

ANDRADE JÚNIOR, VC; GUIMARÃES, AG; AZEVEDO, AM; PINTO, NAVD; FERREIRA, MAM. 2016. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. *Horticultura Brasileira* 34: 405-411. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362016003016>

Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento

Valter C Andrade Júnior¹; Amanda G Guimarães²; Alcinei M Azevedo³; Nísia AVD Pinto¹; Marcos AM Ferreira¹

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK, Diamantina-MG, Brasil; valterjr@ufvjm.edu.br; nisiavillela@yahoo.com.br; marcaumife2010@hotmail.com; ²Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil; amandaguimaraes@yahoo.com.br; ³Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, Brasil; alcineimistico@hotmail.com

RESUMO

O morango é um produto muito apreciado pelos consumidores devido às características organolépticas. Porém, os frutos do morangueiro são altamente perecíveis depois de colhidos, sendo necessário adotar medidas alternativas para prolongar o período de conservação dos frutos. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a conservação pós-colheita de frutos de cultivares de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. Os frutos de morangueiro utilizados no experimento foram cultivados na fazenda da empresa Mape Frutas, localizada no município de Datas-MG. Foram avaliados os frutos de oito cultivares (Festival, Campinas, Toyonoka, Dover, Oso Grande, Camarosa Diamante e Aromas). As condições de armazenamento e as análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Biomassa do Cerrado da UFVJM. As condições de armazenamento foram em câmara fria (temperatura média $2,34 \pm 0,78^\circ\text{C}$ e umidade relativa $89,93 \pm 4,14\%$) e condições ambiente (temperatura média $17,43 \pm 2,68^\circ\text{C}$ e umidade relativa $74,11 \pm 10,44\%$). As características foram analisadas por 12 dias, com avaliações a cada 3 dias: aparência, incidência de doenças, teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável total, vitamina C e firmeza. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial com oito cultivares de morangueiro e cinco tempos de armazenamento, com três repetições, avaliados separadamente nas duas condições de armazenamento. Em condições ambiente os frutos de morangueiro podem ser armazenados por no máximo três dias. O armazenamento em câmara fria proporciona maior conservação pós-colheita de frutos de morangueiro, podendo os frutos ser armazenados até doze dias. A cv. Festival apresentou melhor conservação pós-colheita nas duas condições de armazenamento, enquanto que as cvs. Toyonoka e Campinas apresentaram maior incidência de doenças e menor firmeza de frutos quando comparadas com as outras cultivares.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, refrigeração, câmara fria, qualidade físico-química.

ABSTRACT

Postharvest conservation of strawberry fruits at different storage conditions

Strawberry is a product appreciated by consumers due to the organoleptic characteristics. However, strawberry fruits are highly perishable after harvest, so alternative measures to prolong the shelf life of fruits are necessary. The objective of this experiment was to evaluate the fruit postharvest conservation of strawberry cultivars under different storage conditions. Strawberry fruits of eight cultivars (Festival, Campinas, Toyonoka, Dover, Oso Grande, Camarosa, Diamante and Aromas) were grown at "Mape Frutas" farm, in Datas municipality, Minas Gerais State, Brazil. Strawberry fruits were stored at cold storage ($2.34 \pm 0.78^\circ\text{C}$; $89.93 \pm 4.14\%$ RH) and environmental conditions ($17.43 \pm 2.68^\circ\text{C}$; $74.11 \pm 10.44\%$). The experimental design was randomized blocks in a factorial arrangement with eight strawberry cultivars and five storage times, with three replications. Fruits appearance, disease incidence, total soluble solids, titratable acidity, vitamin C and firmness were evaluated every 3 days, until 12 days. At room condition, strawberry fruit could be stored for only three days. Fruits kept in cold chamber kept quality until 12 days. Cv. Festival had the best postharvest shelf life in both storage conditions and cvs. Toyonoka and Campinas showed higher incidence of diseases and less fruit firmness when compared to the other cultivars.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, refrigeration, cold chamber, physicochemical quality.

(Recebido para publicação em 17 de outubro de 2014; aceito em 14 de março de 2016)

(Received on October 17, 2014; accepted on March 14, 2016)

O morango (*Fragaria x ananassa*) é consumido em muitos países por apresentar características sensoriais atrativas e nutricionais bem definidas (Gimenez *et al.*, 2008), sendo assim, muito valorizados na comercialização que pode ser na forma *in natura* ou processados (Madali *et al.*, 2007). A cultura se caracteriza também pela intensa de-

manda de mão-de-obra, que na maioria das vezes é familiar, contribuindo para a geração de renda e melhoria da qualidade de vida (Oliveira *et al.*, 2008).

Um dos grandes problemas do fruto é a baixa conservação pós-colheita, pois se trata de um produto altamente perecível que possui rápida perda de água nos seus tecidos em função da alta taxa respiratória (Mirahmadi *et al.*, 2011), além de ser suscetível à incidência de fungos que acarretam perdas consideráveis, tanto nutritivas quanto econômicas (Malgarim *et al.*, 2006; Reis *et al.*, 2008).

