterior secagem a temperatura ambiente, padronização e acondicionamento, conforme cada tratamento.

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições seguindo um esquema de parcelas subdivididas, sendo que as condições de armazenamento constituíram a parcela e os períodos de armazenamento as subparcelas, e cada unidade experimental foi composta por 4 frutos. Os fatores foram as condições de armazenamento (que envolveu embalagens e temperaturas) e os períodos de armazenamento. As condições de armazenamento foram: sem embalagem e armazenado a 10 °C, sem embalagem e armazenado a 25 °C, saco plástico (saco plástico de polietileno de baixa densidade) e armazenado a 10 °C, saco plástico e armazenado a 25 °C, bandeja de poliestireno revestida com PVC (cloreto de polivinil) e armazenado a 10 °C e bandeja de poliestireno revestida com PVC e armazenado a 25 °C. Os períodos de armazenamento foram de 0, 3, 6, 9 e 12 dias consecutivos. A umidade relativa (UR) foi de 80%, monitorada com Termohigrômetro.

Perda de massa fresca acumulada

Durante o armazenamento os frutos de maxixe foram pesados no momento da instalação do experimento (tempo 0) e a cada três dias até o término do período da vida de prateleira, estabelecido junto à análise visual. Os dados foram expressos em porcentagem, considerando a diferença entre a massa inicial e a massa obtida a cada intervalo de tempo. Os dados foram transformados em perda de massa fresca acumulada (Moretti, 2006).

Teor de pigmentos

O teor de clorofila foi avaliado na instalação do experimento (tempo 0) e a cada 3 dias. Foram retiradas cascas bem finas dos frutos num total de 0,3g das cascas que foi macerada em nitrogênio líquido (N_2) contendo 0,01 g de carbonato de cálcio e, em seguida, homogeneizadas com 5 mL de acetona 80% (v/v) por 1 minuto. A suspensão resultante será filtrada em papel filtro. O resíduo foi lavado três vezes em acetona a 80% e o volume final completado em balão volumétrico para 25 mL, com o mesmo solvente. Todo o processo de extração ocorreu sob penumbra. As absorvâncias dos extratos foram lidas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 470, 646,8 e 663,2 nm. As concentrações de clorofila a (C/a), clorofila b (C/b), carotenoides e pigmentos totais foram calculadas por meio da equação 3. As concentrações, bem como a metodologia de extração de pigmentos seguiram orientações conforme Lichtenthaler (1987).

Sólidos solúveis totais

Para realização das análises químicas, foram utilizadas 100 g de frutos previamente processados até a obtenção de suco pastoso. A partir deste, foram realizadas as análises de sólidos solúveis totais, pH e teor de acidez titulável.

A concentração de sólidos solúveis totais (SST) foi determinada com o auxílio de um refratômetro digital com compensação automática de temperatura com precisão de 0,1 % a 25 °C, foi adicionado sobre o leitor de 5 a 6 gotas do suco homogeneizado, e os resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

Acidez total titulável (ATT) e pH

A acidez total titulável foi determinada por titulometria de neutralização, com a adição de 50 mL de água em 10 g de polpa diluída, e posteriormente adicionou-se duas a três gotas de fenolftaleína a 1%. A titulação foi realizada com NaOH 0,1 N até a solução ficar totalmente rósea. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico (g ácido cítrico/100 g de frutos) (IAL, 2008).

O pH foi medido com pHmetro digital de bancada padronizado com soluções padrão de pH 4 e pH 7, diretamente pela imersão do eletrodo do pHmetro em 10 mL de suco do maxixe (IAL, 2008).

Para a determinação da relação de SST/ATT foram utilizados os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (% de ácido cítrico) de uma mesma amostra, dividindo-se os valores entre si.

Teor de vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo Método Balentine, onde a amostra foi homogeneizada e acrescentou-se 50 mL de água. Em seguida, adicionou-se 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20% e homogeneizou. Adicionou-se 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10 % e 1 mL da solução de amido a 1%. Titulou-se com solução de iodato de potássio 0,02 mol/L até coloração azul. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g do fruto (IAL, 2008; Tavares et al., 1999).

Análise visual

Foram avaliadas as lesões de injúrias por frio, aparecimento de manchas escuras, além do amarelecimento dos frutos. Os frutos foram avaliados de acordo com o seu estado de conservação utilizando-se notas de 1 a 5, em função do grau de severidade das lesões e notas de 1 a 5 de acordo com a intensidade da alteração na cor, conforme Silva (2012) com alterações.

