

Frutos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) submetidos a diferentes temperaturas de armazenamento: estabilidade de pigmentos durante a pós-colheita

RESUMO

Girlana Amorim Santanagirlanaamorim@hotmail.com

Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos,
Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

Jussimara Barros de Oliveiramarah_disc@hotmail.com

Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos,
Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

Leandro Soares Santosleosoaessantos@yahoo.com.br

Departamento de Tecnologia Rural e Animal,
Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

Márcia Soares Gonçalvesmarcia_goncalves08@hotmail.com

Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos,
Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

Marília Viana Borgesmarilia_engali@gmail.com

Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos,
Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

Marcondes Viana da Silvamviana@hotmail.com

Departamento de Ciências Exatas e
Naturais, Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil.

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma hortaliça bastante cultivada no norte e nordeste do Brasil, sendo muito apreciada na culinária tradicional. Dentre os atributos para a escolha do fruto, a cor verde da casca apresenta-se como atributo de boa qualidade e constitui o primeiro critério utilizado pelo consumidor para sua aceitabilidade. O trabalho teve como objetivo, avaliar a estabilidade de pigmentos de frutos de maxixe ao longo do período pós-colheita, armazenados sob refrigeração e em temperatura ambiente, ambas controladas. O fruto foi armazenado sacos embalagens de polietileno (PEBD) e mantidos em temperatura controlada a 24 °C e 4 °C (± 2 °C). Foram analisados parâmetros de cor, perda de massa e pigmentos (clorofilas e carotenoides totais) pelo período de 8 dias de armazenamento. As análises foram realizadas em cinco períodos (0; 2; 4; 6 e 8 dias de armazenagem). Os resultados apontaram que os frutos de maxixe armazenados a 4 °C apresentam melhor conservação da qualidade ao longo do período pós-colheita, enquanto que os frutos armazenados à temperatura de 24 °C apresentaram maior senescência, caracterizado por um aumento gradual da perda de cor e de massa.

PALAVRAS-CHAVE: armazenamento; carotenoides; clorofila; colorimetria.

INTRODUÇÃO

O maxixeiro (*Cucumis anguria* L.) é uma cucurbitaceae que reúne cerca de 118 gêneros e 825 espécies de plantas. Destaca-se por apresentar algumas características botânicas tais como, haste rastejante, herbáceas ou lenhosas, perenes ou anuais, com tubérculos subterrâneos ou superficiais que se formam pelo intumescimento do hipocótilo. Nessa família estão incluídas, o maxixe, a abóbora, o melão, a melancia, a bucha, a cabaça, a abobrinha, o pepino e dentre outras. A maioria de grande importância econômica SCHAEFFER e RENNEN (2011).

Para o maxixe, a cor verde da casca apresenta-se como atributo de boa qualidade. Desse modo, os consumidores relacionam a cor com a qualidade máxima do produto. Ademais, a cor verde dos vegetais se deve à presença das clorofilas “a” e “b”; a perda desta cor resulta da degradação estrutural destes fitoquímicos, induzidas pelas variações do pH, resultantes da biossíntese de ácidos orgânicos, pelo metabolismo oxidativo, atividade das enzimas, clorofilases lipoxigenase e peroxidase, os quais podem estar indiretamente relacionadas a degradação da clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2009).

De acordo com Schoefs (2002), as clorofilas são estruturalmente instáveis e sensíveis à luz, aquecimento, oxigênio e à degradação química. Dentre os parâmetros físicos a coloração e um dos principais indicadores de qualidade em frutas e hortaliças (KAYS & PAULL, 2004). Enquanto que a oxidação e isomerização geométrica são as principais causas de degradação dos carotenoides durante o processamento e armazenamento. A ocorrência dessas reações atribui-se a sua alta insaturação molecular, resultando no comprometimento dos atributos sensoriais dos alimentos e a atividade biológica destes compostos (RODRIGUES & RODRIGUEZ-AMAYA, 2009).

Na literatura estão disponíveis vários estudos explorando a estabilidade de clorofilas e carotenoides em uma ampla variedade de vegetais (ZHANG *et al.*, 2011; BARRETT & LLOYD 2012; PERUCKA, OLSZÓWKA, CHILCZUK 2013; COLLE *et al.*, 2016). Entretanto, são limitados os estudos explorando a estabilidade desses pigmentos na pós-colheita do maxixe relacionando o efeito da temperatura, com o intuito de ampliar o tempo consumo dessa hortaliça. Ademais, destaca-se que os atributos de cor são limitantes para aquisição de frutas e hortaliças pelos consumidores.

