

Artigo Científico

Resumo

O objetivo do trabalho foi de estudar o efeito da aplicação de reguladores vegetais em pós-colheita verificando a conservação do pimentão híbrido Elisa armazenado sob controle ambiental e refrigeração. Os frutos foram resfriados em água por aproximadamente cinco minutos, procedendo-se, em seguida, à secagem natural a sombra. Os tratamentos pós-colheita foram constituídos: 1) Testemunha (imersão em água); 2) 11,12 ml 4 L⁻¹ de GA + CK (Ácido giberélico + Citocinina); 3) 19,04 ml 4 L⁻¹ de GA₄₊₇ (Ácido Giberélico); 4) 5g 5 L⁻¹ de GA₃ (Ácido Giberélico); 5) 16,68 ml 3 L⁻¹ de CK (Citocinina). Os tratamentos com hormônios foram diluídos em concentração de 100 mg L⁻¹. Em seguida os frutos foram armazenados em condições ambientais normais e em câmara fria a uma temperatura de 8°C e 85-90% UR. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições. O experimento foi avaliado do ponto zero até os 28 dias a cada quatro dias, através das seguintes variáveis: cor, firmeza do fruto, sólidos solúveis totais "Brix" (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e carboidratos solúveis (CHOs). Após 28 dias de armazenamento, os hormônios vegetais ga₃, ga₄₊₇ nas concentrações utilizadas foram eficientes em retardar o metabolismo pós-colheita dos frutos de pimentão armazenados em condições ambiente e refrigeradas, bem como em promover barreira contra as perdas de pós-colheita dos frutos de pimentão.

Keywords: *Capsicum annuum* L., giberelina, armazenamento, conservação.

**Ação de reguladores vegetais,
controle ambiental e
armazenamento sobre parâmetros
de conservação do pimentão em
pós-colheita**

*Cleber Junior Jadoski*¹

*Claudiana Moura dos Santos*¹

*João Domingos Rodrigues*²

*Elisabeth Orica Ono*²

**Acción de fitorreguladores, control ambiental y almacenamiento en
parámetros de la conservación post-cosecha del pimiento**

El objetivo fue estudiar el efecto de fitorreguladores en la conservación post-cosecha del pimiento híbrido Elisa almacenado bajo control ambiental y refrigeración. Los frutos fueron resfriados en agua durante aproximadamente cinco minutos, procediéndose al secado natural en sombreado. Los tratamientos post-cosecha fueron: 1) control (inmersión en agua), 2) 11,12 ml 4L⁻¹ CK+GA (ácido giberélico + citoquinina), 3) 19,04 ml 4L⁻¹ de GA₄₊₇ (ácido giberélico), 4) 5g 5L⁻¹ GA₃ (ácido giberélico), 5) 16,68 ml 3L⁻¹ CK (citoquinina). Los tratamientos hormonales se diluyeron en 100 mg L⁻¹. A continuación, los frutos fueron almacenados en condiciones ambientales normales y en una cámara frigorífica a una temperatura de 8 °C y 85-90% de humedad del aire. El diseño estadístico adoptado fue de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El experimento se

Recebido em: 06/01/2011

Aceito para publicação em: 24/06/2011

1 - Pós-graduação em Agronomia - Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

2 - Prof. Dr. Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista - UNESP, C.P. 510, CEP 18618-000, Botucatu, SP, fone (0XX14) 6802-6053, eoono@ibb.unesp.br / mingo@ibb.unesp.br

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v.4, n.2, Mai/Ago (2011)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

evaluó a partir de cero hasta 28 días en cada cuatro días, a través de las siguientes variables: color, firmeza de la fruta, sólidos solubles "Brix" (SST), acidez titulable (ATT), relación SST/ATT y carbohidratos solubles (CHOs). Después de 28 días de almacenamiento, los fitorreguladores GA3 y GA4 + 7 en las concentraciones utilizadas, fueron eficaces en retardar el metabolismo post-cosecha de los frutos de pimiento almacenados en condiciones ambientales y refrigerados, así como para promover la barrera frente a las pérdidas post-cosecha de los frutos.

Palabra clave: *Capsicum annuum* L., giberelinas, almacenamiento, conservación post-cosecha.

Introdução

O pimentão *Capsicum annuum* L. (Solanaceae) é uma hortaliça de grande importância socioeconômica no Brasil, estando difundido principalmente nas regiões sudeste e centro-oeste (COSTA et al., 2009; BÜTTOW et al., 2010). Os frutos são consumidos em grande parte in natura tanto na forma imatura (verdes) quanto na madura (principalmente vermelhos e amarelos) são fontes de antioxidantes naturais como a vitamina B, vitamina C e carotenóides e ainda, utilizados na indústria alimentícia devido à presença de pigmentos naturais na polpa, os quais são usados em corantes de alimentos (REIFSCHNEIDER, 2000; ARAÚJO NETO, 2009).

As hortaliças são muito perecíveis e continuam o metabolismo respiratório após a colheita, por isso apresentam período de conservação pós-colheita muito curto, principalmente em condições de armazenamento sob temperaturas altas e baixa umidade relativa, que aceleram a perda de água, depreciando o valor comercial dos frutos para o consumo in natura (MOTA et al., 2010).