O descarte ocorreu quando os frutos receberam nota 4 em relação a presença de manchas escuras e amarelecimento, pois não apresentavam mais viabilidade comercial. As bandejas que continham mais que 50% dos frutos amarelecidos, murchos, escuros ou com fungos foram considerados impróprios para comercialização, determinando o período do experimento.

A presença de manchas escuras nos frutos provocadas por danos aos tecidos foi avaliada conforme escala: nota 1 (ótimo) sem escurecimento, quando não apresentando manchas escuras; 2 (boa) levemente escurecidos, quando houver pequenas manchas escuras; 3 (regular) moderadamente escurecidos, quando apresentando manchas maiores; 4 (ruim) extremamente escurecidos, com manchas distribuídas por todo o fruto e; 5 (péssimo) completamente escurecidos, quando as manchas escuras ocuparem mais de 50% do fruto.

A análise visual dos frutos quanto à coloração foi realizada por ser um fator determinante a comercialização. As análises foram determinadas em uma escala de 1 a 5 conforme o grau de amarelecimento dos frutos, sendo: 1 (ótimo) frutos completamente frutos verde; 2 (boa) frutos verdes com leve início do amarelecimento; 3 (regular) frutos verde com intenso amarelecimento; 4 (ruim) frutos amarelo; 5 (péssimo) frutos amarelo com manchas escuras.



Os dados obtidos foram analisados por meio análise de variância e regressão, para comparar as médias entre os tratamentos utilizou-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. A escolha do modelo de regressão foi baseada na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste de t ao nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação (R^2) e no comportamento biológico em estudo. Em tais análises foi utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre as condições e o tempo de armazenamento sobre a atribuição de notas para

amarelecimento e escurecimento dos frutos de maxixe (Tabela 1).

Observou-se que aos 9 dias de armazenamento os frutos em todas as condições de armazenamento apresentavam-se verdes com início de amarelecimento, com exceção para aqueles armazenados sem embalagem à 25 °C, em que os frutos se encontravam com intenso amarelecimento. Ao final do período de armazenamento, os frutos acondicionados em bandeja de poliestireno + PVC armazenados a 10 °C apresentavam-se em boas condições de consumo (nota 2), quando comparado com as demais formas de armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1 - Interação entre as condições e o tempo de armazenamento sobre as notas de amarelecimento e escurecimento em frutos de maxixes (*Cucumis anguria*).

Condições de armazenamento	Nota amarelecimento**					DMS
	0 dias	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	
Sem embalagem 10 °C	1,0 Ac	2,0 Bb	2,0 Ab	2,0 Bb	3,0 Ba	0,53
Sem embalagem 25 °C	1,0 Ac	2,0 Bb	2,0 Ab	3,0 Aa	3,0 Bba	
Bandeja + PVC 10 °C	1,0 Ab	1,0 Ab	1,5 Aab	2,0 Ba	2,0 Ca	
Bandeja + PVC 25 °C	1,0 Ac	1,0 Ac	2,0 Ab	2,25 Bb	3,0 Ba	
Saco plástico 10 °C	1,0 Ac	1,0 Ac	2,0 Ab	2,0 Bb	4,0 Aa	
Saco plástico 25 °C	1,0 Ac	2,0 Bb	2,0 Ab	2,0 Bb	4,0 Aa	
DMS	0,56					
CV (%)	13,87					
Condições de armazenamento	Nota escurecimento**					DMS
	0 dias	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	
Sem embalagem 10 °C	1,0 Ad	2,0 Ac	2,0 Bc	2,5 Bb	3,0 Ba	0,27
Sem embalagem 25 °C	1,0 Ad	1,0 Bd	2,0 Bc	3,0 Ab	4,0 Aa	
Bandeja + PVC 10 °C	1,0 Ab	1,0 Bb	1,0 Cb	2,0 Ca	2,25 Ca	
Bandeja + PVC 25 °C	1,0 Ac	2,0 Ab	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Ba	
Saco plástico 10 °C	1,0 Ab	1,0 Bb	1,0 Cb	1,0 Db	3,0 Ba	
Saco plástico 25 °C	1,0 Ac	1,0 Bc	2,0 Bb	2,0 Cb	4,0 Aa	
DMS	0,28					
CV (%)	7,24					

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. DMS: diferença mínima significativa. CV (%): coeficiente de variação.