Silveira *et al.* (2015) avaliaram a conservação do maxixe utilizando revestimento de amido de milho adicionado do extrato de própolis, ao final do quinto dia observaram um acentuado murchamento nos frutos, resultante de uma perda de massa superior a 35%. Os autores concluíram que o extrato de própolis é um efetivo bactericida. Entretanto, não foi eficiente em retardar a senescência dos frutos estudados.

Por tratar-se de uma hortaliça de alta perecibilidade pós-colheita, torna-se necessário o estudo de temperaturas de armazenamento, que permitam uma melhor conservação para ampliação e manutenção do maxixe nos mercados nacionais, preservando principalmente os teores dos pigmentos, clorofila e carotenoides.

Pelo exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a estabilidade de pigmentos de frutos de maxixe ao longo do período pós-colheita, armazenadas sob refrigeração e em temperatura ambiente, ambas controladas.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) utilizados neste experimento foram adquiridos aleatoriamente em feira livre no município de Itapetinga (BA) no mês de novembro de 2012. Imediatamente foram conduzidos ao laboratório do Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

PREPARO DAS AMOSTRAS

Os frutos do maxixe foram selecionados pelo tamanho e firmeza da cor. Posteriormente retiram-se as sujidades com lavagem em água corrente (terra e fragmentos de folha), descartando-se os frutos danificados. Os frutos selecionados foram acondicionados em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), fechados, dispostos em recipiente de plástico e armazenados sob temperatura controlada a 24 °C e 4 °C (± 2 °C). Cada tratamento (temperaturas de 24 e 4 °C, avaliadas durante cinco períodos de armazenamento) foi composto por três frutos, constituindo nove frutos por dia, totalizando ao final do experimento 90 frutos. Do total dos frutos, 45 foram armazenados a 4 °C e 45 em ambiente climatizado para 24 °C com o auxílio de aparelho de ar-condicionado (split-ELGIN). As análises foram realizadas no primeiro dia após a aquisição dos frutos, denominada de T_{zero} (dia da aquisição) e em diferentes estádios de maturação, com intervalos de dois dias.

ANÁLISES DAS AMOSTRAS

Parâmetros de cor

As alterações da coloração da epiderme das hortaliças foram acompanhadas através de colorímetro Color Quest XE (HUNTERLAB, Virgínia, Estados Unidos) de acordo com McGuire (1992). Foram obtidas as coordenadas colorimétricas L^* , que indicam a luminosidade do produto, e que varia de (0-100) claro a escuro; a^* , que indica o eixo da cor, variando de verde (-) para vermelho (+); e b^* , que indica o eixo da cor, variando de azul (-) para amarelo (+). As medições foram realizadas em dois pontos equidistantes na parte equatorial externas das hortaliças. Realizou-se em primeiro momento essa análise, por ser um procedimento não destrutivo dos frutos.

Determinação da perda de massa

Essa avaliação foi determinada por metodologia descrita por Silveira *et al.* (2015), um fruto foi acondicionado em embalagem PEBD, para cada temperatura de armazenamento e disposto sobre uma placa de Petri. A perda de massa foi avaliada pela diferença entre a massa inicial do fruto e aquela obtida ao final de cada tempo de acondicionamento, utilizando-se balança analítica (Shimadzu-AUX

220). Os valores foram expressos em porcentagem e calculados conforme a equação 1:

$$\text{Perda de massa}(\%) = \frac{(\text{massa inicial} - \text{massa final})}{\text{massa inicial}} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Determinações de clorofilas e carotenoides totais

Preparo das amostras para análises

Foram utilizados apenas as cascas do maxixe, sendo a polpa descartada. A casca foi triturada e homogeneizada em processador (Phillips RI 2035) para obtenção de uma mistura de consistência pastosa.