Dentre os problemas relacionados à conservação de hortaliças e frutos nesse processo destacam-se mudanças na pigmentação, no sabor, na firmeza (BRACKMANN et al., 2007; ALVES et al., 2010), aumento do teor de sólidos solúveis, diminuição da acidez livre (LEMOS et al., 2007; ALVES et al., 2010; STEFFENS et al., 2011), alterações no teor de açúcares solúveis totais (LIMA et al., 2004) e perda de matéria fresca (SILVA et al., 1999; MOTA et al., 2010) sendo

essas características físico-químicas altamente influenciadas pela temperatura à qual os frutos estão expostos. Diante disso, técnicas pós-colheita que possibilitem redução de sua atividade metabólica merecem destaque, pois representam uma opção para o aumento de sua vida de prateleira.

A refrigeração é um dos principais métodos utilizados na conservação e armazenamento de frutos e hortaliças. O armazenamento refrigerado consiste na redução da temperatura e no controle da umidade relativa, o qual diminui o metabolismo celular, retardando a rápida deterioração (BRACKMANN et al., 2007).

Em estudo realizado em pimentão constatou-se que sua refrigeração ideal é na temperatura de 10°C estabelecido como limite para a vida útil, por até 20 dias de armazenamento, enquanto em temperatura ambiente a vida útil foi de apenas por oito dias (LEMOS et al., 2007). Estudos realizados em tomate (BRACKMANN et al., 2007), quiabo (MOTA et al., 2010) e ameixas (ALVES et al., 2010) armazenados na temperatura próxima de 10°C apresentam menor ocorrência de podridões e maior eficiência no controle da perda de matéria fresca do fruto, segundo os autores a redução da temperatura constitui o principal fator que influencia a manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento.

De acordo com CARVALHO e MANICA (1994) o armazenamento refrigerado prolonga o período de comercialização do fruto fresco, porém não evita alterações físico-químicas, que

depreciam sua qualidade. Diante disso algumas técnicas são comumente associadas à refrigeração, como a aplicação de reguladores vegetais (SILVA et al., 1999; STEFFENS et al., 2011). Segundo CHITARRA e CHITARRA (1990) os reguladores vegetais etileno e o ácido abscísico são tidos como promotores do amadurecimento em frutos, enquanto as giberelinas, as auxinas e as citocininas como inibidores no seu amadurecimento.

A utilização de reguladores vegetais para um aumento da qualidade de frutos tem sido estudada, sendo as giberelinas os mais empregados e o GA3 os seus melhor representante (MODESTO et al., 2006; ALMEIDA et al., 2008; STEFFENS et al., 2011). Em estudo de conservação pós-colheita, relatam que o GA3 manteve maior firmeza da polpa dos frutos de ameixa após o armazenamento refrigerado (STEFFENS et al., 2011). Efeitos da aplicação de GA3 também foram evidenciadas em caqui (FERRI et al., 2004), tangerineira Poncã (MODESTO et al., 2006) e em laranja pêra (ALMEIDA et al., 2008) retardando a maturação e reduzindo podridões no armazenamento.

Outro regulador de crescimento que tem demonstrado efeito sobre o controle da maturação e amadurecimento dos frutos é a citocinina, SILVA et al. (1999) estudando pós-

colheita de maracujá doce relataram que quando mantidos sob refrigeração foi mais eficaz quando utilizou-se citocinina em conjunto, mostrando-se mais eficiente na manutenção dos níveis de vitamina C e de sólidos solúveis dos frutos.

A implementação de novas pesquisas integradas sobre a fisiologia e bioquímica da pós-colheita é de suma importância, pois podem apresentar efeitos positivos ou negativos sobre a qualidade de pós-colheita e vida de prateleira de frutos e hortaliças (WORKNEH e OSTHOFF, 2010) sendo dessa forma necessárias para a melhoria de suas comercializações no mercado interno e externo. Trabalhos sobre a qualidade físico-químicas do pimentão com interação de ambiente controlado e reguladores vegetais são escassos, diante disso, o desenvolvimento de técnicas de armazenamento e de manejo pós-colheita é de fundamental importância, assim como a avaliação do efeito de práticas de manejo sobre a qualidade e a longevidade do pimentão durante o processo de comercialização.

O objetivo do trabalho foi estudar o efeito da aplicação pós-colheita de reguladores vegetais na conservação do pimentão armazenado sob controle ambiental e refrigeração.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no departamento de horticultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP - Campus de Botucatu. Utilizou-se como objeto de estudo o pimentão (*Capsicum annuum* L.) híbrido Elisa, que apresenta epiderme com cor avermelhada quando maduro.

Foram selecionados 300 frutos de tamanho variando entre 80 e 120g. O principal critério para a seleção dos frutos foi o grau de maturação, avaliado através do fator cor da epiderme, para isso, utilizou-se uma escala visual que variava entre 0 e 100%, designando frutos totalmente verdes e totalmente vermelhos, respectivamente. Os frutos

selecionados para o experimento foram os que apresentavam a cor da epiderme com 60% no dia da colheita.

Após serem colhidos e selecionados os frutos foram resfriados em água por aproximadamente cinco minutos e deixados à secar naturalmente a sombra.

