



**FRUTOS DE CULTIVARES DE  
MORANGUEIRO SUBMETIDOS AO 1-MCP  
EM TEMPERATURAS REFRIGERADA E  
AMBIENTE**

**EDNALDO DA SILVA DANTAS**

**2017**

**EDNALDO DA SILVA DANTAS**

**FRUTOS DE CULTIVARES DE  
MORANGUEIRO SUBMETIDOS AO 1-MCP  
EM TEMPERATURAS REFRIGERADA E  
AMBIENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora:  
Profa. Dra. Tiyoko Nair Hojo Rebouças

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
2017

D211f Dantas, Ednaldo da Silva.  
Frutos de cultivares de morangueiros submetidos ao 1- MCP em temperaturas refrigerada e ambiente. / Ednaldo da Silva Dantas, 2017.  
90f.  
Orientador (a): Dra. Tiyoko Nair Hojo Rebouças  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração Fitotecnia, Vitória da Vitória da Conquista, 2017.  
Inclui referências. 78 - 88.  
1. Morango - Cultivo. 2. Cultivares – Albion e San Andreas. 3. Fra-Garia X Ananassa. 4. Área de concentração – Fitotecnia. I. Rebouças, Tiyoko Nair Hojo. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Agronomia – Área de Concentração Fitotecnia. III. T.  
CDD: 634.75

*Catálogo na fonte:* Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890  
UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
*Área de Concentração em Fitotecnia*

*Campus de Vitória da Conquista - BA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** “FRUTOS DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDOS AO 1-MCP EM TEMPERATURAS REFRIGERADA E AMBIENTE”.

**Autor:** Ednaido da Silva Dantas

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Tiyoiko Nair Hojo Reboças, D. Sc., ABH (Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Magno Queiroz Luz, D. Sc., UFU-Uberlândia/MG

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral, D. Sc., UESB/Jequié

Data de realização: 25 de abril de 2017.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383  
– Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900  
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

A Deus.  
À minha mãe, Lucivalda.  
Ao meu filho Arthur Victor.  
Às minhas irmãs.  
Aos meus sobrinhos.  
À minha namorada, Alba.  
A todos os professores, familiares  
e amigos.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que com sua grandeza e generosidade infinitas, nos concede sabedoria e capacidade para alcançar nossos objetivos;

À minha mãe, Lucivalda, pela formação social e humana, pelo amor, carinho e incentivo durante toda a minha vida;

Ao meu filho Arthur Victor, pelo carinho e compreensão;

Às minhas irmãs, Joise, Thamires, Janelza e Edna pelo amor, afeto e apoio;

Aos meus sobrinhos, Raissa, Felipe, Luís Eduardo, Amanda, Felipe e pelo amor e ternura;

À minha namorada, Alba, por todo apoio, incentivo, conselhos e compreensão;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela contribuição na minha formação acadêmica;

À Profa. Dra. Tiyoko Nair Hojo Rebouças, pela orientação, sábios conselhos, carinho e apoio durante todo o mestrado;

Aos professores, coordenação e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, pela oportunidade, conhecimentos e colaboração no desenvolvimento deste trabalho;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Aos professores da banca examinadora, pela disponibilidade de estarem presente neste ato e pela contribuição neste trabalho;

Ao Engenheiro Agrônomo Durval Souza, pelo grandioso auxílio na obtenção da matéria-prima;

Ao Prof. Dr. Alcebíades Rebouças São José, pela concessão da câmara refrigerada para realização de parte deste trabalho;

A todos os colegas do Laboratório Biofábrica, pela colaboração na execução deste trabalho: John, Jailson, Ranyelle, Erick, Danielle, Bia, Jamire, Paulo, Magno, Ivan, Ana Paula, Cintia, Lorena, Jecilene;

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação, especialmente aos da turma de ingresso em 2015.1, Caio, Léo e Josiane;

Aos meus familiares;

A todos que, de alguma forma, colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

DANTAS, E. S. **Frutos de cultivares de morangueiros submetidos ao 1-MCP em temperaturas refrigerada e ambiente**. Vitória da Conquista, Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, 2017. 90p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*.