Dependendo da temperatura durante o armazenamento, podem ocorrer alterações nas principais transformações químicas e físicas de interesse comercial do fruto, destacando-se principalmente modificações nos teores de carboidratos, ácidos orgânicos, pigmentos, compostos voláteis, textura e peso (Flores-Cantillano *et al.*, 2008; Pompeu *et al.*, 2009). Baixas temperaturas durante o armazenamento contribuem na redução da atividade microbiana e minimizam as mudanças na composição química como o teor de ácidos orgânicos, proporcionando maior segurança e qualidade do produto (Flores-Cantillano *et al.*, 2008), além de ser uma alternativa para aumentar a conservação dos frutos e hortaliças frescas através da redução de sua taxa respiratória (Chitarra & Chitarra, 2005).

A contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade dos frutos é em termos de sabor e propriedades geleificantes das pectinas, além de poderem regular o pH celular podem influenciar o desenvolvimento de pigmentos dos frutos (Flores-Cantillano *et al.*, 2008). Visando o consumo *in natura*, as características preferidas pelo mercado consumidor são a alta firmeza e frutos grandes, o que garante boa classificação e aparência (Vicente *et al.*, 2004).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de morangueiro utilizados no experimento foram produzidos na

fazenda da empresa Mape Frutas Ltda., localizada no município de Datas-MG (altitude 1.244 m). As mudas de morangueiro foram cultivadas em delineamento experimental de blocos casualizados, com oito cultivares (Festival, Campinas, Toyonoka, Dover, Oso Grande, Camarosa, Diamante e Aromas) e três repetições. As parcelas experimentais foram compostas por dezoito plantas espaçadas de 30x30 cm, com área útil de dois metros quadrados. O plantio deu-se em março de 2012 sob cultivo protegido em túnel baixo coberto com plástico de 75 micras de espessura com altura de 80 cm da superfície do canteiro. O canteiro foi coberto com plástico ("mulching") branco de trinta micras, com 20 cm de altura, 64 m de comprimento e 1 m de largura. A fertirrigação foi realizada por meio de tubos gotejadores e os tratamentos culturais recomendados pela cultura. Os frutos foram colhidos manualmente em setembro de 2012 com estágio de maturação de 50 a 75%.

As condições de armazenamento e as análises para avaliação da conservação pós-colheita foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Biomassa do Cerrado, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no Campus JK, em Diamantina-MG. Os morangos passaram por nenhuma lavagem simulando a situação utilizada pelo produtor. Em seguida foram embalados com filme de PVC de 15 μ em bandejas de isopor de 15x15 cm, e armazenados em duas condições por 12 dias: condições de refrigeração em câmara fria (temperatura média 2,34 \pm 0,78°C e umidade relativa 89,93 \pm 4,14%) e condições ambiente (temperatura média 17,43 \pm 2,68°C e umidade relativa 74,11 \pm 10,44%). A temperatura e umidade foram medidas utilizando termohigrografo digital marca Data Logger modelo HT-500.

Para as análises de aparência e incidência de doenças, foram utilizadas uma bandeja por cultivar, com 10 morangos cada e três repetições, com total de três bandejas por tratamento e avaliadas a cada 3 dias de armazenamento.

Para a determinação dos teores de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), firmeza e vitamina C, foi utilizada uma bandeja por cultivar,

com 4 frutos cada e três repetições, com total de três bandejas por tratamento e avaliadas a cada 3 dias de armazenamento.

A aparência foi realizada de acordo com as normas do IAL (2008). Atribuiu-se nota 3 aos frutos em boas condições de comercialização quanto ao aspecto, nota 2 em condições razoáveis e, nota 1 aos frutos em condições inadequadas de comercialização.

A avaliação da ocorrência de doenças foi feita com base nos 10 frutos por bandeja. Considerando a quantidade de frutos com sintomas, ou seja, 0% para nenhum fruto com sintoma de doença até 100% todos os 10 frutos com sintomas.

Os teores de sólidos solúveis totais foram determinados por leitura em refratômetro de bancada portátil (QUÍMIS ISSO-9002), escala 0-32 °Brix (IAL, 2008).

A acidez titulável total foi determinada por titulação da amostra com uma solução titulante de hidróxido de sódio (NaOH) na concentração 0,1 N padronizada com biftalato de potássio (titulometria de neutralização). Utilizou-se solução de fenolftaleína como indicadora da viragem. Os resultados obtidos foram expressos em g ácido cítrico/100 g de amostra (IAL, 2008).

O teor de vitamina C foi determinado por método colorimétrico baseado na redução do 2,6-diclorofenolindofenol-sódico (DFI), padronizado com ácido ascórbico (AOAC, 2000). Os resultados foram expressos em mg ácido ascórbico/100 g de amostra.

