



MAÇÃ 'EVA' ORGÂNICA SUBMETIDA A APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CLORETO DE CÁLCIO

Rogério Lopes VIEITES, Lais Peixoto da Rocha SOARES, Érica Regina DAIUTO*,
Veridiana Zocoler de MENDONÇA, Karina Aparecida FURLANETO, Erika FUJITA

Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

*E-mail: erdaiuto@uol.com.br

Recebido em junho/2014; Aceito em novembro/2014.

RESUMO: Avaliou-se a qualidade de maçãs 'Eva' de cultivo orgânico submetidas ao tratamento pós colheita com cloreto de cálcio. Os frutos foram imersos por 15 minutos em CaCl_2 , constituindo os tratamentos controle (imersão em água); CaCl_2 à 1%; CaCl_2 à 1,5%; CaCl_2 à 2,0%; CaCl_2 à 2,5%. Os frutos foram armazenados à temperatura de $0 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 6\%$ durante 20 dias, sendo as avaliações realizadas a cada 5 dias. Os frutos foram avaliados quanto a perda de massa, atividade respiratória, coloração da casca e polpa, potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (IM), compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH. As menores perdas de massa foram nos frutos controle (cultivo convencional e sem aplicação CaCl_2), onde no final dos 20 dias de armazenamento apresentavam perdas de 2,64%. Já o controle com frutos orgânicos, foi observado a maior porcentagem de perda de massa fresca chegando a 8,5% no final do período de armazenamento. Aplicação de cloreto de cálcio nas maçãs orgânicas proporcionou produção menos intensa de CO_2 e atraso no pico climatérico em relação aos frutos orgânicos controle. Os parâmetros de qualidade (SS, pH, AT e IM) não foram influenciados pelas diferentes doses de cloreto de cálcio aplicadas. O teor de compostos fenólicos não sofreram influência da dose aplicada de cloreto de cálcio, mas alteraram no decorrer do período experimental.

Palavra-chave: *Malus domestica*, refrigeração, conservação.

ORGANIC APPLE 'EVA' SUBJECTED TO THE CALCIUM CHLORIDE APPLICATION IN POSTHARVEST

ABSTRACT: The quality of organic apples 'Eva' subjected to the postharvest treatment with calcium chloride was evaluated. The experiment consisted of the fruits immersion in different calcium chloride concentrations (1.0%, 1.5%, 2.0% and 2.5%) for 15 minutes and one control (dipping in water). The fruits were stored to the temperature of $0 \pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity of $60 \pm 6\%$ for 20 days, being the accomplished evaluations every 5 days. The fruits evaluation were: weight loss, respiratory activity, peel and pulp coloration, hydrogenionic potential (pH), titratable acidity (AT), soluble solids (SS), maturation index (IM), total phenolics content and antioxidant activity by DPPH. The smallest weight loss were in the fruits control (conventional cultivate and without application CaCl_2), where in the end of the 20 days of storage they presented losses of 2.64%. Already the control with organic fruits, the largest percentage of weight loss was observed arriving to 8.5% in the end of the storage period. Application of calcium chloride in the organic apples provided less intense production of CO_2 and delay in the pick climateric in relation to the organic control fruits. The quality parameters (SS, pH, AT and IM) it doesn't influenced by the different concentrations of calcium chloride applied. The total phenolic content didn't suffer influence by the applied calcium chloride concentrations, but they altered during the experimental period.

Keywords: *Malus domestica*, refrigeration, conservation.

1. INTRODUÇÃO

A maçã é uma das principais espécies frutíferas cultivadas no Brasil, apresentando importante papel social e econômico. Hoje o Brasil está entre os 10 maiores produtores mundiais de maçã e a produção brasileira

obteve significativo crescimento ao longo dos últimos 30 anos, devido ao aumento de área cultivada, inserção de grandes empresas e pequenos produtores no setor, elevação da produtividade, melhoria da qualidade por meio de tecnificação do processo produtivo e o

desenvolvimento de novas cultivares. Desenvolvida pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, a cultivar Eva é originária de cruzamento entre as cultivares Anna e Gala. É altamente precoce quanto ao início de produção comercial e altamente produtiva. As frutas amadurecem a partir do final de dezembro. A coloração da epiderme da fruta é vermelho-escarlate, com estrias leves sobre o fundo creme-amarelado, lembrando a coloração da cv. Gala. O formato é cônico, e o tamanho médio. A polpa é doce e semiácida, macia e suculenta, conferindo às frutas sabor agradável. A capacidade de frigoconservação é boa, podendo ser armazenada por até 4 meses a 0°C (BERNARDI et al., 2004).