Nestas condições os frutos foram submetidos à aplicação dos tratamentos com hormônios que constaram da imersão de 60 frutos em solução na concentração de 100 mg L⁻¹ (Tabela 1). A imersão foi realizada com tendo duração de 10 minutos, sendo que os frutos do grupo das testemunhas foram imersos somente em água.

Os tratamentos consistiram da aplicação dos reguladores com as características descritas na Tabela 1 e do armazenamento dos frutos em condições ambientais normais e em câmara fria a uma temperatura de 8°C e 85-90% UR. Desta forma os tratamentos utilizados foram divididos em dois grupos de acordo com as condições de armazenamento: 1º condições ambientais normais: T1(testemunha), T2(GA + CK), T3(GA₄ + 7), T4 (GA₃), T5(CK). E 2º Refrigerado: T6(testemunha), T7(GA + CK), T8(GA₄₊₇), T9(GA₃), T10(CK).

Para o monitoramento da evolução da maturação dos frutos determinaram-se na instalação do experimento, e a cada 4 dias, e até aos 28 dias de armazenamento (d.a), a cor, firmeza do fruto, sólidos solúveis totais "Brix" (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e carboidrato solúveis (CHOs).

A firmeza dos frutos foi determinada com o auxílio de um penetrômetro, foi medida em quatro pontos da região central dos frutos inteiros, com resultados expressos em quilo grama-força (kgf).

Tabela 1. Tratamentos com reguladores vegetais em solução contendo a concentração de 100 mg L⁻¹

Hormônio		Diluição / 100 mg L ⁻¹
Testemunha	-	-
Ácido giberélico + Citocinina	GA + CK	11,12 ml 4 L ⁻¹ .
Ácido Giberélico	GA ₄₊₇	19,04 ml 4 L ⁻¹
Ácido Giberélico	GA ₃	1g L ⁻¹
Citocinina)	CK	16,68 ml 3 L ⁻¹

Os sólidos solúveis totais (S.S.T.) foram determinados por refratometria, com os resultados expressos em °Brix, segundo a metodologia de TRESSLER e JOSLYN (1961).

A acidez total titulável (A.T.T.) foi determinada pela trituração com parte do suco puro diluído com 50 ml de água destilada, com solução de NaOH a 0,1N, padronizada de acordo com técnica preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico/100 g de polpa e foi calculado o "ratio" SST/ATT pelo quociente entre os dois constituintes.

Para a determinação de carboidratos solúveis (CHOs), foi feita a clarificação do suco, utilizou-se 10 g de amostra diluída em 100 ml de água destilada e clarificando com 10 ml de ferrocianeto de potássio 0,25 M e 9 ml de acetato de zinco 1 M, pegou-se 1 ml de amostra clarificada mais 1 ml de água destilada foram acondicionadas em tubo de ensaio e seu volume completado para 100 ml água destilada, formando o extrato. Em seguida realizou-se determinação do teor de carboidratos solúveis pelo método descrito por DUBOIS et al. (1956),

em tubos de ensaios contendo 1 mL de extrato, foram adicionados 1 ml de solução fenol e mais 5 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado, totalizando volume final de 7 mL. Os carboidratos foram quantificados a partir de leituras de absorbância em 490 nm, usando-se como padrão a D(+) glicose.

O delineamento estatístico empregado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições. Realizou-se análise de variância e procedimento de comparação de médias pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Cor

Para a variável coloração dos frutos verificou-se que os tratamentos com aplicação de GA₃, GA₄₊₇ e CK não diferiram entre si nos dois tipos de armazenamento (Figura1A e 1B). Contudo, os frutos do tratamento testemunha apresentaram incremento acelerado de coloração a partir de quatro dias de armazenamento (d.a) e atingindo 100% de coloração vermelha na película aos 16 d.a. Para os frutos tratados com GA + CK a taxa de