A firmeza dos frutos foi determinada com penetrômetro FT 327, com ponteira de 8 mm, em dois pontos opostos na região equatorial dos quatro frutos de cada cultivar. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

Para as condições em câmara fria as análises estatísticas foram realizadas considerando o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 8x5, sendo oito cultivares, e cinco tempos de avaliação (0, 3, 6, 9, 12 dias de armazenamento) com 3 repetições. Para as condições ambientais, as análises de aparência e incidência de doenças foram realizadas utilizando o esquema fatorial

igual ao utilizado para a câmara fria, porém para os sólidos solúveis totais, acidez titulável total, firmeza e vitamina C, o esquema fatorial foi de 8x2, sendo oito cultivares e apenas dois tempos de avaliação (0 e 3 dias de armazenamento) com 3 repetições, devido à perecibilidade dos frutos nesta condição.

Realizou-se a análise de variância e quando identificada diferença significativa pelo teste F, as médias foram comparadas utilizando-se o teste Tukey, adotando-se o nível de 5% de

significância, utilizando-se o programa computacional software Sisvar 5.1 (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas condições de armazenamento houve interação entre o tempo de armazenamento e as cultivares para a variável incidência de doenças. A incidência de doenças nas condições ambientais começou a aparecer três

dias após o armazenamento, sendo a cultivar Toyonoka com maior incidência (40,0%), porém não diferindo da Campinas, com 33,3% (Tabela 1). Na câmara fria, a incidência de doenças começou nos frutos de todas cultivares no nono dia de armazenamento com média de 6,7% de incidência e ao décimo segundo dia após o armazenamento os frutos das cultivares Toyonoka e Campinas apresentaram também a maior incidência de doenças com 43,3% e 30,0%, respectivamente. O fato destas duas cultivares

Tabela 1. Incidência de doenças e aparência de frutos de cultivares de morangueiro em diferentes tempos e condições de armazenamento (disease incidence and appearance of strawberry cultivars fruits at different times and storage conditions). Diamantina, UFVJM, 2013.

Incidência de doenças (%)										
Armazenamento	Tempo (dias)	Aromas	Camarosa	Campinas	Diamante	Dover	Festival	Oso Grande	Toyonoka	Média
Ambiente	0	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Da	0,0 Ca	0,0 Ca	0,0 Ba	0,0 Da	0,0 Ca	0,0 D
	3	20,0 Cbc	23,3 Cbc	33,3 Cab	10,0 Cc	16,7 Bc	10,0 Bc	10,0 Dc	40,0 Ba	20,4 C
	6	76,7 Babc	66,7 Bd	83,3 Babc	76,7 Bbcd	96,7 Aa	93,3 Aa	70,0 Ccd	90,0 Aab	81,7 B
	9	93,3 Aa	96,7 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	96,7 Aa	100,0 Aa	98,3 A
	12	93,3 Aa	96,7 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa	96,7 Aa	100,0 Aa	98,3 A
Média		56,7 c	56,7 bc	63,3 ab	57,3 abc	62,7 ab	60,6 abc	54,7 c	66,0 a	59,7
Câmara Fria	0	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0 C
	3	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0 C
	6	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0 C
	9	10,0 ABA	3,3 Aa	6,7 Ba	0,0 Aa	6,7 Ba	3,3 Ba	10,0 Aba	13,3 Ba	6,7 B
	12	16,7 Abc	10,0 Ac	30,0 Aab	10,0 Ac	20,0 Abc	20,0 Abc	16,7 Abc	43,3 Aa	20,8 A
Média		5,3 ab	2,7a b	7,3 ab	2,0 b	5,3 ab	2,7 ab	5,3 ab	11,3 a	5,5
Aparência*										
Armazenamento	Tempo (dias)	Aromas	Camarosa	Campinas	Diamante	Dover	Festival	Oso Grande	Toyonoka	Média
Ambiente	0	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 A
	3	2,0 Ab	2,0 Ab	1,7 Abc	3,0 Aa	1,3 Ac	3,0 Aa	3,0 Aa	1,7 Abc	2,2 B
	6	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 C
	9	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 C
	12	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 Aa	1,0 C
Média		1,6 ab	1,6 ab	1,5 b	1,8 a	1,5 b	1,8 a	1,8 a	1,5 b	1,6
Câmara Fria	0	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 A
	3	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 A
	6	2,7 Aa	3,0 Aa	2,3 AB	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	3,0 Aa	2,3 AB	2,8 AB
	9	2,3 Aab	2,7 Aab	2,0 Bb	3,0 Aa	2,7 Aab	2,7 Aab	3,0 Aa	2,0 Bb	2,5 B
	12	2,3 Aa	2,7 Aa	2,0 Cb	2,7 Aa	2,3 Aa	2,3 Aa	2,3 Aa	2,0 Cb	2,3 B
Média		2,7 a	2,9 a	2,5 b	2,9 a	2,8 a	2,8 a	2,9 a	2,5 b	2,7

*Notas 1= frutos com aspecto inadequado para comercialização (fruits with inappropriate aspect for marketing); 2= aspecto razoável para comercialização (fruits with acceptable aspect for marketing); 3= frutos com bom aspecto para comercialização (fruits with good aspect for marketing). Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) {means followed by the same small letter in line and uppercase letter in column do not differ by Tukey test (p<0.05)}.