Determinação de clorofilas por espectrofotometria

A avaliação do teor de clorofilas foi realizada de acordo com o método proposto por Porra *et al.* (1989). Foram utilizados 5 g de casca de maxixe, extraídas com 15 mL de acetona 80%. Todos os procedimentos foram realizados em tempo não superior a 10 minutos, com a mínima exposição à luz e ao oxigênio. Após agitação, as suspensões foram centrifugadas a 8961 g por 15 minutos. As absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro (Shimadzu UV mine 1240) em diferentes comprimentos de onda (663,6; 646,6 e 750,0 nm). Os resultados foram expressos em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de maxixe em base seca, utilizando os coeficientes de absorvidade molar e o comprimento de onda máximo através das seguintes equações:

$$\text{Clorofila a} = 13,71 \times \text{abs}^{663,6\text{nm}-750,0\text{nm}} - 2,85 \times \text{abs}^{645,6-750,0\text{nm}} \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\text{Clorofila b} = 22,39 \times \text{abs}^{646,6\text{nm}-750,0\text{nm}} - 5,42 \times \text{abs}^{663,6\text{nm}-750,0\text{nm}} \quad \text{Eq. (3)}$$

$$\text{Clorofila a e b} = 19,54 \times \text{abs}^{646,6\text{nm}-750,0\text{nm}} + 8,29 \times \text{abs}^{663,6\text{nm}-750,0\text{nm}} \quad \text{Eq. (4)}$$

Determinação de carotenoides totais

Para determinação dos carotenoides foi adotado o procedimento proposto por Kimura & Rodriguez-Amaya (2003). A absorvância foi medida em espectrofotômetro (Shimadzu UV mine 1240) a 450 nm. Para quantificação dos carotenoides totais foi utilizada a seguinte expressão:

$$\text{Carotenoides}(\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}) = \frac{A \times \text{volume (mL)} \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times \text{peso da amostra(g)}} \times 100 \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

$A_{450\text{mm}}$ = absorvância; Volume (mL) = volume total do extrato (50 mL);

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$ = coeficiente de absorvância molar do β -caroteno em éter de petróleo = 2592.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, no arranjo fatorial 2x5, correspondendo a dois tipos de armazenamento (4 °C e 24 °C) e cinco períodos de análises (0, 2, 4, 6 e 8 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com aplicação do teste de Tukey a 5 % de probabilidade e expressos em média \pm desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS DE COR

A casca do maxixe apresenta tonalidade de coloração verde e à medida que amadurece torna-se amarelada. Quando avaliado o parâmetro luminosidade (L) com valores que vão de 0 (preto) a 100 (branco), os resultados encontrados para o maxixe, nos cinco períodos de análise (8 dias de estocagem) e armazenados a temperaturas de 24 e 4 °C, variaram entre 64,9 e 56,5 (Tabela 1), isto indica que sua coloração se apresentou no intermédio entre o claro e escuro, não ocorrendo diferença na luminosidade do maxixe durante os cinco períodos de análise (8 dias de armazenamento) para as duas temperaturas avaliadas.

Tabela 1. Análise de cor do maxixe durante o tempo de armazenamento (TA) por meio das coordenadas L*, a* e b*.

TA dias)	L*		a*		b*	
	Temperatura de armazenamento (°C)					
	24	4	24	4	24	4
0	64,20 \pm 2,15 ^{aA}	64,2 \pm 2,15 ^{aA}	-9,36 \pm 0,76 ^{aA}	-9,43 \pm 0,76 ^{aA}	34,94 \pm 2,39 ^{aA}	34,94 \pm 2,39 ^{bA}
2	64,90 \pm 3,29 ^{aA}	56,5 \pm 2,15 ^{aB}	-7,40 \pm 1,77 ^{abA}	-8,80 \pm 1,62 ^{aA}	34,76 \pm 0,14 ^{aA}	36,00 \pm 1,9 ^{abA}
4	63,60 \pm 2,24 ^{aA}	64,7 \pm 4,73 ^{aA}	-5,28 \pm 1,89 ^{bcA}	-9,10 \pm 0,69 ^{aA}	42,10 \pm 1,95 ^{aA}	35,51 \pm 1,41 ^{bb}
6	58,50 \pm 2,29 ^{aA}	57,0 \pm 1,95 ^{aA}	-3,57 \pm 2,39 ^{cA}	-9,35 \pm 0,41 ^{ab}	42,50 \pm 4,35 ^{aA}	36,62 \pm 2,79 ^{abA}
8	63,70 \pm 5,01 ^{aA}	60,2 \pm 3,00 ^{aA}	-0,12 \pm 2,73 ^{dA}	-7,10 \pm 2,19 ^{ab}	38,37 \pm 3,92 ^{aA}	41,39 \pm 0,77 ^{aA}