As perdas pós-colheita de frutas e hortaliças causam prejuízos aos produtores, elevam os custos dos produtos e diminuem a oferta ao consumidor. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de frutos de duas cultivares de morango, submetido ao 1-Metilciclopropeno (1-MCP), armazenados sob temperatura refrigerada e ambiente. O trabalho foi conduzido no Laboratório Biofábrica da UESB, *campus* Vitória da Conquista, Bahia, em 2016. Foram avaliados morangos das cultivares Albion e San Andreas, selecionados em função do tamanho, firmeza (ao tato) e ausência de injúrias, lavados e desinfetados. Os frutos foram colocados em câmaras fechadas e submetidos ao tratamento com 100 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP pelo período de duas horas. Os frutos controle foram colocados em outras câmaras fechadas, porém sem a aplicação do 1-MCP. Realizaram-se dois experimentos: Experimento 1: após o período de aplicação do 1-MCP, os frutos foram embalados e armazenados sob temperatura de 4° C ± 1°C e umidade relativa de 90% ± 5% por 24 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições e 8 frutos por parcela, sendo adotado o esquema fatorial 13 x 2 x 2 - 13 tempos de avaliação (correspondentes aos dias 0; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22 e 24) duas cultivares (Albion e San Andreas) e dois tratamentos (tratados com 1-MCP e controle). Experimento 2: depois de embalados, os frutos foram armazenados em temperatura ambiente. Foi adotado o mesmo delineamento do armazenamento refrigerado, porém com diferença nos dias, que foram oito. Os frutos foram avaliados no dia da colheita e a cada 2 dias de armazenamento quanto à firmeza, perda de massa, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, antocianinas totais e carotenoides totais. Os resultados indicam que: o uso do 1-MCP não foi eficiente em alterar as características de qualidade avaliadas, pois estas evoluíram normalmente, em ambas as cultivares e condições de armazenamento. A cultivar Albion apresentou os melhores teores de pH, ácido ascórbico, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável e carotenoides totais. As cultivares estudadas se comportaram de forma similar ao longo do período de

---

\*Orientadora: Tiyoko Nair Hojo Rebouças, D. Sc., UESB.

armazenagem tanto sob refrigeração quanto em temperatura ambiente. A refrigeração preservou a qualidade dos morangos vinte dias, já na temperatura ambiente esse período foi de apenas quatro dias. De forma geral, no primeiro experimento os melhores teores das características avaliadas foram observadas nos dias 8 e 10, já no segundo foram observados aos dois dias do armazenamento.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa*, San Andreas, Albion, pós-colheita, físico-química.



## ABSTRACT

DANTAS, E. S. **Fruits of strawberry cultivars submitted to 1-MCP in refrigerated and ambient temperatures.** Vitoria da Conquista, Bahia: UESB, 2017. 90p. (Dissertation – Master's Degree in Agronomy, Levels area in Phytotechny)\*.