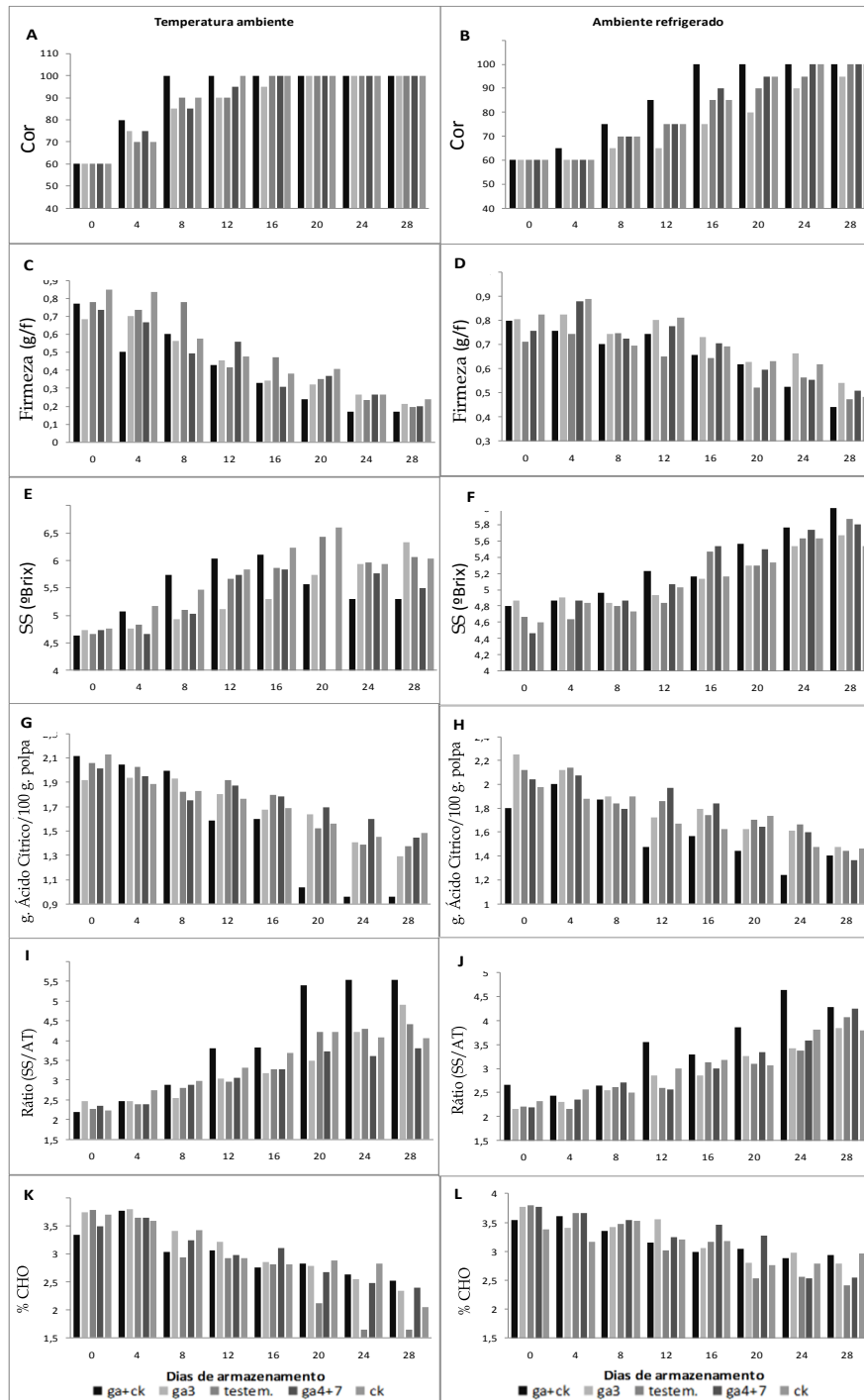


Figura 1. Resultados de Cor (A,B) Firmeza(C,D), Brix (SS^º) (E,F), acidez titulável (G,H), Ratio (SS/AT) (I,J) e Carboidratos sob os tratamentos de Testemunha, GA+CK, GA₃, GA₄₊₇ e CK para temperatura ambiente e ambiente refrigerado ao longo de 28 dias de armazenamento.

incremento de coloração foi menos acelerada sendo que nos 28 d.a ainda eram observados frutos com parte da película apresentando coloração esverdeada.

Considerando esta característica pode-se destacar uma ação positiva do tratamento dos frutos com GA + CK na conservação do pimentão em pós-colheita. Essa característica é mais expressiva quando se associa os resultados deste tratamento com o incremento menos acelerado do teor de sólidos solúveis totais.

Em caqui ameixa e pêssego também foram observados retardo na evolução da coloração da epiderme em resposta a aplicação de Ga₃ (FERRI et al., 2004; AMARANTE et al., 2005; STEFFENS et al., 2010). WILLS et al. (1998) ressaltam que as mudanças na cor podem ser dependentes de etileno. Assim, tratamentos que afetam o metabolismo deste regulador vegetal, podem ter respostas diferentes quanto a modificações na cor durante o amadurecimento.

O aspecto visual e a possibilidade de comercialização foram maiores em condições de refrigeração, onde os frutos se mantiveram

frescos e brilhantes com a manutenção da cor por um período maior de armazenamento. Estes resultados estão de acordo com os precedentes que mostram melhorias significativas no armazenamento de *Capsicum spp.* encontrados por SAMIRA et al. (2011). Os mesmos autores relatam o ato da refrigeração ajudar na desinfecção e na modificação atmosférica durante o período de armazenamento.

Firmeza

A firmeza dos frutos começou a diminuir a partir de oito dias de armazenamento nos dois ambientes (Figura 1C e 1D), destacando-se o tratamento de GA+CK que manteve maiores médias durante todo período de armazenamento, aos 28 dias obteve média de 0,59 kgf sob refrigeração sobressaindo dos demais tratamentos (Tabela 2).

No armazenamento sob temperatura ambiente não se observou eficiência dos tratamentos neste requisito, evidenciando que GA+CK sob refrigeração mantiveram os frutos mais firmes por um período maior de tempo.

Tabela 2. Valores médios de Firmeza em pimentões Elisa sob tratamentos de GA+CK, GA₃, GA₄₊₇, CK e Testemunha armazenados em condição de temperatura ambiente e ambiente refrigerado por 28 dias.