A produção de maçã visa atender principalmente a comercialização *in natura*, tornando-se a alta qualidade uma das exigências dos consumidores, que buscam por alimentos mais saudáveis e com oferta regular o ano todo. Diante desse novo cenário a agricultura orgânica desponta como uma alternativa viável para a demanda por frutas isentas de resíduos químicos, para os mercados interno e externo, fato que tem motivado muitos fruticultores a converter a produção convencional em orgânica (SGANZERLA et al., 2013).

Impulsionado por esta demanda, surgiu a necessidade de pesquisas par ao desenvolvimento de técnicas apropriadas e conservação da qualidade na pós-colheita de maçã orgânica. A maçã é uma fruta de elevada perecibilidade, devido, sobretudo ao seu comportamento climático (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Tornando-se necessária a adoção de medidas que permitam aumentar o seu período de conservação.

O cálcio é o nutriente mais frequentemente associado com a qualidade dos frutos. Apresentando grande influência na manutenção da consistência dos frutos, já que participa de maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares (AWAD, 1993). Os benéficos da aplicação do cloreto de cálcio na pós-colheita vem sendo constatados em diferentes frutas, tendo como principais resultados a diminuição da produção de etileno, atraso do amadurecimento, redução da taxa respiratória e manutenção da firmeza da polpa (BOMFIM et al., 2009; BOTELHO et al., 2001; VIEITES et al., 2006; WEBER et al., 2009). Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar as modificações na qualidade de maçãs 'Eva' orgânica submetida a tratamento com cloreto de cálcio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de maçã da cultivar Eva, produzidas em sistema de cultivo orgânico, provenientes da Estância Demétria, no município de Botucatu-SP, localizados a latitude de 22°58'14"S e longitude de 48°26'32"W. Neste experimento também foi realizada a caracterização físico-química de frutos de maçã cv. Eva do sistema de produção convencional, obtidas de produtores do município de Botucatu, colhidas na mesma época. Após a colheita os frutos foram selecionados quanto ao tamanho e a ausência de doenças e injúrias mecânicas, visando a uniformidade do lote. A seguir os frutos foram lavados em água corrente e higienizados com a imersão dos mesmos em solução de vinagre por durante 5 minutos. No manejo pós-colheita de frutas o vinagre está entre as substâncias permitidas pelas normas em

vigor para produtos orgânicos. Os frutos originários da produção orgânica, foram imersos em solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) por 15 minuto, sendo os tratamentos constituídos pela utilização de diferentes concentrações do sal. O tratamento controle foi imerso em água destilada por igual período. Os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos pós-colheita: T1 – Controle (Testemunha orgânica); T2 – Solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) a 1%; T3 – Solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) a 1,5%; T4 – Solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) a 2%; T5 – Solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) a 2,5%.

Após a imersão os frutos foram colocados em bancada e secos naturalmente em temperatura ambiente, sendo posteriormente acondicionados em bandejas de polietileno e armazenados sob refrigeração em BOD a temperatura de 0±1°C e umidade relativa de 60 ± 6% durante 20 dias. Foram utilizados 75 frutos com três repetições por dia de análise para cada tratamento e as avaliações forma realizadas a cada 5 dias.

2.1. Análises

A perda de massa fresca foi determinada pela pesagem dos frutos em balança semi analítica da marca OWLABOR – carga máxima de 2000g e precisão de 0,01g, considerando a massa inicial de cada amostra, com os resultados expressos em percentagem.

A curva de respiração foi obtida pela avaliação dos frutos a cada 5 dias. A determinação da taxa de respiração, foi feita de forma indireta, em respirômetro, pela medida do CO₂ liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al. (1976). A taxa de respiração foi calculada pela Equação 1.

$$TCO_2 = \frac{2,2 \times (A-B) \times V}{P \times T \times V_2} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: TCO₂= Taxa de respiração em ml de CO₂ Kg de fruta-1 hora-1; B= Volume gasto em ml de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio-padrão antes da absorção de CO₂ - branco; A= Volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO₂ da respiração; V1= Volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO₂ (ml); P= Massa dos frutos (kg); T= Tempo das reações metabólicas (hora); V2 = Volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (ml); 2,2 = devido ao equivalente de CO₂ (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1 N.