NOTA: *Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (mesma coluna) e maiúsculas (mesma linha), não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

As tonalidades das amostras não apresentam limites numéricos específicos, porém toma-se como referência o valor de 60 unidades de cor, cromaticidade (a^* e b^*). Valores positivos de a^* indicam uma coloração mais próximas da cor vermelha e valores negativos indicam colorações mais próximas do verde, já para a cromaticidade b^* valores positivos são tonalidades que vão em direção ao amarelo e valores negativos em direção ao azul. Tais definições são percebidas nos resultados encontrados para o maxixe. Para a coordenada a^* todos resultados apresentaram valores negativos variando entre -9,36 a -0,12 esses valores indicam a presença da coloração verde, porém é possível observar que com o tempo de armazenamento, para o maxixe armazenado a 24 °C, a coloração verde torna-se menos intensa com alteração significativa em sua tonalidade (Tabela 1). É possível perceber também diferença na intensidade da cor verde presente no maxixe, entre as duas temperaturas de armazenamento no 4º e 5º período de análise indicando, portanto, a temperatura de 4 °C como a mais recomendada para a manutenção da cor verde ao fruto por um período mais prolongado.

Para a coordenada b^* foi possível verificar maior degradação da cor verde apenas no maxixe armazenado a temperatura de 4 °C. Isto não indica que sua coloração foi diferente das amostras avaliadas a 24 °C pois, não foi verificado diferenças na coloração entre as duas temperaturas avaliadas até o último período de análise (8 dias de armazenamento). Tal resultado pode ser explicado pela heterogeneidade das amostras avaliadas.

Geralmente, os frutos de maxixe são colhidos ainda imaturos, com coloração verde, onde o fruto se torna mais atrativo ao paladar (MEDEIROS *et al.* 2010; LANA *et al.*, 2011). Desse modo, a avaliação do tempo de estocagem se faz necessária a fim de determinar o melhor período de consumo deste fruto que apresenta curto período pós-colheita (SILVA *et al.*, 2015). O pigmento responsável pela coloração verde é a clorofila, a qual é degradada com o amadurecimento, enquanto ocorre há síntese ou revelação de outros pigmentos como β - caroteno, licopeno, xantofila e antocianina, dependendo do vegetal (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A alteração da coloração verde para o amarelo em frutos do maxixeiro é um indicativo da senescência (SILVA, 2016).

Os frutos de maxixe, são classificados como não climatéricos com base no comportamento respiratório e de produção de etileno (SILVA, 2016). É produzida de forma não convencional, em algumas regiões do Brasil exerce grande influência na alimentação, pelas suas propriedades medicinais, tais como, ação emoliente, anti-helmíntica, anti-hemorroidal, antiemética e laxativa, além de evitar doenças na próstata por ser rico em zinco, podendo ajudar na redução do colesterol (BRASIL, 2004).

Sua forma de consumo na região Nordeste está associada à culinária tradicional regional, onde o fruto é cozido com outros ingredientes, originando o prato típico denominado “maxixada”. Apesar de não ser habitual, essa hortaliça também pode ser consumida *in natura* na forma de salada tendo sua maior potencialidade no segmento de consumo em conserva na forma de picles (OLIVEIRA, SILVA, OLIVEIRA *et al.*, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2011).

PERDA DE MASSA

O comportamento da perda de massa dos frutos do maxixe armazenado sob temperatura controlada está apresentado na Figura 1. Observa-se que a perda de massa dos frutos armazenados a 24 °C foi bastante elevada quando comparada com os frutos armazenados à 4 °C. Os frutos armazenados em temperatura ambiente alcançaram uma perda de 80,8 % no 3º período de análise, correspondente a 4 dias de armazenamento, essa perda foi decorrente, provavelmente, das altas taxas de transpiração e respiração resultantes da alteração do metabolismo fisiológico, pela perda de água do fruto para o ambiente. Já os frutos armazenados a 4 °C obtiveram uma perda de 32,9 %.