Os primeiros sinais de escurecimento dos frutos foram observados aos 3 dias de armazenamento nas condições sem embalagem a 10 °C e bandeja de poliestireno + PVC armazenados a 25 °C. As embalagens bandeja de poliestireno + PVC e saco plástico associadas ao armazenamento a 10 °C foram as mais eficientes em retardar o escurecimento dos frutos até os 6 e 9 dias de armazenamento, respectivamente. O acondicionamento em bandeja de poliestireno + PVC a 10 °C foi a condição que permitiu o retardamento do escurecimento dos frutos, sendo que ao 12 dias de armazenamento os frutos apresentavam-se em boas condições para consumo (Tabela 1).

Esses resultados evidenciam que a adoção de embalagens associadas à baixa temperatura reduzem o metabolismo e consequentemente, retardam os processos de degradação dos frutos. O uso da atmosfera modificada promove a preservação da qualidade de frutas e hortaliças, por contribuir para a redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando o seu aspecto comercial, bem como, aumentando a vida útil do produto durante a comercialização (Travassos et al., 2017; Vila, 2004; Cerqueira, 2012).

Além disso, vale ressaltar que, a vida útil das hortaliças também é afetada pela temperatura, uma vez que o ambiente refrigerado além de diminuir o processo de respiração, pode reduzir a ação das enzimas, a perda de água e a ação dos microrganismos que provocam deterioração, e assim, aumentar a vida de prateleira destes produtos (Cerqueira, 2012).

Nossos resultados se assemelham aos encontrados por Cerqueira (2012) e Arruda et al. (2004), estes constataram que embalagem de saco de polietileno e filme PVC, prologaram o período de conservação de pimentas-de-cheiro e raízes de beterraba, respectivamente. Além disso, é possível afirmar que armazenamento a 10 °C pode contribuir para redução da atividade metabólica e perda de água, favorecendo o aumento da vida útil pós-colheita dos maxixes.

Houve interação entre as condições e o período de armazenamento, foi observado um aumento da perda de massa acumulada ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos. Frutos de maxixe acondicionados em sacos plásticos a 10 °C as perdas de massa foram inferiores a 5% aos 12 dias de avaliação, sendo a condição mais eficiente na manutenção da massa fresca dos frutos. A maior perda de massa (aproximadamente 28%) foi observada no tratamento sem embalagem a 25 °C (Figura 1).

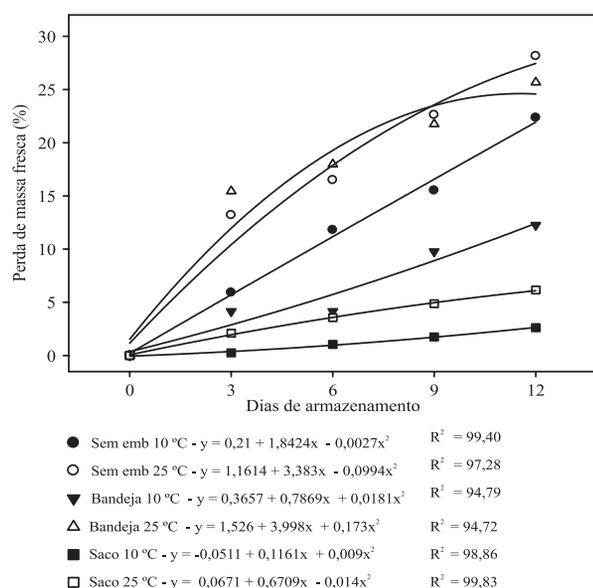


Figura 1 - Interação entre as condições e o tempo de armazenamento sobre as variações de perda de massa acumulada (%) de frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

A principal causa da perda de massa fresca de frutos e hortaliças é o processo de transpiração destes durante o armazenamento. A transpiração dos frutos não provoca apenas a perda de massa comercializável, mas também a perda de qualidade do produto (Brackmann et al., 2007; Silveira et al., 2015). Alguma perda de água pode ser tolerada, mas aquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas (Chitarra & Chitarra, 2005).