Dias de armazenamento								
Firmeza	0	4	8	12	16	20	24	28
Temperatura ambiente								
Testemunha	0,84Aa	0,59Ca	0,66Ba	0,44Da	0,34Ea	0,20Fa	0,15Ga	0,15Ga
GA+CK	0,77Ba	0,81Aa	0,56Ca	0,46Ca	0,38Da	0,29Ea	0,23Ea	0,21 Ea
GA ₄₊₇	0,72Aa	0,62Aa	0,44Ba	0,45Ba	0,38Ba	0,39Ba	0,32Ba	0,18Ca
GA ₃	0,85Aa	0,80Aa	0,83Aa	0,50Ba	0,49Ba	0,32Ca	0,22Ca	0,17Ca
CK	0,91Aa	0,81Ba	0,52Ca	0,50Da	0,37Ea	0,34Ea	0,28Ea	0,21Ea
CV (%)	53,7							
Ambiente refrigerado								
Testemunha	0,80aA	0,75aA	0,70aB	0,74aB	0,65aB	0,62aC	0,52aD	0,40aE
GA+CK	0,80aA	0,82aA	0,65aA	0,80a A	0,73aA	0,66aA	0,66aA	0,59aA
GA ₄₊₇	0,75aB	0,87aA	0,72aC	0,77aB	0,70aC	0,59aD	0,55aD	0,51aE
GA ₃	0,71aA	0,74aA	0,74aA	0,65aB	0,64aB	0,55aB	0,56aB	0,47aC
CK	0,82aB	0,88aA	0,69aC	0,81aB	0,69aC	0,63aD	0,65aD	0,48aE
CV (%)	20,1							

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P > 0,05.

De acordo com LEMOS et al. (2007) espera-se com o passar do período de armazenamento que a firmeza dos frutos de pimentão diminua acentuadamente devido aos processos de amadurecimento, pois, devido à perda de turgescência, relacionada à perda de água e à senescência dos frutos de pimentão, os tecidos dos frutos oferecem menor resistência à ruptura. Portanto, com a refrigeração e o tratamento de GA+CK o processo de senescência foi diminuído, melhorando a característica física do fruto.

Estudos em condições ambientais normais mostraram que o GA3 agiu retardando a maturação em caqui em aproximadamente 20 dias, retardando a diminuição da firmeza de polpa (FERRI et al., 2004). Em estudos do efeito de GA3 e um inibidor de etileno no armazenamento de ameixa (STEFFENS et al., 2011) e em pêssegos (AMARANTE et al., 2005) sob refrigeração, os autores encontraram maiores valores de penetração, firmeza da polpa e compressão do fruto com esse tratamento. Esta resposta está diretamente

relacionada ao seu efeito sobre a redução na síntese de etileno (AMARANTE et al., 2005).

°Brix

O conteúdo de sólidos solúveis (*°Brix*) variou significativamente ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Os frutos pertencentes à testemunha chegaram a 6,1^{°Brix} aos 16 dias de armazenamento decrescendo para 5,3^{°Brix} aos 28 dias em condições do ambiente (figura 1E e 1F), contudo sob refrigeração esse valor cresceu atingindo 6^{°Brix} aos 28 dias de armazenamento. Isso indica que ambiente refrigerado ajudou na conversão do amido em açúcar, porém a taxa na qual os níveis de SS aumentam foi maior na temperatura ambiente do que sob refrigeração e o declínio de SS pela testemunha relata que as células do fruto utilizaram o açúcar na respiração (SAMIRA et al., 2011). Sabe-se que os açúcares e ácidos simples são substratos da respiração, e quanto mais tempo as células dos frutos respirarem, maior será a taxa de consumo deste substrato (ATTA-ALY e BRECHT, 1995).

Tabela 3. Valores médios de *°Brix* em pimentões Elisa sob tratamentos de GA+CK, GA₃, GA₄₊₇, CK e Testemunha armazenados em condição de temperatura ambiente e ambiente refrigerado por 28 dias.

<i>°Brix</i>	Dias de armazenamento							
	0	4	8	12	16	20	24	28
Temperatura ambiente								
Testemunha	4,6aE	5,0aD	5,7aB	6,0aA	6,1aA	5,5cC	5,3aC	5,3cC
GA+CK	4,7aG	4,7aG	4,9aF	5,4aD	5,3aE	5,7bC	5,9aB	6,3aA
GA ₄₊₇	4,7aE	4,6aE	5,0aD	5,7aB	5,8aB	6,3bA	5,7aB	5,5bC
GA ₃	4,6aF	4,8aE	5,1aD	5,6aC	5,8aB	6,4bA	5,9aB	6,0bA
CK	4,7aF	5,1aE	5,4aD	5,8aC	6,2aB	6,6aA	5,9aC	6,0bC
CV (%)	10,6							
Ambiente refrigerado								
Testemunha	4,8aA	4,8aA	4,9aA	5,2aA	5,1aA	5,5aA	5,7aA	6,0aA
GA+CK	4,8aA	4,9aA	4,8aA	4,9aA	5,1aA	5,3aA	5,5aA	5,6aA
GA ₄₊₇	4,4aC	4,8aB	4,8aB	5,0aB	5,5aB	5,5aB	5,7aA	5,8aA
GA ₃	4,6aA	4,6aA	4,8aA	4,8aA	5,4aA	5,3aA	5,6aA	5,8aA
CK	4,6aA	4,8aA	4,7aA	5,0aA	5,1aA	5,3aA	5,6aA	5,5aA
CV (%)	9,2							

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey $P > 0,05$.