Para determinação da coloração da casca e polpa foram utilizados 3 frutos por tratamento por dia de análise, totalizando 90 frutos durante a condução do experimento. As análises foram realizadas com o auxílio do colorímetro da marca konica minolta®. A cor foi expressa pelo sistema de coordenadas retangulares L, a* b* conforme a Comissão Internatinal de Eclairage (CIE) onde L expressa em porcentagem valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco), a* representa as cores vermelha (+) ou verde (-) e b* as cores amarela (+) ou azul (-). O aparelho foi calibrado com placa branca padrão de cerâmica A leitura foi feita na polpa e na casca dos frutos em 3 pontos diferentes.

Os teores de sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT) foram determinados seguindo as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (Zenobon et al., 2008).

O teor de sólidos solúveis foi medido, em leitura refratométrica em °Brix, a 20°C, com refratômetro digital. O índice de maturação foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

2.2. Preparo das amostras para avaliação de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

As amostras de maçã foram maceradas em nitrogênio líquido e armazenadas no freezer (18°C). O preparo dos extratos etanólicos utilizada à mistura de solvente etanol: água (80:20 v/v). Em seguida, foram pesados 1.0 g da maçã em tubos tipo Falcon no qual se adicionou 10 mL de etanol (80%). Os tubos contendo os extratos das amostras foram centrifugados a 4000xg durante 40 minutos a 4°C. Após a centrifugação, foi realizada a retirada do sobrenadante, estes colocados em frascos âmbar, até o momento das análises.

2.3 Análise de compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu utilizando ácido gálico como padrão de referência. Uma alíquota de 0,5 mL do extrato etanólico foi adicionada a 2,5 mL do reagente Folin Ciocalteu diluído em água destilada (1:10). Em seguida foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio a 4%. As leituras foram feitas após 2 h de incubação no escuro, em espectrofotômetro (UV Mini 1240, Shimadzu Co.) em 740 nm. Os resultados dos compostos fenólicos totais foram expressos em equivalente de ácido gálico, com base em uma curva de calibração de ácido gálico com concentrações variando de 5 a 100µg/mL. As análises foram realizadas em triplicata.

2.4. Atividade antioxidante pelo método DPPH

A atividade antioxidante foi determinada por meio da capacidade sequestrante do radical livre DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) segundo Mensor et al. (2001). Uma alíquota de 500µL do extrato etanólico foi colocada em tubo de ensaio contendo 3 mL de etanol absoluto e 300µL do radical DPPH em solução de etanol 0,5mM e incubada por 45 minutos, em temperatura ambiente (21°C) e ao abrigo da luz. A atividade anti-radical foi determinada na forma de atividade antioxidante (AA), pela equação: $AA (\%) = 100 - \left\{ \frac{(A_a - A_b) \times 100}{A_c} \right\}$. Onde: A_a = absorvância da amostra; A_b = absorvância do branco; A_c = absorvância do controle negativo.

O controle negativo foi feito substituindo-se o volume do extrato por igual volume do solvente utilizado na extração. O branco foi preparado substituindo o volume da solução de DPPH por igual volume de solvente.

2.5. Delineamento estatístico

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade pelo Assistat versão 7.6 beta. Para perda de massa foi empregada análise de regressão polinomial no software Excel 2007 da Microsoft.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perda de massa

Houve efeito significativo entre os fatores estudados (Figura 1). A perda de massa fresca (%) foi crescente ao

longo do experimento nos diferentes tratamentos realizados. E de modo geral, as maiores porcentagem de perdas de massa ocorreram a partir do 15º dia. As menores perdas de massa foram nos frutos controle (cultivo convencional e sem aplicação CaCl_2), onde no final dos 20 dias de armazenamento apresentavam perdas de 2,64%. Já o controle com frutos orgânicos, foi observado a maior porcentagem de perda de massa fresca chegando a 8,5% no final do período de armazenamento. De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), para a redução da qualidade da maioria das frutas e hortaliças, são necessárias perdas na umidade entre 5 e 10%.