O uso de atmosfera modificada durante o armazenamento, promove decréscimo na velocidade da respiração, retardo na maturação e redução na deterioração de frutos e hortaliças, uma vez que, essa modificação na atmosfera é caracterizada pela formação de uma barreira artificial à difusão de gases em torno da hortaliça ou fruta, resultando numa redução do nível de O₂, aumento do nível de CO₂ e aumento do teor de vapor d'água (Machado et al., 2007), sendo possível constatar que a embalagem saco de polietileno proporcionou menor perda de massa das pimentas-de-cheiro armazenadas durante 12 dias (Cerqueira, 2012).

Ocorreu aumento do pH dos frutos de maxixe em todos os tratamentos ao longo de todo o período de armazenamento, sendo os maiores valores observados nos

frutos sem embalagem a 10 °C, e o acondicionamento em sacos plásticos e bandeja de poliestireno + PVC ambas a 10 °C, levaram a obtenção de pH inferior a 5,5 ao final do período de armazenamento (Figura 2). O pH do maxixe *in natura* fica em torno de 5,36 (Nascimento et al., 2011; Silveira et al., 2015). Dessa forma, é possível inferir que as embalagens saco plástico e bandeja + PVC foram eficazes na manutenção do pH dos frutos de maxixe, visto que os tratamentos sem embalagem, independente da temperatura de armazenamento apresentaram aumentos de pH ao longo do período de armazenamento. O aumento do pH e redução da acidez são característicos da senescência dos frutos e decorrentes do metabolismo de ácidos orgânicos (Pinheiro et al., 2005; Silveira et al., 2015).

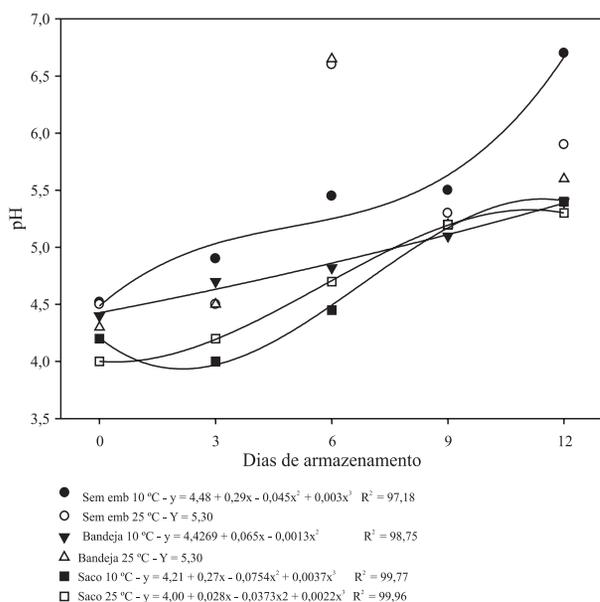


Figura 2 - Interação entre as condições e o tempo de armazenamento sobre as variações de pH de frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

Constatou-se efeito do tempo de armazenamento sobre os teores de sólidos solúveis dos frutos de maxixe, constatou-se uma redução na avaliação de 6 dias, e posteriormente, um acréscimo nos últimos dias de armazenamento (Figura 3). Também, observou-se efeito das condições de armazenamento, e quando acondicionados sem embalagem a 10 °C e em bandeja + PVC a 10 °C foram obtidos maiores teores de sólidos solúveis (Tabela 2).

Existe uma tendência de aumento no teor dos sólidos solúveis com o avanço da maturação em função da biossíntese, degradação dos polissacarídeos ou, ainda, pela perda excessiva de água dos frutos, o que promove

o acúmulo dos mesmos (Chitarra e Chitarra, 2005), em pimentas-de-cheiro armazenadas em sob atmosfera modificada mesmo sob resfriamento houve incremento nos teores de sólidos solúveis totais atribuído ao processo de maturação (Cerqueira, 2012).

Houve efeito significativo do tempo de armazenamento sobre o teor de vitamina C nos frutos de maxixe, sendo observado redução dos teores após os 6 dias de armazenamento (Figura 4). O teor de vitamina C diferiu conforme as condições de armazenamento, sendo que os frutos de maxixe armazenados sem embalagem 10 °C apresentaram a maior teor de vitamina C, evidenciando a eficiência da temperatura em reduzir a atividade enzimática e consequentemente, retardar a diminuição dos teores de vitamina C nos maxixes (Tabela 2).