Tabela 2. Valores médios de sólidos solúveis totais, vitamina C e firmeza de frutos de cultivares de morangueiro em diferentes tempos de armazenamento e condições ambientais (average values of total soluble solids, vitamin C and fruit firmness of strawberry cultivars in different storage times and environmental conditions). Diamantina, UFVJM, 2013.

Tempo (dias)	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Vitamina C (mg ác. ascórbico/100 g)	Firmeza (N)
0	6,1 b	66,1	7,2 a
3	6,7 a	64,0	5,5 b
Cultivares			
Aromas	5,5 c*	48,6 d*	8,6 a*
Camarosa	6,9 b	65,6 c	6,7 ab
Campinas	6,7 b	74,1 bc	5,1 b
Diamante	5,4 c	46,2 d	5,5 ab
Dover	5,5 c	45,5 d	6,9 ab
Festival	6,6 b	75,6 abc	7,2 ab
Oso Grande	6,3 bc	79,4 ab	6,5 ab
Toyonoka	8,2 a	85,4 a	4,6 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$) {means followed by the same small letter in column do not differ by Tukey test ($p < 0,05$)}

(Toyonoka e Campinas) apresentarem frutos com maior incidência de doenças nas duas condições de armazenamento pode ser devido à estrutura da epiderme de cada cultivar, pois estas estavam mais moles o que pode estar relacionado a uma fina camada da epiderme facilitando a entrada de patógenos (Chitarra & Chitarra, 2005). Em morangos da cultivar Aromas armazenados a 0°C e 90-95% UR, Flores-Cantillano *et al.* (2008) encontraram 40% de incidência de doenças aos 9 dias de armazenamento. Zaicovski *et al.* (2006), em estudos com morangos da cultivar Camarosa, armazenados a 0°C e 90-95% UR mais três dias a 8±1°C e 80 a 85% de UR, observaram 22,2% de incidência de doenças após 8 dias. Tibola *et al.* (2007), com morangos da cultivar Camarosa armazenados a 0±0,5°C e 90±5% UR, por oito dias, encontraram 13,3% de incidência de doenças, valores maiores que os encontrados neste trabalho para esta cultivar em condições de câmara fria. As diferenças de incidência de doenças encontradas por diferentes autores em comparação com o presente estudo, podem estar relacionadas ao grau de maturação dos frutos colhidos (Chitarra & Chitarra, 2005), pois frutos mais maduros tendem a durar menor tempo.

Para a aparência também foi observada interação entre o tempo de armazenamento e as cultivares nas duas condições de armazenamento (Tabela 1). Nas condições ambiente, a partir do sexto dia de armazenamento, os morangos de todas as cultivares tornaram-se impróprios para o consumo (nota 1). Em câmara fria, os frutos das cultivares Campinas e Toyonoka apresentaram, aos 12 dias de armazenamento, notas mais baixas em relação às demais cultivares com nota 2, o que é razoável. A similaridade destas duas cultivares pode estar relacionada com frutos de maior incidência de doenças neste mesmo tempo. Em trabalhos com morangos cultivar Oso Grande armazenados sob condições de refrigeração (0±1°C e 85-90% UR) por 12 dias, Silva (2004) observou nota de aparência de 2,6 no final do armazenamento, valor semelhante ao encontrado no presente estudo para a mesma cultivar em câmara fria, com nota média 2,3 aos 12 dias.

Devido à perecibilidade dos morangos no armazenamento em condição ambiente, as análises dos teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável total e vitamina C foram realizadas somente em dois tempos de armazenamento (0 e 3 dias). Para as características sólidos solúveis totais, vitamina C e firmeza não

houve interação entre o tempo de armazenamento e as cultivares nas condições ambientais, porém para estas mesmas características no armazenamento refrigerado foi observada significância (Tabela 2).

O teor de sólidos solúveis é um dos atributos de qualidade quanto ao sabor, pois indicam a quantidade de açúcares existentes no fruto (Portela *et al.*, 2012). Nas condições ambientais foi observado que a cultivar Toyonoka apresentou elevado teor com 8,2°Brix, e em relação ao tempo de armazenamento teve um aumento do tempo zero para o tempo três dias (6,1 para 6,7°Brix). Esse fato pode ser devido à perda de água dos frutos e diminuição da sua acidez e conseqüentemente concentração de sólidos solúveis (Silva, 2004; Chitarra & Chitarra, 2005).