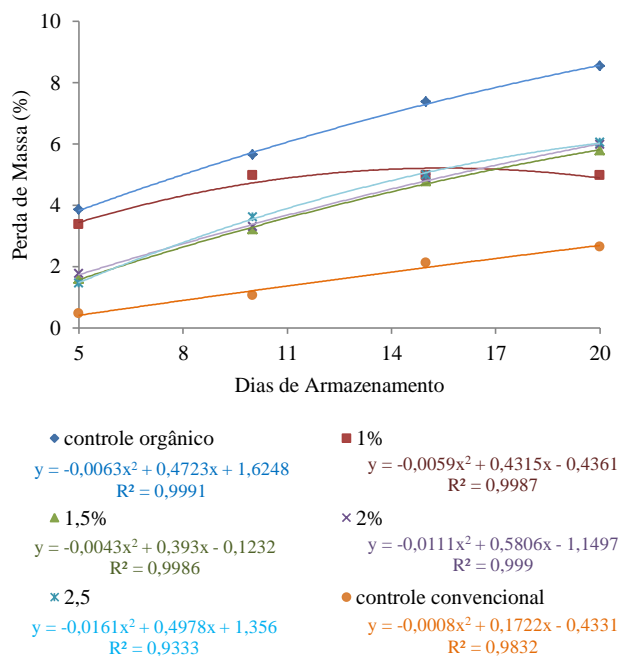


Figura 1. Perda de massa fresca (%) de maçã Eva orgânica frígarmazenadas submetidas à imersão em diferentes concentrações de CaCl_2 .

Os frutos que foram imersos em solução de CaCl_2 independentemente da concentração utilizada, tiveram menores porcentagens de perda de massa quanto comparados ao controle orgânico. Os resultados dos tratamentos com imersão na solução do cloreto de cálcio não apresentaram diferenças estatísticas entre eles. Porém, os frutos tratados com cloreto de cálcio a 2 e 2,5% apresentaram maiores perdas de massa no final do armazenamento com valores em torno de 6%. Martins et al. (2010) verificaram que maçãs cultivadas no sistema orgânico apresentaram menores teores de Ca nas frutas de maçã do que aquelas do sistema convencional.

Pode-se observar neste trabalho, que as frutas de maçãs orgânicas tratadas com imersão em CaCl_2 , obtiveram menores perda de massa fresca quando comparada às maçãs orgânicas imersas em água (controle), o que sugere a absorção de cálcio com aspecto positivo na conservação.

3.2. Atividade respiratória

Os frutos de maçã apresentam comportamento respiratório climatérico (Figura 2). Observou-se que a produção de CO_2 foi mais intensa nos frutos orgânicos. Todos os tratamentos mostraram atraso no pico

respiratório, quando comparados ao controle orgânico (5^o dia de armazenamento). Diversos autores relatam o benefício do cálcio na redução da respiração, conseqüentemente o atraso na senescência dos frutos, devido, sobretudo ao seu papel na permeabilidade das membranas e paredes celulares, e também sua atuação no metabolismo secundário (CONWAY et al., 1992; AWAD, 1993).

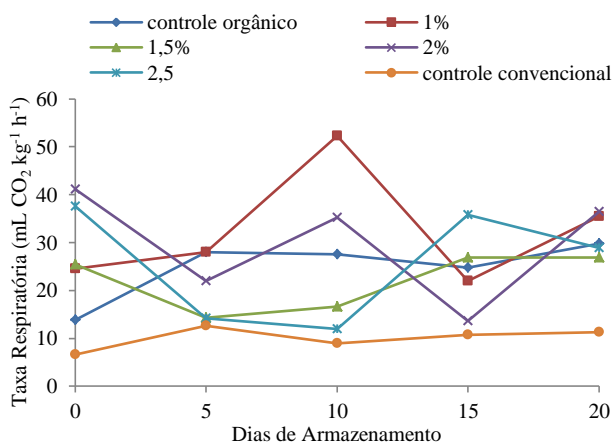


Figura 2. Atividade respiratória (mL de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) de maçã 'Eva' frigoarmazenada submetida à aplicação de cloreto de cálcio.

Nos frutos orgânicos nas doses de CaCl₂ acima de 1%, a produção de CO₂ foi menos intensa e os picos de respiração aos 15 e 20 dias de armazenamento respectivamente para a concentração de 2,5%, 1,5 e 2%.