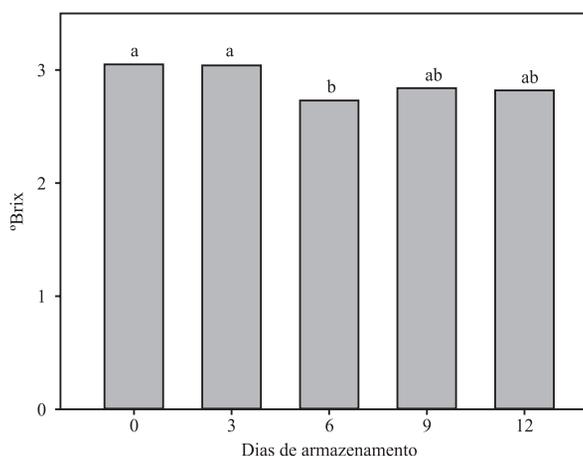


Figura 3 - Efeito do tempo de armazenamento sobre o °Brix em frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

A vitamina C é sensível aos agentes físico-químicos, como luz, oxigênio, temperatura e períodos prolongados de armazenamento, fatores que aceleram sua perda (Brackmann et al., 2011; Andrade Júnior et al., 2016).

Corroborando com os resultados aqui apresentados, em estudo com frutos de morango de diferentes cultivares apresentaram houve redução nos teores de vitamina C após 12 dias de armazenamento em câmara fria (Cerqueira, 2012). Esta redução ocorre devido à alta atividade da enzima ácido ascórbico oxidase e à menor capacidade de sintetizar esse ácido durante o período pós-colheita (Paraskevopoulou-Paroussi & Vassilakakis, 1995; Calegari et al., 2002; Brackmann et al., 2011; Andrade Júnior et al., 2016).

Tabela 2 - Efeito das condições de armazenamento sobre as variações de °Brix, Acidez Total Titulável – ATT (%), vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g do fruto), clorofilas totais (mg/kg Massa Fresca) e carotenóides em frutos de maxixes (mg/kg Massa Fresca) (*Cucumis anguria*).

Condições de armazenamento	°Brix**	ATT (%) ^{ns}	Vitamina C (%)**	Clorofilas totais ^{ns}	Carotenóides ^{ns}
Sem embalagem 10 °C	3,17 a	0,31 a	8,7 a	944,54 a	278,18 a
Sem embalagem 25 °C	2,84 bc	0,32 a	7,6 b	892,80 a	265,58 a
Bandeja + PVC 10 °C	3,01 ab	0,31 a	6,4 c	1312,08 a	325,30 a
Bandeja + PVC 25 °C	2,90 bc	0,32 a	5,7 c	1218,31 a	236,93 a
Saco plástico 10 °C	2,86 bc	0,33 a	4,8 d	1191,12 a	241,85 a
Saco plástico 25 °C	2,62 c	0,32 a	3,5 e	1075,06 a	198,44 a
DMS	0,27	0,09	6,9	431,23	137,69
CV (%)	10,41	21,23	12,39	32,34	28,00

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. DMS: diferença mínima significativa. CV (%): coeficiente de variação.

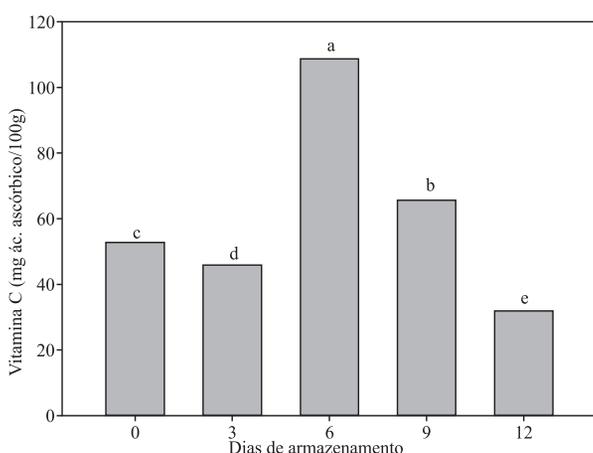


Figura 4 - Efeito do tempo de armazenamento sobre o teor de vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g do fruto) em frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

Não houve diferença significativa entre as condições de armazenamento sobre a acidez total titulável dos frutos de maxixe (Tabela 2). Contudo, constatou-se efeito do tempo de armazenamento, onde foi observado o menor teor de ácido cítrico a partir no 12º dia de avaliação (Figura 5). Podemos atribuir a redução observada nos teores de ácido cítrico nos maxixes ao processo natural de amadurecimento dos frutos, uma vez que o teor dos ácidos orgânicos tendem a diminuir nessa fase, em função da conversão dos ácidos em açúcares ou pelo processo de respiração, visto que na fase de amadurecimento há maior demanda

energética devido ao aumento do metabolismo (Brody, 1996; Chitarra & Chitarra, 2005; Lemos, 2006).