O maior teor de sólidos solúveis foi encontrado no tratamento de citocinina (CK) aos 20 dias de armazenamento e pela mistura de giberelina com citocinina (GA+CK) aos 28 dias ambos em condições de ambiente atingindo 6,6 e 6,3°Brix respectivamente (tabela 3). As giberelinas e citocininas são retardantes da senescência reduzindo a produção de etileno e a taxa de respiração, que reflete em maior período de armazenamento (PAYASI e SANWAL, 2008).

STEFFENS et al.(2009), estudando reguladores vegetais em ameixa, constataram que o ácido giberélico (GA₃) ocasionou a redução dos valores de Sólidos solúveis, e que a evolução da maturação foi retardada de forma expressiva no tratamento em temperatura ambiente.

Em estudo anterior com maracujá doce constatou-se que a citocinina mostrou-se mais eficiente na manutenção de sólidos solúveis dos frutos em ambiente refrigerado (SILVA et al., 1999).

Acidez

Sob condições de temperatura ambiente e refrigeração, houve decréscimo no valor da acidez como observado na Figura 1G e 1H. O tratamento de GA+CK apresentou a menor acidez aos 28 dias de armazenamento sob temperatura ambiente não diferindo do tratamento GA₄₊₇ (Tabela 4). Porém sob ambiente refrigerado a menor média aos 28 dias se deu no tratamento GA₄₊₇ e GA₃.

FERRI et al. (2004) observou um decréscimo linear que se refere à acidez total titulável (ATT) para as frutas caqui tratadas com AG₃ e STEFFENS et al. (2009) em ameixa, contribuindo para o retardando da maturação.

A redução da acidez, característica do amadurecimento dos frutos devido à redução dos ácidos orgânicos, é também resultante do stress causado pela colheita e armazenagem, devido à oxidação desses compostos na produção de energia via ciclo de Krebs para manter os processos vitais (FENNEMA, 2000).

Tabela 4. Valores médios de Acidez em pimentões Elisa sob tratamentos de GA+CK, GA₃, GA₄₊₇, CK e Testemunha armazenados em condição de temperatura ambiente e ambiente refrigerado por 28 dias.

Acidez	Dias de armazenamento							
	0	4	8	12	16	20	24	28
Temperatura ambiente								
Testemunha	2,1aA	2,0aA	1,9aA	1,5aB	1,5aB	1,0aC	0,9aC	0
GA+CK	1,9aA	1,9aA	1,9aA	1,8aA	1,6aA	1,6aA	1,4aA	1,2aA
GA ₄₊₇	2,0aA	1,9aA	1,7aA	1,8aA	1,7aA	1,6aA	1,5aA	1,4aA
GA ₃	2,0aA	2,0aB	1,8aB	1,9aB	1,7aB	1,5aB	1,3aB	1,3aC
CK	2,1aA	1,9aB	1,8aB	1,7aB	1,6aB	1,5aB	1,4aC	1,4aB
CV (%)	24,9							
Ambiente refrigerado								
Testemunha	1,8aB	2,0aA	1,8aB	1,4aD	1,5aC	1,4aD	1,2aE	1,4aD
GA+CK	2,2aA	2,1aB	1,8aC	1,7aC	1,7aC	1,6aD	1,6aD	1,4aE
GA ₄₊₇	2,0aA	2,0aA	1,7aB	1,9aA	1,8aB	1,6aB	1,5aB	1,3aC
GA ₃	2,1aA	2,1aA	1,8aB	1,8aB	1,7aB	1,7aB	1,6aB	1,4aC
CK	1,9aA	1,8aA	1,9aA	1,6aA	1,6aA	1,7aA	1,4aA	1,4aA
CV (%)	18,7							

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P > 0,05.

Ratio: razão SST/ATT

Verificando-se que sob condições de temperatura ambiente, ao longo dos 28 dias as menores médias foram encontradas no tratamento de GA₄₊₇ igualando-se ao restante dos tratamentos na etapa final do armazenamento (Tabela 5). Sob refrigeração a testemunha apresentou uma lata relação aos 24 d.a, porém aos 28 d.a esse valor diminuiu, evidenciando que houve um consumo de reserva (Figura 1).

A razão entre o conteúdo de sólidos solúveis e a acidez nos dá uma das formas de avaliarmos o sabor: maiores valores a esta característica estão associados a um sabor mais agradável (CHITARRA e CHITARRA 1990). O uso de GA₃ em laranja pêra foi eficaz na

redução da razão SST/ATT, prolongando o período de colheita sem alterar a qualidade do fruto (ALEMIDA et al., 2008).

Estudo realizado por GÓMEZ e CAMELO (2002), avaliando a qualidade pós-colheita de tomates armazenados sob refrigeração por 36 dias, evidenciaram um aumento na relação SST/ATT no início do experimento devido a uma queda significativa na acidez e um ligeiro aumento no teor de sólidos solúveis. Essa proporção caiu de forma contínua até o final do armazenamento.