Para os morangos armazenados em câmara fria, a cultivar Toyonoka (6,6°Brix) e a Camarosa (6,5°Brix) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis totais, não diferindo significativamente da cultivar Festival (6,2°Brix). Observou-se que em média houve diminuição do início ao fim do período de armazenamento (5,8 para 5,1°Brix) (Tabela 3). Tal redução pode ser atribuída, em parte à mobilização de sólidos solúveis totais para a respiração, constituídos principalmente pelos açúcares (glicose, frutose e sacarose), ácidos orgânicos e pectinas solúveis (Pelayo-Zaldívar *et al.*, 2005). Costa (2009) também encontrou esta diminuição durante o tempo de armazenamento de 5°C sob 90-95% UR, em diferentes cultivares de morango. Esses resultados são contrários aos observados nas condições ambiente, quando houve aumento no teor de sólidos solúveis totais (Tabela 2), devido provavelmente à grande perda de água e concentração destes sólidos.

A vitamina C é sensível aos agentes físico-químicos, como luz, oxigênio, temperatura e longos períodos de estocagem que aceleram sua perda (Brackmann *et al.*, 2011). Sob condições ambiente não foi alterado o teor de vitamina C nos dois tempos de avaliação, justamente pelo curto prazo entre as avaliações, e a cultivar Toyonoka foi a que apresentou a maior quantidade com 85,4 mg ácido ascórbico/100 g,

Tabela 3. Valores médios de sólidos solúveis totais, vitamina C e firmeza de frutos de morangueiro em diferentes tempos de armazenamento em câmara fria (average values of total soluble solids, vitamin C and fruit firmness of strawberry at different times of cold storage). Diamantina, UFVJM, 2013.

Análises	Tempo (dias)	Cultivares								Média
		Aromas	Camarosa	Campinas	Diamante	Dover	Festival	Oso Grande	Toyonoka	
Sólidos solúveis totais (°Brix)	0	5,0 Abc	6,2 Aab	6,2 Aab	5,0 Abc	4,8 Bc	6,7 Aa	5,3 ABbc	7,0 Aa	5,8 AB
	3	5,0 Ac	6,7 Aab	5,8 Abc	5,5 Abc	6,2 Aabc	6,7 Aab	6,2 Aabc	7,2 Aa	6,1 A
	6	5,2 Abc	7,0 Aa	6,0 Aab	5,2 Abc	4,2 BCc	6,7 Aab	6,0 ABab	6,3 Aab	5,7 AB
	9	5,3 Aab	6,2 Aa	5,5 Aba	5,3 Aab	4,2 BCb	5,8 Aa	6,0 Aba	6,5 Aa	5,6 B
	12	4,3 Ade	6,3 Ade	4,7Acde	5,5 Abcd	3,5 Ce	5,7 Aabc	5,0 Bbcd	6,2 Aab	5,1 C
	Média	5,0 de	6,5 a	5,6 bc	5,3 cd	4,6 e	6,2 ab	5,7 bc	6,6 a	5,7
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 g)	0	50,9 Ac	77,8 Aa	83,4 Aa	43,9 Bc	63,2 Ab	82,4 Aa	80,6 Aa	84,3 Aa	70,8 A
	3	47,1 Ac	67,1 Bb	76,4 ABab	46,0 Abc	53,3 Abc	77,9 ABab	79,2 Aa	79,7 Aa	65,8 B
	6	45,0 Ac	62,9 Bb	70,6 Bab	50,3 Abc	50,6 Bc	71,1 BCab	77,5 Aba	74,2 Aab	62,8 BC
	9	52,0 Ac	66,2 Bab	68,0 BCab	53,6 Abc	44,0 Bc	65,8 Cb	68,2 BCab	77,8 Aa	62,0 BC
	12	51,9 Acd	62,6 Bbc	58,1 Cbcd	55,3 Abcd	47,9 Bd	64,8 Cab	65,0 Cab	75,3 Aa	60,1 C
	Média	49,4 d	67,3 c	71,3 bc	49,8 d	51,8 d	71,4 abc	74,1 ab	78,3 a	64,3
Firmeza (N)	0	10,2 Aab	6,9 Ac	8,6 Aabc	9,5 Aabc	7,5 ABbc	10,9 Aa	7,8 Aabc	3,1 Ad	8,0 A
	3	8,8 Aa	7,5 Aab	7,8 Aab	10,1 Aa	10,1 Aa	9,2 Aa	9,2 Aa	5,5 Ab	8,5 A
	6	9,5 Aa	8,4 Aab	4,3 Bc	8,9 Aba	5,6 Bbc	10,0 Aa	9,9 Aa	3,8 Ac	7,54 AB
	9	9,3 Aa	8,5 Aa	7,6 Aa	8,0 Aba	8,2 Aba	10,2 Aa	10,4 Aa	2,7 Ab	8,1 A
	12	8,4 Aa	6,2 Aa	6,3 Aba	6,4 Ba	7,0 Ba	8,3 Aa	8,4 Aa	2,7 Ab	6,7 B
	Média	9,2 a	7,5 bc	6,9 cd	8,6 ab	7,7 bc	9,7 a	9,1 ab	3,6 d	7,8