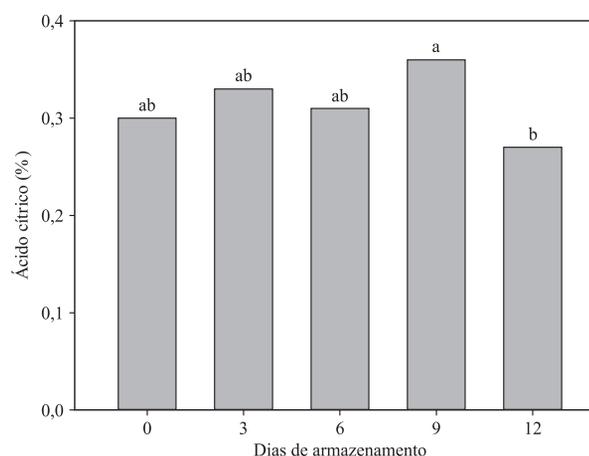


Figura 5 - Efeito do tempo de armazenamento sobre a acidez total titulável (% de ácido cítrico) em frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

Não foram observadas diferenças significativas das condições de armazenamento sobre os teores de clorofilas totais e carotenóides, entretanto, quando adotado uma embalagem, houve uma tendência de aumento nos teores de clorofilas (Tabela 2). Resultados similares foram encontrados por Pariasca et al. (2001) onde não constataram efeito da atmosfera modificada nem da baixa temperatura sobre os teores de clorofilas de frutos de quiabo.



Contudo, observou-se redução significativa nos teores de clorofilas totais a partir do 9º dia (Figura 6), bem como, foi possível verificar aumento expressivo nos teores de carotenóides nos últimos dias de armazenamento (Figura 7). Nossos resultados corroboram com os encontrados por Cerqueira (2012), Mota et al. (2010) e Pereira et al. (2008) observaram redução dos teores de clorofila total ao longo do armazenamento em pimentade-cheiro, quiabo e pimenta, respectivamente.

As diferenças aparentes na cor do vegetal são devido à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados, como os carotenóides, os quais estão em associação com as clorofilas (Von Elbe, 2000). Clorofilas mascaram a aparência de feições espectrais dos pigmentos amarelos. Entretanto, quando o conteúdo de clorofila diminui, os pigmentos amarelos tendem a ser dominantes (Chitarra & Chitarra, 2005).

A qualidade dos frutos de maxixe também está fortemente relacionada à aparência, e a clorofila é o pigmento responsável pela coloração verde, a qual durante o armazenamento é degradada, enquanto há síntese ou revelação de outros pigmentos como β -caroteno, licopeno, xantofila e antocianina, dependendo do vegetal (Chitarra & Chitarra, 2005). A coloração é de grande importância para a comercialização, visto que o consumidor analisa a princípio, a aparência dos frutos. O amarelecimento ao final do desenvolvimento é devido à senescência deles, onde a degradação da clorofila possibilitou que os pigmentos amarelos ficassem aparentes.

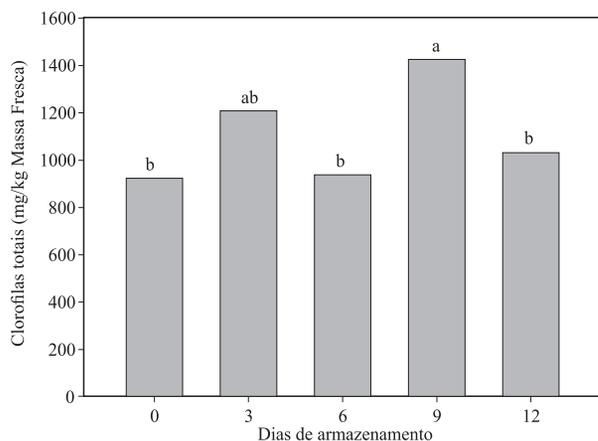


Figura 6 - Efeito do tempo de armazenamento sobre o teor de clorofilas totais (mg/kg Massa Fresca) em frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