A coloração é um atributo importante, pois é um fator de atração para o consumidor. A maçã 'Eva' tem como característica uma epiderme de coloração vermelho-escalate com estrias leves sobre fundo creme-amarelado lembrando a coloração da cv Gala (BERNADI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

Os parâmetros de luminosidade (L) e variações da cor (a*) referentes a cor da epiderme da maçã cv Eva orgânica mostraram que a interação não foi significativa, através da aplicação do teste F. Os valores médios de luminosidade foram de 47,16; 49,60; 49,11, 50,59; 51,02 e 53,83 % respectivamente para os tratamentos 1 a 5 e controle convencional.

Em relação às variações da cor (b*), não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1). O valor de cor (b*) para o controle convencional foi superior (6,05), demonstrando uma maior degradação da clorofila, com isso sua cor se apresentou mais amarela quando comparado aos frutos dos demais tratamentos. De acordo com Iglesias et al. (2008) a epiderme de maçãs não é considerada um índice de maturação, pois se desenvolve precocemente e varia grandemente em função de fatores ambientais e das cultivares.

Os resultados de luminosidade da polpa das maçãs orgânicas tratadas com CaCl₂, mostraram que a interação dos fatores (doses x tempo) não foi significativa, e ocorreram diferenças entre as médias dos tratamentos nos dias de armazenamento (Tabela 2). No primeiro dia de análise os frutos mostraram maior valor de luminosidade se comparado aos demais dias de armazenamento. Durante o armazenamento observou-se valores estáveis de

luminosidade, sendo que os menores índices encontrados no 15^o dia. Chagas et al. (2012) avaliando a coloração em maçãs 'Eva' verificaram que a luminosidade da casca apresentou média de 45,23 e a polpa uma luminosidade mais pálida corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Tabela 1. Cor b* da casca em maçãs 'Eva' submetidas à aplicação de CaCl₂.

Tratamentos	Média
Controle orgânico	4,97
1% CaCl ₂	5,23
1,5% CaCl ₂	5,12
2% CaCl ₂	5,31
2,5% CaCl ₂	5,24
CV%	9,56

Médias não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Luminosidade (%) da polpa de maçã 'Eva' submetidas à aplicação de CaCl₂ para diferentes dias de armazenamento.

Armaz.	0	5	10	15	20
Média	87,01a	85,70b	85,90ab	82,76b	84,26 ab
CV%	5,13				

Médias seguidas pela mesma letra, não diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para cor a* da polpa houve interação significativa (Tabela 3). Apenas os frutos tratados com cloreto de cálcio a 2%, apresentaram uma maior variação na cor a*. Os valores de cor a* foram negativos durante todo o período de avaliação indicando a presença do componente de cor verde, mas mostraram diminuição ao longo do armazenamento. Os valores de cor para maçãs cultivadas no sistema convencional foram de 1,65; 1,43, 1,74; 1,54 e 1,57 do dia 0 a 20.

Tabela 3. Cor a* da polpa da polpa de maçã 'Eva' submetidas à aplicação de CaCl₂.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20
Controle orgânico	0,9 bB	1,8 aA	1,7 aA	2,01 aA	2,00 aA
1% CaCl ₂	0,9 bB	1,6 aA	1,4 aA	1,76 aA	1,70 aA
1,5% CaCl ₂	0,9 bB	1,6 aA	1,4 aA	1,76 aA	1,70 aA
2% CaCl ₂	0,9 bC	1,5 aB	1,4 aB	1,9 aAB	2,13 aA
2,5% CaCl ₂	0,9 bB	1,5 aA	1,6 aA	1,69 aA	1,64 aA
CV%	15,82				

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a cor b* da polpa não houve interação significativa entre as doses de cloreto de cálcio e os dias de armazenamento, mantendo a coloração amarela da polpa constante com valores médios positivos de 24,04.

Não houve interação dupla significativa entre os fatores (tratamentos X dias) para os teores de SS, não sendo, portanto aplicado teste de comparação de médias (Tabela 4). Ocorreu diferença, através da aplicação do teste F, na média durante os dias de armazenamento. Os tratamentos com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (1%, 1,5%, 2% , 2,5%) não diferiram do controle orgânico. Para as maçãs do sistema convencional os valores de SS de 0 aos 20 dias de armazenamento foi respectivamente de 14,2; 13,2, 14,77; 13,9 e 11, 97, mostrando portanto um decréscimo do teores. O valor médio de SS foi de 13,61, inferior aos frutos de cultivo

orgânico. Os tratamentos com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (1%, 1,5%, 2%, 2,5%) e o controle orgânico, diferiram da testemunha com frutos provenientes do cultivo convencional.