Post-harvest losses of fruits and vegetables cause losses to producers, raise product costs and reduce consumer supply. This study aimed to evaluate the fruit quality of two strawberries cultivars submitted to 1-Methylcyclopropene (1-MCP), stored under refrigerated and ambient temperature. The work was carried out at the UESB Biofabrica Laboratory, Campus Vitoria da Conquista, Bahia, in 2016. Strawberries of the Albion and San Andreas cultivars were selected, selected due to their size, firmness (touch) and absence of injuries, washed and disinfected. The fruits were placed in closed chambers and treated with 100 nL L<sup>-1</sup> of 1-MCP for a period of two hours. The control fruits were placed in other closed chambers, but without the application of 1-MCP. Two experiments were carried out: Experiment 1: after the application period of 1-MCP the fruits were packed and stored under a temperature of 4 °C ± 1 °C and relative humidity of 90% ± 5% for 24 days. The experimental design was completely randomized with 3 replicates and 8 fruits per plot, and the factorial scheme was adopted 13 x 2 x 2, being 13 evaluation times (corresponding to days 0; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14 (Albion and San Andreas) and two treatments (treated with 1-MCP and control). Experiment 2: after packed fruits were stored at room temperature. The same design of the refrigerated storage was adopted, but with difference in the storage days, which were eight. The fruits were evaluated on the day of harvest and every 2 days of storage for firmness, weight loss, pH, soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid, total anthocyanins and total carotenoids. The results indicate that: the use of 1-MCP was not efficient in altering the quality characteristics evaluated, since these evolved normally, in both cultivars and storage conditions. Albion showed the best pH, ascorbic acid, soluble solids, soluble solids ratio and titratable acidity and total carotenoids. The studied cultivars behaved similarly over the storage period, both under refrigeration and at room temperature. The refrigeration preserved the quality of the strawberries twenty days, already at room temperature this period was only four days. In general, in the first experiment the best contents of the characteristics evaluated were observed

---

\* Adviser: Tiyoko Nair Hojo Rebouças, D. Sc., UESB.

on days 8 and 10, while in the second they were observed at two days of storage.

**Keywords:** *Fragaria x ananassa*, San Andreas, Albion, post-harvest, physic-chemical.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Firmeza (N) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....51
- Figura 2 - Perda de massa (%) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....52
- Figura 3 - pH de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados à temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....54
- Figura 4 - Sólidos solúveis ( $^{\circ}$  Brix) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por vinte dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....55
- Figura 5 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....58
- Figura 6 - Relação sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....59
- Figura 7 - Ácido ascórbico ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$  de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....61
- Figura 8 - Antocianinas totais ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$  de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....62

|   |    |
|---|----|
| Figura 9 - Carotenoides totais (mg 100 g <sup>-1</sup> de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de 4±1°C e UR de 90% ± 5% por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016..... | 64 |
| Figura 10 - Firmeza (N) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....  | 66 |
| Figura 11 - Perda de massa (%) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....   | 67 |
| Figura 12 – pH de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....   | 69 |
| Figura 13 - Sólidos solúveis (° Brix) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....  | 71 |
| Figura 14 - Teores de acidez titulável (% de ácido cítrico) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados à temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....                          | 72 |
| Figura 15 - Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....                    | 73 |
| Figura 16 - Ácido ascórbico (mg 100 g <sup>-1</sup> de polpa) em frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....                      | 75 |
| Figura 17 - Antocianinas totais (mg 100 g <sup>-1</sup> de polpa) em frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....                  | 76 |

Figura 18 - Carotenoides totais (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.....78