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) {means followed by the same small letter in line and uppercase letter in column do not differ by Tukey test ($p < 0.05$)}.

não diferindo significativamente das cultivares Oso Grande (79,4 mg ácido ascórbico/100 g) e Festival (75,6 mg ácido ascórbico/100 g) (Tabela 2). Para os frutos mantidos na câmara fria estes teores tiveram em média maior valor nas mesmas cultivares, sendo a Toyonoka com 78,3 mg ácido ascórbico/100 g e a Oso Grande com 74,1 mg ácido ascórbico/100 g (Tabela 3). Durante os dias de armazenamento nesta condição houve a diminuição destes teores (70,8 para 60,1 mg ácido ascórbico/100 g). Esta redução é devido à alta atividade pós-colheita da enzima ácido ascórbico oxidase e à menor capacidade de sintetizar esse ácido durante este período (Paraskevopoulou-Paroussi & Vassilakakis, 1995; Calegari *et al.*, 2002; Brackmann *et al.*, 2011). Brackmann, *et al.* (2011) verificaram em diferentes cultivares e clones de morangueiro que os teores de vitamina C no momento da colheita e após 10 dias de armazenamento a $-0,5^{\circ}\text{C}$ diminuíram, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

A manutenção da firmeza da polpa dos frutos é um importante atributo de qualidade no manejo pós-colheita, pois está associada às melhores condições de conservação e aspecto visual (Brackmann *et al.*, 2011). Sob condições ambiente, a firmeza dos frutos reduziu, em média, de 7,2 a 5,5 N (Tabela 2) após o armazenamento e a cultivar Aromas foi, em média, a que apresentou a maior firmeza com 8,6 N e as cultivares Toyonoka (4,6 N) e Campinas (5,1 N) foram as menos firmes. A baixa conservação pós-colheita da cultivar Campinas já tinha sido constatada por Ronque (1998), devido a sua textura. As mudanças de textura dos frutos e hortaliças podem ser explicadas pela pectina solúvel, que é um polissacarídeo resultante da hidrólise parcial da protopectina insolúvel constituinte da parede celular (Flores-Cantillano *et al.*, 2008). A menor firmeza pode ser devido à ocorrência de transformações durante o amadurecimento dos frutos que liberou cálcio e solubilizou a proto-

pectina das paredes celulares, por ação enzimática, que conduz perda da firmeza dos frutos, prejudicando sua conservação pós-colheita (Chitarra & Chitarra, 2005). A firmeza também diminuiu na câmara fria, em média, do início ao final do armazenamento com 8,0 N e 6,7 N, respectivamente, com exceção das cultivares Aromas, Camarosa, Festival, Oso Grande e Toyonoka que não alteraram durante o armazenamento (Tabela 3). As cultivares Aromas (9,2 N) e Festival (9,7 N), seguida das cultivares Diamante (8,6 N) e Oso Grande (9,1 N) foram, em média, as que apresentaram frutos mais firmes e as cultivares Toyonoka (3,6 N) e Campinas (6,9 N) foram as que apresentaram frutos menos firmes. Com isso, pode-se perceber que estas duas últimas cultivares que tiveram frutos menos firmes são as mesmas que tiveram maiores incidências de doenças. Brackmann, *et al.* (2011) verificaram, em diferentes cultivares de morangueiro, que a firmeza também diminuiu após 10 dias de armazenamento a $-0,5^{\circ}\text{C}$ (de

Tabela 4. Valores médios de acidez titulável total (ATT) e razão sólidos solúveis totais/acidez titulável total (SST/ATT) em frutos de morangueiro em diferentes tempos e condições de armazenamento (average values of total titratable acidity (ATT) and ratio of total soluble solids/acidity (SST/ATT) in strawberry fruits at different times and storage conditions). Diamantina, UFVJM, 2013.