Em pimentão armazenado durante vinte dias em condições ambiente, os frutos verdes apresentaram valores maiores para a relação SST/ATT (3,23) que os mais maduros (2,37), pois a acidez nos frutos verdes foi menor (DAMATTO JUNIOR et ., 2010).

Tabela 5. Valores médios de Ratio em pimentões Elisa sob tratamentos de GA+CK, GA₃, GA₄₊₇, CK e Testemunha armazenados em condição de temperatura ambiente e ambiente refrigerado por 28 dias.

Dias de armazenamento								
Ratio	0	4	8	12	16	20	24	28
Temperatura ambiente								
Testemunha	2,2aD	2,4aC	2,9aC	3,8aB	3,8aB	5,5aA	5,5aA	0
GA+CK	2,4aE	2,4aE	2,5aE	3,0aD	3,1aD	3,5cC	4,2bB	4,9aA
GA ₄₊₇	2,3aC	2,4aB	2,8aB	3,0aB	3,2aB	3,7cB	3,6cB	3,8aA
GA ₃	2,3aG	2,4aG	2,8aF	2,9aE	3,3aD	4,2bC	4,4bB	4,5aA
CK	2,2aC	2,7aB	3,0aB	3,3aB	3,7aB	4,2bA	4,1bA	4,1aA
CV(%)	27,8							
Ambiente refrigerado								
Testemunha	2,8aF	2,4aG	2,6aF	3,5aD	3,3aE	3,9aC	4,7aA	4,3aB
GA+CK	2,1aC	2,3aC	2,5aB	2,8aB	2,9aB	3,3aB	3,4bB	3,8aA
GA ₄₊₇	2,2aE	2,3aD	2,7aD	2,6aD	3,0aC	3,3aC	3,6bB	4,3aA
GA ₃	2,2aC	2,1aC	2,6aC	2,6aC	3,2aB	3,1aB	3,3cB	4,0aA
CK	2,3aC	2,5aB	2,5aB	3,0aB	3,2aB	3,0aB	3,8bA	3,8aA
CV(%)	26,9							

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P > 0,05.

Carboidrato

A análise de variância mostrou diferença significativa para a característica CHO, decrescendo durante o período de armazenamento (Figura 1K e 1L). Os tratamentos GA+CK e GA₄₊₇ sob temperatura ambiente apresentaram as melhores médias durante todo o período (Tabela 6). A análise de variância entre os períodos de armazenamento mostrou que os tratamentos sob refrigeração apresentaram menor redução do CHO, destacando se os tratamentos de reguladores vegetais GA+CK e CK que mantiveram as

melhores médias durante todo o período de armazenamento com médias finais de 2,9%. Estes resultados indicam que para maturação dos frutos ocorre a conversão de amido em açúcares, aumentando o teor de sólidos solúveis dos frutos decorrente da decomposição dos carboidratos.

GOMES et al. (2002) relatam que os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor atrativas como derivado das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente polissacarídeos estruturais.

Tabela 6. Valores médios de Carboidrato em pimentões Elisa sob tratamentos de GA+CK, GA₃, GA₄₊₇, CK e Testemunha armazenados em condição de temperatura ambiente e ambiente refrigerado por 28 dias.

CHO (A)	Dias de armazenamento							
	0	4	8	12	16	20	24	28
	Temperatura ambiente							
Testemunha	3,7aA	3,6aA	2,9aB	2,9aC	2,8aC	2,1aE	1,6aG	0
GA+CK	3,3aA	3,7aA	3,0aA	3,0aA	2,7aA	2,8aA	2,62aA	2,5aA
GA ₄₊₇	3,4aA	3,6aA	3,2aA	2,9aA	3,1aA	2,6aA	2,4aA	2,3aA
GA ₃	3,7aA	3,7aA	3,4aB	3,2aB	2,8aB	2,7aB	2,5aB	2,3aC
CK	3,7aA	3,5aA	3,4aA	2,9aB	2,8aB	2,8aB	2,8aB	2,0aC
CV(%)	27							
	Ambiente refrigerado							
Testemunha	3,7aA	3,6aA	3,4aA	3,0aB	3,1aB	2,5aC	2,5aC	2,4aC
GA+CK	3,5aA	3,6aA	3,3aA	3,1aA	2,9aA	3,0aA	2,8aA	2,9aA
GA ₄₊₇	3,7aA	3,6aA	3,5aA	3,2aB	3,4aA	3,2aB	2,5aC	2,5aC
GA ₃	3,7aA	3,4aB	3,4aB	3,5aB	3,0aB	2,7aB	2,9aC	2,7aC
CK	3,3aA	3,1aA	3,5aA	3,2aA	3,1aA	2,7aA	2,7aA	2,9aA
CV(%)	15,9							

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P > 0,05.

Conclusões

Os hormônios vegetais GA₃ (1g L⁻¹) e GA₄₊₇ (19,04 ml 4 L⁻¹) foram eficientes em retardar o metabolismo pós-colheita dos frutos de pimentão armazenados em condições

ambiente e refrigeradas, bem como em promover barreira contra as perdas pós-colheita dos frutos de pimentão.