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 16 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO.....   | 18 |
| 2.1 Características gerais do morango.....                             | 18 |
| 2.2 Importância econômica.....   | 20 |
| 2.3 Cultivar Albion.....   | 21 |
| 2.4 Cultivar San Andreas.....  | 22 |
| 2.5 Pós-colheita <i>do morango</i> .....                               | 23 |
| 2.6 Uso do 1-Metilciclopropeno (1-MCP) em pós-colheita.....            | 24 |
| 2.7 Características de qualidade.....                                  | 26 |
| 2.7.1 <i>Firmeza</i> .....   | 26 |
| 2.7.2 <i>Perda de massa</i> .....                                      | 28 |
| 2.7.3 <i>pH</i> .....  | 29 |
| 2.7.4 <i>Sólidos solúveis (SS)</i> .....                               | 30 |
| 2.7.5 <i>Acidez titulável (AT)</i> .....                               | 31 |
| 2.7.6 <i>Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)</i> ..... | 33 |
| 2.7.7 <i>Ácido ascórbico</i> .....                                     | 34 |
| 2.7.8 <i>Antocianinas totais</i> .....                                 | 36 |
| 2.7.9 <i>Carotenoides totais</i> .....                                 | 37 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 40 |
| 3.1 Matéria-prima.....   | 40 |
| 3.2 Preparo das amostras.....  | 41 |
| 3.3 Experimentos e delineamento experimental.....                      | 41 |
| 3.3.1 <i>Instalação dos experimentos</i> .....                         | 41 |
| 3.3.2 <i>Aplicação de 1-MCP</i> .....                                  | 42 |
| 3.3.3 <i>Delineamento experimental</i> .....                           | 43 |
| 3.4 Análises realizadas.....   | 44 |
| 3.4.1 <i>Perda de massa</i> .....                                      | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 3.4.2 Firmeza.....   | 44 |
| 3.4.3 pH.....  | 44 |
| 3.4.4 Sólidos solúveis.....  | 45 |
| 3.4.5 Acidez titulável.....  | 45 |
| 3.4.6 Relação Sólidos solúveis e acidez titulável.....             | 46 |
| 3.4.7 Ácido Ascórbico.....   | 46 |
| 3.4.8 Carotenoides totais e antocianinas totais.....               | 47 |
| 3.4.9 Análise estatística.....                                     | 47 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                      | 49 |
| 4.1 Experimento 1 - Armazenamento sob temperatura refrigerada..... | 49 |
| 4.1.1 Firmeza.....   | 49 |
| 4.1.2 Perda de massa.....  | 51 |
| 4.1.3 pH.....  | 53 |
| 4.1.4 Sólidos solúveis.....  | 55 |
| 4.1.5 Acidez titulável.....  | 56 |
| 4.1.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável.....             | 58 |
| 4.1.7 Ácido ascórbico.....   | 59 |
| 4.1.8 Antocianinas totais.....                                     | 61 |
| 4.1.9 Carotenoides totais.....                                     | 63 |
| 4.2 Experimento 2 - Armazenamento sob temperatura ambiente.....    | 65 |
| 4.2.1 Firmeza.....   | 65 |
| 4.2.2 Perda de massa.....  | 66 |
| 4.2.3 pH.....  | 68 |
| 4.2.4 Sólidos solúveis.....  | 69 |
| 4.2.5 Acidez titulável.....  | 71 |
| 4.2.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável.....             | 73 |
| 4.2.7 Ácido ascórbico.....   | 74 |
| 4.2.8 Antocianinas totais.....                                     | 75 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 4.2.9 Carotenoides totais..... | 77 |
| 5 CONCLUSÕES.....              | 79 |
| REFERÊNCIAS.....               | 80 |



## 1 INTRODUÇÃO

Frutas e hortaliças são componentes essenciais na dieta humana, pois fornecem vitaminas, minerais, fibras, energia e compostos bioativos, capazes de “desintoxicar” o organismo. Além de corresponderem às expectativas sensoriais dos consumidores, satisfazem as exigências e apelos por produtos saudáveis e agradáveis à visão, paladar, olfato e tato.

Na literatura é muito utilizada a expressão “pequenas frutas vermelhas” para designar culturas, como as de morango, framboesa, cereja e amora, dentre outras. Esses pequenos frutos que são consumidos e apreciados em todo o mundo, devido ao seu sabor e benefícios para a saúde, têm crescido em importância no Brasil. Dentro desse grupo a cultura do morango é a de maior expressão econômica.

O morango é um fruto agradável aos olhos, olfato e paladar, pois, quando maduro, apresenta coloração vermelho intenso, aroma e sabor peculiares que agradam consumidores em todo o mundo. Além disso, fornece nutrientes importantes para uma vida saudável.

O cultivo do morango no estado da Bahia, recentemente tem se destacado na região da Chapada Diamantina, onde as condições edafoclimáticas tem propiciado o desenvolvimento dessa cultura, sendo cultivado por produtores da agricultura familiar. Várias cultivares tem sido implantadas nessa região, com algumas se sobressaindo melhor que outras, dentre estas estão a Albion e a San Andreas.