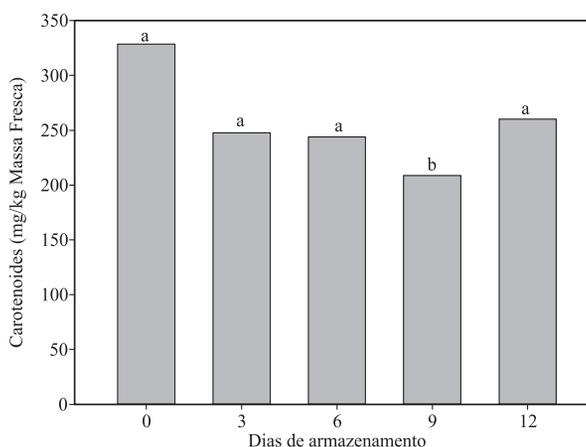


Figura 7 - Efeito do tempo de armazenamento sobre o teor de carotenóides (mg/kg Massa Fresca) em frutos de maxixe (*Cucumis anguria*).

CONCLUSÕES

Os frutos de maxixe acondicionados em bandeja de poliestireno + PVC 10 °C e em saco plástico a 10 °C foram eficientes em retardar o amarelecimento, o escurecimento e a perda de massa durante o armazenamento.

O acondicionamento do maxixe em sacos plásticos e bandeja de poliestireno + PVC ambas a 10 °C proporcionaram pH ácido ao final do período de armazenamento.

As embalagens estudadas, quando associadas à baixa temperatura de armazenamento, mostraram-se eficientes em retardar a redução nos teores de vitamina C nos frutos de maxixe.

Os teores de pigmentos não foram influenciados pelas condições de armazenamento, entretanto, o período de armazenamento ocasionou reduções nos teores de clorofilas e incrementos nos de carotenóides.

LITERATURA CITADA

- ÁLVARES, V.S. *Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsa*. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia). Viçosa, MG, 2006. 161p.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; GUIMARÃES, A.G.; AZEVEDO, A.M.; PINTO, N.A.V.D.; FERREIRA, M.A.M. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. *Horticultura Brasileira*, v. 34, n. 3, p. 405-411, 2016.