Tabela 4. Sólidos solúveis (°Brix) das maçãs Eva, submetidos à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20	Média
Controle orgânico	13,9	15,0	15,4	15,8	15,5	15,1 a
1% CaCl ₂	13,9	15,8	16,2	15,5	15,5	15,7 a
1,5% CaCl ₂	13,9	15,2	16,2	15,1	14,4	15,4 a
2% CaCl ₂	13,9	14,5	15,4	14,7	15,7	14,9 a
2,5%CaCl ₂	13,9	15,3	15,5	15,2	14,3	14,9 a
Média	13,9 b	14,8 ab	15,6 a	15,0 a	15,2 a	
CV%	7,20					

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Não houve interação entre tratamento e dias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir do 5º dia de armazenamento, observa-se um aumento nos teores de SS, devido a solubilização dos polissacarídeos insolúveis (amido) em açúcares solúveis (Kramer, 1973), esta tendência ao aumento esta relacionada ao avanço do amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005), devido à solubilização dos polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis (KRAMER, 1973). Os teores de SS nos frutos que foram imersos em solução de cloreto de cálcio variaram de 13,9 a 15,77 °Brix, não diferindo do tratamento controle, demonstrando assim que as diferentes concentrações utilizadas como tratamento não tiveram influência neste atributo de qualidade. Wener et al. (2009), verificaram o mesmo comportamento em goiabas Cortibel submetidas a aplicação com cloreto de cálcio. Valores próximos ao desta pesquisa, foram verificados por Chagas et al. (2012) quando avaliou os atributos de qualidade cultivares de macieira da mesma cultivar nas condições subtropicais da região Leste paulista, para as maçãs cv. Eva os teores de sólidos solúveis ficou em média 15,22.

Entre os tratamentos e o período de dias analisados (0,5,10, 15,20), não houve interação significativa nos valores de pH do início ao final do experimento, tendo esse ficado entre 3,63 a 3,95 (Tabela 5). No entanto, foi constatada interação dentro de cada fator.

Valores médios do pH mostram que os tratamentos controle orgânico e CaCl₂ 2,0%, diferiram dos demais tratamentos apresentando os maiores valores. Apesar disso se observa que em função dos tratamentos recebidos houve pouco variação nos teores pH. Para maçãs do sistema convencional, a média dos valores foi de 3,78 aproximando-se destes dois tratamentos.

Tabela 5. Potencial hidrogeniônico (pH), obtidos de maçãs 'Eva', tratadas com diferentes concentrações de cloreto de cálcio em pós-colheita.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20	Média
Controle orgânico	3,73	3,81	3,72	3,74	3,67	3,73 b
1% CaCl ₂	3,73	3,78	3,74	3,62	3,57	3,68 a
1,5% CaCl ₂	3,73	3,72	3,59	3,56	3,66	3,65 a
2% CaCl ₂	3,73	3,84	3,7	3,68	3,63	3,71 b
2,5%CaCl ₂	3,73	3,73	3,67	3,57	3,67	3,67 a
Média	3,73 ab	3,81 a	3,69 b	3,66 c	3,66 c	
CV%	2,40					

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Não houve interação entre tratamento e dias de armazenamento pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com cloreto de cálcio nas diferentes concentrações utilizadas e o controle, não apresentaram diferenças significativas nos valores de AT, havendo manutenção ou pequena elevação desses valores ao longo do experimento (Tabela 6). Os tratamentos com 2% de CaCl₂ tiveram os menores valores de AT. De modo geral, foi observado como comportamento predominante uma diminuição nos teores de acidez titulável no 10 e 15º dias e posterior aumento no 20º dia, possivelmente devido o processo de amadurecimento dos frutos.

Tabela 6. Acidez titulável (g de ácido málico 100g⁻¹ de polpa) obtidos de maçãs 'Eva' tratadas com cloreto de cálcio em diferentes concentrações na pós-colheita.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20
Controle orgânico	0,69 aA	0,70 aA	0,67 aA	0,62 aA	0,84 aA
1% CaCl ₂	0,69 aB	0,80 a AB	0,63 aB	0,65 aB	0,96 aA
1,5% CaCl ₂	0,69 aAB	0,90 aA	0,68 a AB	0,67 aB	0,75 abAB
2% CaCl ₂	0,69 aABC	0,81 aA	0,53 aC	0,58 aBC	0,80 aAB
2,5%CaCl ₂	0,69 aA	0,79 aA	0,66 aA	0,68 aA	0,83 aA
CV%	13,97				

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

As maçãs do sistema convencional mostraram valores de 0,69; 0,40; 0,57; 0,46 e 0,55 g de ácido málico 100g⁻¹ de polpa dos 0 aos 20 dias de armazenamento, mostrando menores teores de acidez.