Na produção de morango um dos grandes problemas é a conservação pós-colheita, visto que é um fruto altamente perecível depois de colhido, apresentando elevada taxa respiratória, grande susceptibilidade a danos mecânicos e fisiológicos e rápida deterioração microbiológica, o que causa restrição de tempo para a sua comercialização.

Devido a essa rápida perecibilidade é fundamental que o manejo pós-colheita seja adequado e com vista a preservar a qualidade durante o maior tempo possível, sendo esta uma etapa essencial do processo produtivo. Contudo, muitas vezes, não recebe a devida atenção dos envolvidos na cadeia produtiva.

Chitarra e Chitarra (2005) aponta que o armazenamento adequado é um dos principais fatores de sucesso na comercialização de frutos nas regiões tropicais, pois, deste depende a manutenção da qualidade. Essa afirmação se aplica com maior ênfase para frutos sensíveis como o morango, já que tem rápida deterioração na pós-colheita.

O armazenamento refrigerado é uma das técnicas mais utilizadas para aumentar a durabilidade, diminuir as perdas e manter a qualidade física e química dos frutos, porém não é a única e, sempre que possível, deve ser associada a outro mecanismo de conservação.

Uma das possíveis associações é a temperatura refrigerada com o uso de um regulador de etileno, visto que este hormônio vegetal é responsável, entre outras funções, pelo amadurecimento de frutas, mesmo naquelas espécies que não apresentam picos de síntese desse fitohormônio após a colheita, caso dos frutos não climatéricos.

Nesse sentido, é crescente o interesse em estudar o uso do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na pós-colheita de frutas, visto que este inibe a ação do etileno por meio de fixação irreversível ao receptor desse fitohormônio na membrana celular, bloqueando seu efeito, seja procedente de fontes internas ou externas.

Objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade e a conservação pós-colheita de frutos de duas cultivares de morangueiros submetidos ao 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sob temperaturas refrigerada a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $90\% \pm 5\%$  e ambiente a  $20^{\circ}\text{C}$  com umidade relativa de 75%.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características gerais do morango

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivado é um híbrido  $2n = 8x = 56$  cromossomos (SANTOS, 2003), resultante do cruzamento da espécie sul-americana *Fragaria chiloensis*, com a espécie norte americana *Fragaria virginiana* (SILVA e outros, 2007). Pertencente à família das rosáceas, o morango é o único representante dessa família no grupo das hortaliças (FILGUEIRA, 2007).

Embora tenha origem no continente americano, o cruzamento entre estas espécies se deu por acaso nos arredores de Brest, na França, por volta do ano de 1750, onde por muito tempo foi cultivado como ornamental nos jardins europeus (CASTRO, 2004).

É uma planta herbácea estolonífera de pequeno porte, rasteira, perene, com um pequeno caule denominado coroa que serve como órgão de armazenamento de reservas nutritivas, cujos nós dão origem às folhas. As folhas, por sua vez, possuem gemas axilares, as quais podem originar novas coroas, inflorescências ou estolões (FILGUEIRA, 2007). Embora seja perene, é cultivada como anual devido, principalmente, ao acúmulo de doenças de um ciclo para o outro que aumenta o custo de produção e reduz a produtividade (SANHUEZA e outros, 2005).

A propagação do morango ocorre de forma assexuada a partir dos estolhos que a planta emite. Estolhos são prolongamentos do tecido meristemático originados na axila das folhas trifoliadas, nesses são encontradas gemas meristemáticas ou nós de cujas bases partem as raízes, constituindo-se nas mudas. As mudas devem ser adquiridas de empresas idôneas, que utilizam material de boa qualidade fisiológica e fitossanitária, que são essenciais para o sucesso do cultivo (PORTELA e outros, 2012).

Possui sistema radicular fasciculado, com 95% das raízes nos primeiros 22 cm e profundidade efetiva localizada a 30 cm de profundidade (BUCCI; FAEDI; BARUZZI, 2010; CACCHI, 2012).