Referencias

- AMARANTE, C.V.T. do; DREHMER, M.M.F.; SOUZA, F.; FRANCESCATO, P. A pulverização pré-colheita com ácido giberélico (GA₃) e aminoetoxivinilglicina (AVG) retarda a maturação e reduz as perdas de frutos na cultura do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.1-5, 2005.
- ALMEIDA, I.M.L.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Reguladores vegetais aplicados na fase pré-colheita de laranja "Pêra". **Ciência Rural**, v.38, n.3, 2008.
- ALVES, E.O.; STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; WEBER, A.; MIQUELOTO, A.; BRACKMANN, A. Armazenamento refrigerado de ameixas 'Laetitia' com uso de 1-MCP e indução de perda de massa fresca. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.30-36, 2010.
- ARAÚJO NETO, S.E.; AZEVEDO, J.M.A.; GALVÃO, R.O.; OLIVEIRA, E.B.L.; FERREIRA, R.L.F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1408-1413, 2009.
- ATTA-ALY, M.A.; BRECHT, J.K. Effect of postharvest high temperature on tomato fruit ripening and quality. In: **Ait-Oubahou A, El-Otmani (eds) Proceeding of the International Symposium "Postharvest Physiology, Pathology and Technologies for Horticultural Commodities: Recent Advances"**. Institute Agronomic et Veterinaire Hassan II. Agadir, Moroc., 1995, p.250-256
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; ANDRIOLO, J.L.; PINTO, J.A.V. Armazenamento de tomate cultivar "Cronus" em função do estágio de maturação e da temperatura. **Ciência Rural**, v.37, n.5, 2007.
- BÜTTOW, M.V.; BARBIERI, R.L.; NEITZKE, R.S.; GUSTAVO HEIDEN, G.; CARVALHO, F.I.F. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1264-1269, 2010.
- CARVALHO, R.I.N.; MANICA, I. Influência de estádios de maturação e condições de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 5, p.681-688, 1994.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças; fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 293p.
- COSTA, L.M.; MOURA, N.F.; MARANGONI, C.; MENDES, C.E.; Alexandre de Oliveira TEIXEIRA, A.O. Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, supl.1, p.51-59, 2009.
- DAMATTO JUNIOR, E.R.; GOTO, R.; RODRIGUES, D.S.R.; VICENTINI, N.M.; CAMPOS, A.J. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.17, n.1, p.23-30, 2010.
- DUBOIS, M; GILLES, K.A, HAMILTON, J.K, REBERS, P.A, SMITH F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350-6, 1956.
- FERRI, V.C.; RINALDI, M.M.; SILVA, J.A.; LUCHETTA, L.; MARINI, L.; ROMBALDI, C.V. Ácido giberélico no retardamento da maturação de caquis (*Diospyros kaki*, L.) cultivar Fuyu. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.24, n.1, p.1-5, 2004.
- FENNEMA, O. R. Química de los alimentos. 2ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.

- GÓMEZ, P.A.; CAMELO, A.F.L. Calidad postcosecha de tomates almacenados em atmósferas controladas. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, 2002.
- GOMES, A.P.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, M.A.J. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.2, p.157-165, 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos químicos para análise de alimentos**. São Paulo: 3º ed. 533p. 1985.
- LEMOS, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; SÃO JOSÉ, A.R.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão magali em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, v.66, n.4, p.693-699, 2007.
- LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H. A.C.; LIMA, J.R.G. Uso de cera e 1-metilciclopropeno na conservação refrigerada de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.3, p.433-437, 2004.
- MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; HABERMANN, G. Aplicação de ácido giberélico (GA₃) em pré-colheita de tangerina 'Poncã' (*Citrus reticulata* blanco). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.1, p.3740, 2006.
- MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; CECON PR; 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, p.12-18, 2010.
- PAYASI, A.; MISRA, P.C.; SANWAL, G.G. Effect of phytohormones on pectate lyase activity in ripening *Musa acuminata*. **Plant Physiol. Biochem**, v.42, p.861-865, 2004.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.). **Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000, 113p.
- SAMIRA, A.; WOLDETSADIK, K.; WORKNEH, T.S.W. Postharvest quality and shelf life of some hot pepper varieties. **Journal Food Science Technology**, v.1, p1-14, 2011.
- STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; CHECHI, R.; SILVEIRA, J.P.G.; CORRÊA, T.R. Maturação e qualidade pós-colheita de ameixas 'laetitia' com a aplicação pré-colheita de AVG e GA₃. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.21-31, 2011.
- STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T. do; CHECHI, R.; SILVEIRA, J.P.G.; BRACKMANN, A. Aplicação pré-colheita de reguladores vegetais visando a retardar a maturação de ameixas 'Laetitia'. **Ciência Rural**, v.39, n.5, 2009.
- SILVA, A.P.; DOMINGUES, M.C.S.; VIEITES, R.L.; RODRIGUES, J.D. Fitorreguladores na conservação pós-colheita do maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) armazenado sob refrigeração. **Ciência & Agrotecnologia**, v.23, n.3, p.643-649, 1999.
- TRESSLER, D.J.; JOSLYN, M.A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: Connecticut AVI, 1961. 1028p.
- WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D.C. **Postharvest: an introduction to the physiology e handling of fruit, vegetables e ornamentals**. 4th ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262p.
- WORKNEH, T.S.; OSTHOFF, G. A review on integrated agro-technology of vegetables. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.54, p.9307-9327, 2010.