Armazenamento	Análises	Tempo (dias)	Cultivares								Média
			Aromas	Camarosa	Campinas	Diamante	Dover	Festival	Oso Grande	Toyonoka	
Ambiente	ATT (g ácido cítrico/100 g)	0	0,7 Aab	0,5 Ab	0,7 Aab	0,7 Aab	0,8 Aa	0,3 Bc	0,6 Aab	0,7 Aab	0,6 A
		3	0,7 Aa	0,6 Aab	0,4 Bb	0,7 Aa	0,6 Bab	0,5 Ab	0,5 Bb	0,5 Bb	0,6 B
	Média	0,7 a	0,6 c	0,6 c	0,7 a	0,7 abc	0,4 d	0,6 c	0,6 cd	0,6	
	SST/ATT	0	7,7 Ab	11,8 Ab	9,5 Bb	7,8 Ab	7,0 Ab	22,2 Aa	9,0 Bb	11,5 Bb	10,8 B
		3	7,9 Ad	12,9 Abc	15,8 Aab	7,5 Ad	9,4 Acd	13,4 Babc	14,7 Aab	18,2 Aa	12,5 A
Média	7,8 c	12,3 b	12,7 b	7,6 c	8,2 c	17,8 a	11,7 b	14,8 ab	11,6		
Câmara fria	ATT (g ácido cítrico/100 g)	0	0,5 ab	0,6 b	0,4 b	0,6 ab	0,6 a	0,6 ab	0,6 a	0,5 ab	0,5
		3	0,4 b	0,6 ba	0,4 b	0,5 ab	0,6 a	0,5 ab	0,5 b	0,6 ab	0,5
		6	0,5 a	0,6 ba	0,6 a	0,6 a	0,6 a	0,5 a	0,5 a	0,6 a	0,6
		9	0,5 b	0,7 a	0,5 b	0,4 b	0,5 b	0,5 b	0,5 b	0,5 b	0,5
		12	0,6 abc	0,7 a	0,4 c	0,5 bc	0,5 bc	0,5 bc	0,6 ab	0,5 bc	0,5
	Média	0,5 bc	0,7 a	0,5 c	0,5 bc	0,6 b	0,5 bc	0,6 b	0,5 b	0,5	
	SST/ATT	0	10,2 a	10,8 a	14,7 a	8,7 b	7,7 b	12,2 a	8,6 b	13,8 a	10,8
		3	11,2 a	10,3 a	13,3 a	10,2 a	9,7 b	13,7 a	13,5 a	12,1 a	11,7
		6	9,7 b	11,1 a	11,1 a	9,2 b	7,1 b	12,1 a	11,1 a	11,4 a	10,3
		9	11,0 b	8,5 b	11,4 b	18,8 a	8,1 b	12,0 ab	11,3 a	12,9 ab	11,8
12		7,7 b	8,7 b	11,7 a	10,2 b	6,7 b	12,1 a	8,1 b	11,5 a	9,6	
Média	9,9 ab	9,9 ab	12,3 ab	11,4 a	7,8 b	12,4 a	10,5 ab	12,3 a	10,8		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) {means followed by the same small letter in line and uppercase letter in column do not differ by Tukey test ($p < 0.05$)}.

9,9 N para 8,6 N). Nas duas condições de armazenamento, as cultivares Toyonoka e Campinas demonstraram ser menos firmes que as outras cultivares, o que pode ocasionar problemas no transporte dos frutos e diminuição da vida de prateleira.

Nas condições ambiente e em câmara fria houve efeito na interação entre o tempo de armazenamento e as cultivares para as características acidez titulável e na relação SST/ATT. As cultivares que apresentaram frutos mais ácidos em condições ambiente, foram Aroma e Diamante, ambas com 0,7 g ácido cítrico/100 g, não diferindo da cultivar Dover (0,7 g ácido cítrico/100 g) (Tabela 4). Já em câmara fria as cultivares não diferiram com o tempo de armazenamento apresentando, em média, 0,5 g ácido cítrico/100 g. A cultivar Camarosa armazenada sob baixa temperatura apresentou, em média, maior acidez com 0,6 g ácido cítrico/100 g. Em experimento para avaliar a vida de prateleira

de morangos armazenados por 8 dias a 3°C, Paraskevopoulou-Paroussi & Vanilakakis (1995), determinaram que a acidez diminuiu de 0,84 para 0,78 g ácido cítrico/100 g como no ambiente no presente estudo. Esta diminuição de acidez no tempo de armazenamento pode ser devido à degradação dos ácidos no processo respiratório (Brackmann *et al.*, 2011).

As cultivares Festival e Toyonoka foram em média as que apresentaram os maiores valores da relação SST/ATT (Ratio) em condições ambiente, 17,8 e 14,8, respectivamente (Tabela 4). O Ratio aumentou durante o armazenamento nesta condição, o que se deve à maior degradação dos ácidos, no processo respiratório dos frutos durante a conservação (Brackmann *et al.*, 2011). Já em câmara fria esta relação não foi alterada durante o tempo de armazenamento, possivelmente porque não houve alteração significativa nos teores de acidez titulável com média de 10,8 (Tabela 4).

Em relação às cultivares nesta condição de armazenamento, observou-se que a Diamante (11,4), Festival (12,4) e Toyonoka (12,3) apresentaram maiores SST/ATT. A razão entre sólidos solúveis e acidez é considerada um índice de qualidade, conferindo sabor mais agradável, tornando os frutos mais atrativos (Cordenunsi *et al.*, 2002). Quando esta razão é muito baixa, o produto é insípido e perde qualidade (Aked, 2002). Assim, provavelmente, os frutos das cultivares Festival e Toyonoka armazenados tanto em condições ambiente quanto em câmara fria terão boa aceitação pelo consumidor.