As folhas do morangueiro são trifoliadas, cada uma com um próprio pecíolo, unidas a um pecíolo principal. Variam em forma, espessura, textura e pilosidade segundo cada cultivar. Vivem de um a três meses. Na base das folhas podem ser encontradas também folhas modificadas chamadas de estípulas (CARVALHO, 2013).

As flores do morangueiro são bissexuais e autoférteis, porém, as diferentes cultivares apresentam variações nas porcentagens de autofecundação relacionadas à morfologia floral ou à polinização por insetos. A polinização por insetos pode aumentar a porcentagem de fertilização e, conseqüentemente, a produtividade e qualidade dos frutos (PEREIRA, 2009).

Após o plantio, o morangueiro inicia seu período produtivo dos 50 aos 80 dias, variando de acordo às condições edafoclimáticas e a cultivar. O período entre a polinização e a maturação dos frutos depende da cultivar e das condições climáticas, especialmente da temperatura, sendo em média de 40-60 dias no outono-inverno, 25-30 dias na primavera e 15-20 dias no verão (CARVALHO, 2013).

A parte comestível que se desenvolve após a fecundação é formada por um receptáculo floral desenvolvido, carnoso e suculento, de coloração vermelho intenso, constituindo um pseudofruto. Os frutos verdadeiros são os aquênios, estruturas escuras, diminutas, que contêm as sementes e se predem ao receptáculo (FILGUEIRA, 2007).

O morango é um fruto não climatérico, ou seja, após a colheita ocorre uma diminuição gradual da respiração e a produção de etileno endógeno é reduzida, não significando que ela não existe. No morango, há produção de baixos níveis de etileno ( $<0,1 \text{ ml kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) e ele não responde a

aplicações de etileno exógeno para estimular o seu processo de maturação (ANTUNES e outros 2006; CANTILLANO, 2006).

Frutos não climatéricos em geral não aumentam a qualidade sensorial no pós-colheita, por esse motivo, são colhidos com valores muito próximos ao de sua maturação de consumo. O morango, por exemplo, é colhido quando a superfície do fruto está 75 a 80% vermelha.

## **2.2 Importância econômica**

Durante muito tempo, o morangueiro foi cultivado somente como ornamental, nos jardins europeus, sendo atualmente cultivado em diversas regiões no mundo inteiro (CASTRO, 2004; SILVA e outros, 2007).

Seus frutos são mundialmente apreciados, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas vermelhas, que compreendem o morango, a framboesa, a amora, a cereja, dentre outras.

A grande popularidade do morango se deve à coloração vermelho intenso, aroma e sabor peculiares, assim como por suas propriedades funcionais de vitaminas, carotenoides, flavonoides e outros compostos com atividade antioxidante. O morango é muito apreciado pelos consumidores, tanto na forma *in natura* como processado em doces, geleias e outros produtos.

De acordo com dados da FAO (2015) em 2013 a produção mundial de morangos foi liderada pela China, responsável por uma produção de 3.005.304 toneladas, seguido dos Estados Unidos e México, com 1.360.869 e 379.464 toneladas, respectivamente.

O Brasil não é um grande produtor mundial, entretanto detém a segunda maior produção da América Latina com produção anual estimada em 133 mil toneladas, atrás apenas do Chile (CARVALHO e outros, 2013; ROSA e outros, 2013) e área cultivada de, aproximadamente, 4.000 hectares.

O morangueiro é cultivado em locais de clima ameno das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, apresentando grande importância social e econômica devido ao grande número de empregos gerados durante o ano em toda a cadeia produtiva e por ser cultivado predominantemente por pequenos e médios produtores, permitindo a diversificação agrícola (DIAS e outros, 2015).

Os estados brasileiros com maior produção de morango são Minas Gerais (40%), Rio Grande do Sul (25%) e São Paulo (15%), embora outros, como Santa Catarina e Paraná estejam aumentando sua produção (ANTUNES e outros, 2014).