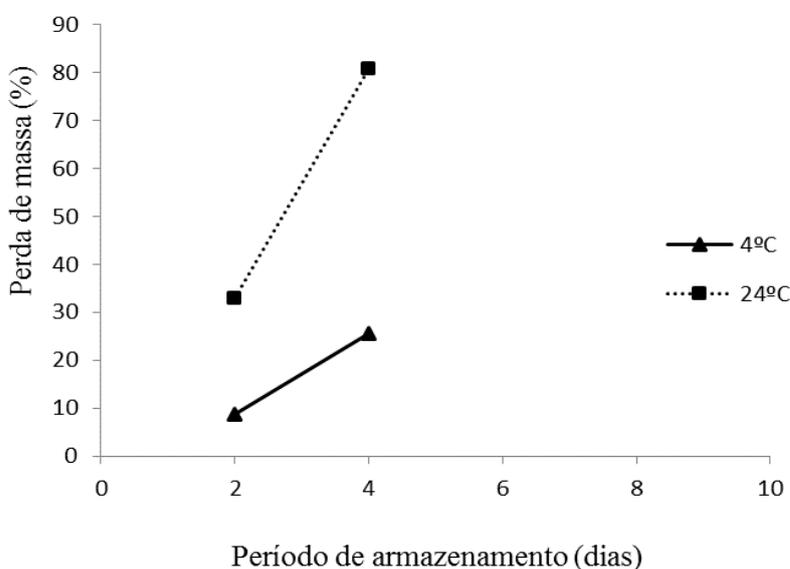


Figura 1 - Perda de massa dos frutos dos maxixes armazenados sob temperatura controlada avaliados em 3 períodos de análise (0, 2 e 4).

A perda de massa só foi possível ser determinada até o quarto dia, pois os frutos armazenados a temperatura de 24 °C, apresentavam-se em condições inadequadas para prosseguimento da análise.

Frutos acondicionados a 24 °C e baixa umidade relativa podem apresentar perda de massa elevada. A perda de massa total pós-colheita dos frutos é resultado do somatório da perda de água pela transpiração e perda de matéria seca devido à atividade respiratória (FINGER; VIEIRA, 1997; LAZAN; ALI, 1993).

A menor perda de massa para os frutos armazenados a 4 °C deve-se, provavelmente, aos efeitos conjugados da temperatura de armazenamento associado à embalagem e à modificação da atmosfera no seu interior, que, propiciou um retardo na atividade respiratória dos frutos, evitou a formação de um grande déficit de pressão de vapor e, conseqüentemente, a perda de água pelo produto (MATTIUZ *et al.*, 2004).

DETERMINAÇÃO DE CLOROFILAS

Observou-se que com a evolução da maturação, independente da temperatura em que os maxixes foram armazenados, o conteúdo de clorofila total diminuiu, porém apenas as amostras armazenadas à temperatura de 24 °C apresentaram degradação significativa deste pigmento. Isto indica que temperaturas de refrigeração são mais indicadas para retardar a senescência do maxixe, conservando suas características principalmente de cor, conferida pela presença da clorofila, e dando possibilidade de maior período de armazenamento a este fruto.

Tabela 2. Teores de clorofilas a, b e total do maxixe durante o tempo de armazenamento (TA) em duas temperaturas de estocagem.

TA (dias)	Clorofila a ($\mu\text{g.g}^{-1}$)		Clorofila b ($\mu\text{g.g}^{-1}$)		Clorofila Total ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	
	Temperatura de armazenamento ($^{\circ}\text{C}$)					
	24	4	24	4	24	4
0	3,85±0,3 ^{abA}	3,79±0,3 ^{aA}	1,42±0,29 ^{aA}	1,41±0,29 ^{aA}	5,27±0,05 ^{aA}	5,27±0,05 ^{aA}
2	3,09±0,57 ^{abA}	3,68±1,45 ^{aA}	1,43±0,28 ^{aA}	1,49±0,52 ^{aA}	4,53±0,85 ^{abA}	5,16±1,96 ^{aA}
4	4,64±2,23 ^{aA}	3,15±0,16 ^{aA}	1,52±0,54 ^{aA}	1,36±0,09 ^{aA}	5,27±2,05 ^{aA}	4,44±0,24 ^{aA}
6	2,80±0,48 ^{abA}	3,11±0,17 ^{aA}	1,44±0,37 ^{aA}	1,25±0,08 ^{aA}	4,27±0,84 ^{abA}	4,46±0,09 ^{aA}
8	1,61±0,38 ^{ba}	2,28±0,39 ^{aA}	0,93±0,19 ^{aA}	0,99±0,17 ^{aA}	2,55±0,57 ^{ba}	3,30±0,56 ^{aA}

NOTA: *Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (mesmas colunas) e maiúsculas (mesmas linhas), não diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

O processo de degradação da clorofila está associado não só a alterações dos ácidos e do pH, como também ao aumento dos processos oxidativos (WILLS *et al.*, 1981). A perda do pigmento verde está relacionada à clivagem oxigenolítica do macrociclo porfirínico do feoforbídeo, e posterior redução na intensidade fluorescente do catabólito da clorofila. Este processo envolve a ação de duas enzimas, a *redutase da via dependente da ferrodopina* e a enzima *feoforbídeo a oxigenase*, sendo que a atividade desta última é encontrada somente durante a senescência e parece ser um regulador-chave do catabolismo das clorofilas (PRUZINSKÁ, 2003).