Paganini et al. (2004), trabalhando com maçãs cv. Eva produzidas em Santa Catarina, verificou que os valores de acidez foram em média de 0,41 g 100mL⁻¹ a classificando assim como doce, discordando dos resultados encontrados neste trabalho. No entanto, Chagas et al. (2012) avaliando os atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições da região leste paulista verificou que a cultivar Eva apresenta em média 0,63 g 100mL⁻¹, caracterizando-as como ácidas. Sugerindo que os valores de AT dependem não só da cultivar, mas principalmente das condições edafoclimáticas na qual é produzida.

A relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O comportamento da referida relação, nos diferentes tratamentos, pode ser observado na Tabela 7. Não houve interação significativa tanto entre os diferentes tratamentos, quanto no período de armazenamento. Havendo diferença apenas na média do índice de maturação no período de armazenamento.

Tabela 7. Índice de maturação (SS/AT) obtidos de maçãs 'Eva', submetidas a imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20	Média
Controle orgânico	20,53	21,45	23,41	25,69	18,54	21,93 a
1% CaCl ₂	20,53	19,87	25,66	23,88	17,71	21,53 a
1,5% CaCl ₂	20,53	17,93	23,87	22,84	22,10	21,45 a
2% CaCl ₂	20,53	17,82	29,87	25,67	19,78	22,73 a
2,5%CaCl ₂	20,53	19,53	23,60	23,98	17,47	21,02 a
Média	20,53 b	19,32 b	25,28 a	24,41 a	11,12 c	
CV%	3,07					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de compostos fenólicos totais das maçãs orgânicas imersas em solução de cloreto de cálcio mostram interação não significativa, não ocorrendo diferença entre as médias dos frutos dos diferentes tratamentos (Tabela 8), portanto, o uso do cloreto de cálcio nas diferentes concentrações testadas não tiveram influência no comportamento dos teores de compostos fenólicos totais.

Tabela 8. Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100 g⁻¹ polpa) obtidos de maçãs 'Eva', submetidas a imersão em diferentes concentrações de cloreto de cálcio.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20	Média
Controle orgânico	46,48	43,87	43,59	42,57	43,73	44,0a
1% CaCl ₂	46,48	44,08	44,29	43,91	40,74	43,9a
1,5% CaCl ₂	46,48	44,33	41,58	43,45	43,09	43,7a
2% CaCl ₂	46,48	45,68	42,58	43,42	42,89	44,2a
2,5%CaCl ₂	46,48	43,73	43,25	41,44	42,91	43,5a
Média	46,48 a	44,34 b	43,06 bc	42,96 bc	42,67 c	
CV%	15,01					

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Não houve interação entre tratamento e dias de armazenamento pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos dias de armazenamento observou-se diferença estatística significativa no dia zero de armazenamento, sendo que todos tratamentos mostraram diminuição dos valores ao longo do período de armazenamento. Segundo Robards et al. (1999) essa diminuição pode ser atribuída a uma série de alterações bioquímicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de amadurecimento. Estes incluem hidrólises de glicosídeos por glicosidases, oxidação de fenóis por fenoloxidades e polimerização de fenóis livres.

Os resultados da atividade antioxidante determinada pelo método DPPH mostram interação significativa para os frutos dos diferentes tratamentos ao longo dos dias de armazenamento (Tabela 9).

Tabela 9. Atividade antioxidante (%) obtidos de maçãs 'Eva', submetidas a imersão em diferentes concentrações de CaCl₂.