- ARRUDA, M.C.; BLAT, S.F.; OJEDA, R.M.; CALIXTO, M.C.; TESSARIOLI NETO, J. Conservação de raízes de beterraba cv. early wonder sob atmosfera modificada. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 10, n. 2, p. 255-257, 2004.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H. Indução da perda de massa fresca e a ocorrência de distúrbios fisiológicos em maçãs ‘Royal Gala’ durante o armazenamento em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 32, n. 2, p. 87-92, 2007.
- BRACKMANN, A.; PAVANELLO, E.P.; BOTH, V.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; GIMÉNEZ, G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. *Revista Ceres*, v. 58, p. 542-547, 2011.
- BRODY, A.L. *Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y vacío*. Zaragoza: Acribia. 1996. 220p.
- CALEGARO, J.J.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 1049-1055, 2002.
- CERQUEIRA, A.P. *Conservação pós-colheita de pimentas-de-cheiro (capsicum chinense) armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeração*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Gurupi, TO: UFT, 2012. 51p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2 ed., Lavras: Ed UFLA. 2005. 785p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, M.D. *Redução nas perdas pós-colheita em frutas e hortaliças: Um grande desafio*. Embrapa Instrumentação - Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2017. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1084319>> Acesso em 18/07/2019.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV. 2008. 421p.
- GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. *Global Food Losses and Food Waste Section*. In: International Congress “Save Food!” at Interpack 2011, Düsseldorf, Germany. FAO, Rural Infrastructure and Agro-Industries Division. 2011. 29p.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. *The comercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Washington: U.S. Department Agriculture. 1986. 130p. (Handbook, 66).
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Ed. Digital. 2008.
- KALBASI-ASHTARI, A. *Effects of post-harvest pre-cooling processes and cyclical heat treatment on the physico-chemical properties of “Red Haven Peaches” and “Shahmavch Pears” during cold storage*. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, 6, July. 2004.
- LEMONS, O.L. *Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Vitória da Conquista, BA: UESB, 2011. 141p.
- LICHTENTHALER, H.K. *Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes*. In: Douce, R., Packer, L. (Ed.). *Methods in enzymology*. New York: Academic. 1987. p. 350-382.
- MACHADO, N.P.; COUTINHO, E.F.; CAETANO, E.R. Embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jaboticabas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 1, p. 166-168, 2007.
- MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; CECON, P.R.; SILVA, D.J.H.; CORRÊA, P.C.; FIRME, L.P.; MIZOBUTSI, G.P. Conservação e qualidade pós-colheita de quiabo sob diferentes temperaturas e formas de armazenamento. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 7-11, 2010.
- MORETTI, C.L. *Protocolos de avaliação de qualidade química e física de tomate*. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. Comunicado técnico 32. 2006.12p.
- NASCIMENTO, A.M.C.B.; NUNES, R.G.F.L.; NUNES, L.A.P.L. 2011. Elaboração e avaliação química, biológica e sensorial de conserva de maxixe (*Cucumis anguria* L.). *Revista ACTA Tecnológica - Revista Científica*, v. 6, n. 1, p. 123-136, 2011.
- OLIVEIRA, L.S. *Efeito do hidrofresamento, da temperatura e da rehidratação na conservação pós-colheita de coentro*. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Viçosa, MG: UFV, 2012. 67p.
- PARASKEVOPOULOU-PARAUSSI, G.; VASSILAKAKIS, M. Effects of temperature, duration of cold storage and packing on postharvest quality of strawberry fruit. *Acta Horticulture*, v. 379, p. 337-344, 1995.
- 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.
- PEREIRA, J.M.A.T.K.; MINIM, V.P.R.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M.C.D.; SOARES, N.F.F.; MORETTI, C.L.; VIEIRA, J.V. Qualidade físico-química de mini-cenouras revestidas. *Revista Ceres*, v. 55, n. 6, p. 537-542, 2008.
- PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; LIMA, L.C. Influência do CaCl_2 sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. pérola. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 1, p. 32-36, 2005.
- PRATES, M.F.O.; ASCHERI, D.P.R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. *Boletim do CEPPA*, v. 29, n. 1, p. 21 – 32, 2011.
- SILVA, F.C. *Utilização de permanganato de potássio na conservação pós-colheita de maxixe*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Viçosa – MG: UFV, 2012. 41p.
- SILVA, F.C. *Crescimento e alterações fisiológicas pós-colheita em frutos de maxixe (Cucumis anguria)*. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Viçosa, MG: UFV, 2016. 91p.
- SILVA, F.C.; RIBEIRO, W.S.; FRANÇA, C.F.M.; ARAÚJO, F.F. Action of potassium permanganate on the shelf-life of *Cucumis anguria* fruit. *Acta Horticulturae*, v. 1071, p. 105-111, 2015.
- SILVEIRA, P.T.S.; SILVA, N.M.C.; REIS, M.F.T.; LANDIM, L.B.; AQUINO, A.A. Qualidade pós-colheita do maxixe (*cucumis anguria* L.) revestido com amido de milho adicionado do extrato de própolis. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 9, n. 2, p. 1888-1899, 2015.
- TAVARES, J.T. DE Q.; SANTOS, C.M.; DE CARVALHO, L.A.; DA SILVA, C.L. Determinação volumétrica de ácido ascórbico pelos métodos de Tilmans e Balemtime. *Magistra*, v. 7, p. 1-8, 1999.
- TRAVASSOS, A. P.; SILVA, E. N.; CRUZ, R. R. P.; SOARES, C. R. D. M.; MACÊDO, J. F. S.; RIBEIRO, W. S. Hidroresfriamento na conservação pós-colheita de cebolinha. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 7, n. 2, p. 46-51, 2017.
- VILA, M.T.R. *Qualidade pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca*. Dissertação (Mestrado). Lavras, MG: UFLA, 2004. 66p.
- VON ELBE, J.H. Colorantes. In: Fennema, O.W. *Química de los alimentos*. 2.ed. Zaragoza: Wisconsin – Madison Cap.10, p.782-799. 2000.
- YOKOYAMA, S.; SILVA JÚNIOR, A. A. Maxixe: uma hortaliça pouco conhecida. *Agropecuária Catarinense*, v. 1, n. 3, p. 12-13, 2000.

Recebido para publicação em 14/10/2019, aprovado em 07/05/2020 e publicado 30/07/2020.