CAROTENOIDES TOTAIS

Os resultados referentes aos teores de carotenoides totais das amostras de cascas de maxixe estão apresentados na Tabela 3. Observou-se que os teores de carotenoides totais foram influenciados de forma significativa ($P<0,05$) apenas na temperatura de 4 °C durante o período de armazenamento, tendo uma redução de 40,24 % no último período de análise.

Tabela 3. Variação da concentração de carotenoides totais em maxixe avaliados durante o tempo de armazenamento (TA) sob temperatura controlada.

TA (dias)	Carotenoides totais ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	
	Temperatura de armazenamento ($^{\circ}\text{C}$)	
	24	4
0	526,94 \pm 96,74 ^{aA}	526,94 \pm 96,74 ^{aA}
2	375,51 \pm 114,16 ^{aA}	496,66 \pm 28,97 ^{abA}
4	631,43 \pm 309,73 ^{aA}	488,04 \pm 48,68 ^{abA}
6	536,90 \pm 151,94 ^{aA}	380,65 \pm 86,40 ^{bcA}
8	371,01 \pm 94,94 ^{aA}	314,94 \pm 102,24 ^{cA}

NOTA: *Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (mesmas colunas) e maiúsculas (mesmas linhas), não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para os teores de carotenoides observa-se que os resultados não apresentaram uniformidade para os frutos armazenados à temperatura de 24 $^{\circ}\text{C}$. Entretanto, os frutos armazenados a 4 $^{\circ}\text{C}$ a degradação dos carotenoides foi uniforme com constante redução do seu conteúdo até o último dia analisado. Considerando ainda, a heterogeneidade entre as amostras avaliadas, assim como para os resultados relativos a calorimetria para o parâmetro b^* , as alterações também foram observadas.

Até o início do processo da senescência, os níveis de carotenoides em células de folhas e frutas são mantidos relativamente constantes. A cor amarela subsequente à degradação de clorofila é um indicativo da presença e dos efeitos das enzimas que atuam no processo de degradação de carotenoides: as lipoxigenases e as peroxidases (WEEKS, 1986).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram verificar que os frutos de *Cucumis anguria* L. mantiveram suas características de cor e perda de massa armazenados a 4 $^{\circ}\text{C}$ até o quarto dia ao longo do período de armazenamento pós-colheita, caracterizado por uma lenta e gradual da perda de cor e de massa.

Os resultados obtidos permitiram verificar que os frutos *Cucumis anguria* L. armazenados a 4 $^{\circ}\text{C}$ mantiveram os parâmetros de cor e teores pigmentos ao longo do tempo de estocagem, com menor perda de massa quando comparado aos frutos armazenados a 24 $^{\circ}\text{C}$.

Maxixe fruits (*Cucumis anguria* L.) submitted at different storage temperatures: pigment stability during post-harvest

ABSTRACT

Maxixe (*Cucumis anguria* L.) is a very cultivated plant species in the north and northeast of Brazil, being much appreciated in traditional cooking. Among the attributes for fruit choice, color is the first criterion used by the consumer for its acceptability. The objective of this work was to evaluate the stability of the pigments in fruits of the maxixe submitted to different storage conditions. The fruit was stored in polyethylene bags (LDPE) kept at controlled temperature at 24 °C and 4 °C (± 2 °C). Color, mass loss and pigment parameters (chlorophylls and total carotenoids) were analyzed for 8 days of storage. The analysis were performed in five periods (0, 2, 4, 6 and 8 days of storage). It was verified that the fruits of the maxixe stored at a temperature of 24 °C showed greater senescence because it obtained greater loss of color and mass, thus making the temperature of 4 °C more efficient in the conservation of the fruit.

KEYWORDS: storage; carotenoids; chlorophyll; colorimetry.