Armaz. (dias)	0	5	10	15	20
Controle orgânico	85,2 aA	91,3 aA	91,3 aA	85,3 abA	89,3aA
1% CaCl ₂	84,4 aA	89,5 aA	90,2 abA	76,2 cB	90,3 aA
1,5% CaCl ₂	82,4 aB	89,6 aA	91,0 abA	92,1 aA	74,1 bC
2% CaCl ₂	82,7 aBC	75,7 bC	84,0 bAB	83,9 bAB	90,6 aA
2,5%CaCl ₂	84,1 aB	84,7 aB	87,0 abAB	92,0 aA	83,9 aB
CV%	3,62				

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (tratamentos) e maiúscula na linha (tempo de armazenamento) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que no dia zero a atividade antioxidante não variou entre os tratamentos. A partir do 5º dia houve diferença estatística entre os tratamentos. Os frutos imersos em 2% CaCl₂, apresentaram valores inferiores aos demais tratamentos. No 15º dia de avaliação os tratamentos controle, 1,5 e 2,5% CaCl₂, mostraram as maiores porcentagens de capacidade antioxidante.

Para os frutos do tratamento controle não houve diferença estatística significativa durante os dias de armazenamento, apesar de ser notada queda nos valores da capacidade antioxidante. Entre o 5º e 10º dias de armazenamento, as maçãs submetidas a aplicação de CaCl₂ apresentaram uma maior capacidade antioxidante.

Rodríguez et al. (2010) trabalhando com amora, maracujá, goiaba e mamão, observaram que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos

frutos. Daiuto et al. (2011) observaram que frutos de abacate 'Fuerte' amadurecidos, ou seja, aptos ao consumo, apresentaram maior capacidade antioxidante (DPPH) em relação àqueles não amadurecidos ou em senescência. Kaur; Kapoor (2001) afirmam que os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos como consequência de processamento e armazenamento afetando, dessa forma, a capacidade antioxidante do alimento. As maçãs 'Eva' mostraram alta capacidade antioxidante pela metodologia utilizada nesta pesquisa e estas características foram mantidas ou apresentaram acréscimo ao longo do período experimental.

4. CONCLUSÕES

As maçãs orgânicas possuem menor período de conservação se comparadas aos frutos produzidos no sistema convencional. Aplicação de cloreto de cálcio nas maçãs orgânicas proporcionou menor perda de massa, produção menos intensa de CO₂ e atraso no pico climatérico em relação aos frutos orgânicos controle. Os parâmetros de qualidade (SS, pH, AT e IM) não foram influenciados pelas diferentes doses de cloreto de cálcio aplicadas. O uso do cloreto de cálcio nas diferentes concentrações testadas não tiveram influência no comportamento dos teores de compostos fenólicos totais, que diminuíram durante o armazenamento.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Oswaldo Bruno, da Estância Demétria de Botucatu-SP, pelo apoio a pesquisa, fornecendo os frutos para realização do experimento.

6. REFERÊNCIAS

AWAD, M. **Fisiologia pós - colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993.114p.

BERNARDI, J. et al. Cultivares e porta-enxertos. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.32-46.

BOTELHO, R.V. et al. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Branca de Kumagai', tratadas com cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.063-067, jan./mar. 2002.

BLEINROTH, E.W. et al. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.7, n.1, p.29-81, jan./abr. 1976.

CHAGAS, E. A. et al. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.10, p.1764-1769, out. 2012.

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

DAIUTO, E. R. et al. Antioxidant capacity and total phenolic content of hydrothermally-treated 'Fuerte' Avocado. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v.25, n.2, p.75-80, abr./jun. 2011.

IGLESIAS, I. et al. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight 'Gala' apple strains. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.119, n.1, p.32-40, dez. 2008.

ZENEBO, O. et al. (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic- the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.36, n.7, p.703-725, jul. 2001.

MARTINS, C. M. et al. Sistema de produção de macieira influenciam o teor de nutrientes no solo, no tecido foliar e na fruta. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.17, n.1, p.14-26, jan./jun. 2010

MENSOR, L. L. et al. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, n.2, p.127-130, mar. 2001.

PAGANINI, C. et al. Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físico-químicas (dados da safra 2001/2002). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1336-1343, nov./dez., 2004.

ROBARDS, K. et al. Phenolics compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, London, v.66, n.4, p.40-136, set. 1999.

RODRIGUEZ, L. et al. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). **Revista Alimentos Hoy**, Bogotá, v.19, n.21, p.16-34, set./dez. 2010.

SGANZERLA, E. et al. **Alimentos orgânicos no Brasil: história cultura e gastronomia**. Curitiba: Esplendor, 2013. 208p.

VIEITES, R. L. et al. Coservação de morango armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p.243-252, abr./jun. 2006

WENER, E. T. et al. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba Cortibel. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.511-518, abr./jun. 2009.