Logo, a condição de armazenamento em câmara fria teve maior eficiência na conservação dos morangos do que em condições ambiente. A cultivar Toyonoka, apesar de ter melhores características físico-químicas, apresenta juntamente com a cultivar Campinas maiores incidência de doenças, pior aparência e menor firmeza que as de-

mais cultivares, havendo a necessidade de outras práticas de conservação para que esta possa ser recomendada para os consumidores. Então, a cultivar Festival seria uma boa opção para ser recomendada neste estudo tanto para condições em câmara fria como no ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPEMIG e Capes pelas bolsas e recursos disponibilizados para o desenvolvimento do projeto. À empresa Multiplanta Biotecnologia Vegetal Ltda. pela doação das matrizes de morangueiro. A empresa Mape Frutas Ltda. pela doação dos frutos de morangos para a condução do projeto.

REFERÊNCIAS

- AKED, J. 2002. *Maintaining fruit and vegetable processing: Improving quality*, Jongen: Boca Raton. 388p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2000. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. Washington: Arlington, 858p.
- BRACKMANN, A; PAVANELLO, EP; BOTH, V; JANISCH, DI; SCHMITT, OJ; GIMÉNEZ, G. 2011. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. *Revista Ceres* 58: 542-547.
- CALEGARO, JJ; PEZZI, E; BENDER, RJ. 2002. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 1049-1055.
- CHITARRA, MIF; CHITARRA, AB. 2005. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio*. Lavras: UFLA. 785p.
- CORDENUNSI, BR; NASCIMENTO, JRO; GENOVESE, MI; LAJOLO, FM. 2002. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 2581-2586.
- COSTA, FB. 2009. *Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados*. Viçosa: UFV. 115p. (Tese doutorado).
- FERREIRA, DF. 2008. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* 6: 36-40.
- FLORES-CANTILLANO, RF; CASTAÑEDA, LMF.; TREPTOW, RO; SCHUNEMANN, APP. 2008. *Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 29p.
- GIMENEZ, G; ANDRIOLO, J; GODOI, R. 2008. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural* 38: 273-279.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Ed. Digital.
- MADALI, JCM; ANTUNES, LEC; JUNIOR, CR; BELARMINO, LC; NEUTZLING, DM; SILVA, BA. 2007. *Economia da produção de morango: Estudo de caso de transição para produção integrada*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 24p.
- MALGARIM, MB; FLORES CANTILLANO, RF; COUTINHO, EF. 2006. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 185-189.
- MIRAHMADI, F; HANAFI, QM; ALIZADEH, M; MOHAMADI, H; SARSAIFEE, M. 2011. Effect of low temperature on physico-chemical properties of different strawberry cultivars. *African Journal of Food Science and Technology* 2: 109-115.
- PARASKEVOPOULOU-PARAUSI, G; VASSILAKAKIS, M. 1995. Effects of temperature, duration of cold storage and packing on postharvest quality of strawberry fruit. *Acta Horticulture* 379: 337-44.
- PELAYO-ZALDÍVAR, C; EBELER, SE; KADER, AA. 2005. Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of California strawberries. *Journal of Food Quality* 28: 78-97.
- POMPEU, DR; BARATA, VCP; ROGEZ, H. 2009. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea*). *Alimentos e Nutrição* 20: 141-148.
- PORTELA, IP; PEIL, RN; RODRIGUES, S; CARINI, F. 2012. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro "Camino Real" em hidroponia. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 792-798.
- OLIVEIRA, RP; SCIVITTARO, WB; FINKENAUER, D. 2008. Produção de morangueiro da cv. Camino Real em sistema de túnel. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30: 681-684.
- REIS, KC; SINQUEIR, HH; ALVES, AP; SILVA, JD; LIMA, LCO; REIS, KC. 2008. Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande. *Ciência e Agrotecnologia* 32: 196-202.
- RONQUE, ERV. 1998. *Pós-colheita. A cultura do morangueiro*. Paraná: EMATER. 202p.
- SILVA, CS. 2004. *Qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmosfera modificada ativa*. Botocatu: UNESP. 108p. (Dissertação mestrado).
- TIBOLA, CS; MALGARIM, CMB; ZAICOVSKI, CB; PEGORARO, C; CERO, JD; FERRI, VC. 2007. Luz ultravioleta na inibição de podridões pós-colheita de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) "Camarosa". *Revista Brasileira de Agrociência* 13: 509-512.
- VICENTE, E; GIMENEZ, G; MANZZIONI, A; CABOT, M. 2004. Avances del programa de mejoramiento genético de frutilla en Uruguay. In.: SIMPÓSIO NACIONAL DE MORANGO. PELOTAS. Palestras, Embrapa Clima Temperado. p.38-45.
- ZAICOVSKI, CB; TIBOLA, CS; MALGARIM, MB; FERRI, VC; PEGORARO, C; CERO, JD; SILVA, PR. 2006. Resveratrol na qualidade pós-colheita de morangos "Camarosa". *Revista Brasileira de Agrociência* 12: 443-446.