REFERÊNCIAS

BARRETT, D. M.; LLOYD, B. Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 1, p. 22. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº. 81, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos. **Diário Oficial da União**, de 17 de dezembro de 2004. Disponível em: Acesso em: 15 fev. 2018.

COLLE, I. J.; LEMMENS, L.; KNOCKAERT, G.; VAN LOEY, A.; HENDRICKX, M. Carotene Degradation and Isomerization during Thermal Processing: A Review on the Kinetic Aspects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 11, p. 1844, 2016.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, p. 785. 2005.

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

KAYS, S. J.; PAULL, R. E. **Postharvest Biology**. Editora: Athens, Geórgia: Exon press, 2. ed. 2004.568p.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. R. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 51, n. 9, p. 2603-2607, 2003.

LANA, M. M. **Maxixe**. Disponível em:
<http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/maxixe.tm>. Acesso em: 22 fev. 2018.

LAZAN, H.; ALI, Z. M. Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. **Asian Food Journal**, v. 8, n. 2, p. 47-53, 1993.

MATTIUZ, B.; MIGUEL, A. C. A.; NACHTIGAL, J. C.; DURIGAN, J. F.; CAMARGO, U. A. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 226-229, 2004.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEDEIROS, M. A.; GRANGEIRO, L. C.; TORRES, S. B.; FREITAS, A. V. L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 17-24, 2010.

NASCIMENTO, A. M. C. B.; NUNES, R. G. F. L.; NUNES, L. A. P. L. Elaboração e avaliação química, biológica e sensorial de conserva de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista ACTA Tecnológica - Revista Científica**, São Luís, v. 6, n. 1, p. 123-136, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. N. P. Produção do maxixeiro em função de espaçamentos entre fileiras e entre plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 344-347, 2010.

PERUCKA, I.; OLSZÓWKA, K.; CHILCZUK, B. Changes in the chlorophyll content in stored lettuce *lactuca sativa* L. after pre-harvest foliar application of CaCl₂. **Revista ACTA Agrobotanica**. v. 4, p. 137-142, 2013.

PORRA, R.; THOMPSON, W. A.; KRIEDEMANN, P. E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equation for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 975, n. 3, p. 384-94, 1989.

PRUZINSKA, A. Chlorophyll breakdown: Pheophorbide a oxygenase is a rieke-type iron-sulfur protein, encoded by the accelerated cell death 1 gene. **Plant Biology**, v. 100, n. 25, p. 15259-15264, 2003.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. R. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 51, n. 9, p. 2603-2607, 2003.

SCHAEFER, H.; RENNER, S. S. Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (Cucurbitaceae). **Taxon**, v. 60, p. 122-138, 2011.

SCHOEFS, B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 361-371, 2002.

SILVA, F. C. Crescimento e alterações fisiológicas pós-colheita em frutos de maxixe (*Cucumis anguria*). 2016. 78f. **Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2016.

SILVA, F. C.; RIBEIRO, W. S.; FRANCA, C. F. M.; ARAUJO, 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, p. 1888-1899, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Trad. Santarém, E.R, et al. Porto Alegre: Artmed. 719p, 2004.

ZHANG, X.; ZHANG, Z.; LI, J.; WU, L.; GUO, J.; OUYANG, L.; XIA, Y.; HUANG, X.; PANG, X. Correlation of leaf senescence and gene expression/activities of chlorophyll degradation enzymes in harvested Chinese flowering cabbage (*Brassica rapa* var. *parachinensis*). **Journal of plant physiology**, v. 168, p.2081–2087, 2011.

WEEKS, W. W. In: **Biogeneration of Aromas**; Parliament, T. H.; Croteau, R., eds.; American Chemical Society: Washington D. C., 1986. cap. 12.

WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, W. B.; HALL, E. G. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**, Kensington: New South Wales University Press, v. 27, n. 2, p. 161, 1981.

Recebido: 07 jun. 2016.

Aprovado: 24 mar. 2018.

DOI: 10.3895/rebrapa.v9n1.4012

Como citar:

SANTANA, G. A. et al. Estabilidade de pigmentos dos frutos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) submetidos a diferentes métodos de conservação. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 9, n. 1, p. 12-24, jan./mar. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Marcondes Viana da Silva

Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia, Brasil. CEP 45.700-000 (Praça Primavera, 40 – Bairro Primavera)

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