No estado da Bahia, o cultivo de morango é recente e encontra-se em fase de expansão na região da Chapada Diamantina onde as condições edafoclimáticas tem propiciado o desenvolvimento dessa cultura.

Neste estado, essa cultura passou a ter grande importância econômica e social para a região, pois tem gerado muitos postos de trabalho e dinamizado a economia dos municípios. Cultivado por produtores da agricultura familiar, a produção se destina a abastecer o mercado *in natura*, porém já se discute a instalação de uma agroindústria na região para a produção de geleias, sucos e polpas.

Várias cultivares têm sido plantadas nessa região, com algumas se sobressaindo melhor que outras, dentre estas estão a Albion e a San Andreas.

### **2.3 Cultivar Albion**

A cultivar Albion foi desenvolvida na Universidade da Califórnia nos Estados Unidos, sendo própria para consumo *in natura*. Suas principais características são a excepcional qualidade organoléptica, maior tamanho, cor vermelha intensa e firmeza do fruto, sendo considerada uma variedade

de ponta. Possui alto rendimento e é classificada como cultivar de fotoperíodo neutro (SAMYKANNO; PANG; MARRIOTT, 2013).

Possui porte médio, folhas de tamanho e espessura maior que as demais cultivares, arquitetura aberta e produção com poucos picos, significando colheitas mais frequentes. Seu sabor é melhor quando comparado com outras cultivares de dia neutro, além disso, apresenta boa resistência ao transporte e elevado teor de sólidos solúveis (ANTUNES e outros, 2011).

Essa cultivar é bastante produzida no Chile e Argentina e vem ganhando espaço nas regiões produtoras do Brasil, por ser muito semelhante a suas predecessoras Aromas e Diamante quanto ao rendimento e qualidade dos frutos, com claras vantagens na aparência geral, sabor e conservação pós-colheita (COSTA, 2012).

Embora a maioria das cultivares de morangueiro utilizada no país corresponda ao fotoperíodo curto, nos últimos anos cultivares neutras, como a Albion, ganharam espaço por não dependerem de uma quantidade mínima das horas de luz diária para florescer, possibilitando seu cultivo ao longo do ano, inclusive no período de entressafra (COSTA, 2012).

#### **2.4 Cultivar San Andreas**

A cultivar San Andreas, foi lançada no ano de 2009 pela Universidade da Califórnia, Estados Unidos, por cruzamento entre Albion e uma seleção, sendo própria para consumo "in natura". Apresenta um padrão de produção semelhante a Albion, com frutos de alta qualidade, sabor e aparência agradável, porém seus frutos são mais firmes (ANTUNES e outros, 2011).

É cultivar de dia neutro que apresenta fruto vermelho intenso, grandes, longos e com polpa mais vermelha que a Albion; a época e o padrão

de produção é semelhante à Albion. Produz frutos de alta qualidade, com sabor e aparência considerados excelentes (NORCALNURSERY, 2013).

## **2.5 Pós-colheita de morango**

A pós-colheita e comercialização de frutas e hortaliças é um dos grandes desafios de produtores, técnicos e pesquisadores, pois são produtos que, em geral, não toleram o armazenamento por longo período e, assim, o tempo de comercialização é reduzido.

O morango é uma hortaliça com rápida degradação e perda de qualidade após a colheita, o que limita o tempo de comercialização e gera perdas elevadas, que podem chegar a 100% em até três dias quando armazenado em temperatura ambiente. Somente com armazenamento e métodos de conservação adequados é possível reduzir as perdas e estender sua vida útil pós-colheita (CANER e outros, 2008).

O cuidado com a qualidade do fruto de morango deve ser iniciado desde o planejamento do plantio, mantida durante todo o cultivo, colheita e pós-colheita, até a comercialização ao consumidor final. Para isso, deve-se escolher cultivares com características que atendam às exigências do mercado e sejam adequados para o plantio nas condições edafoclimáticas de onde se pretende instalar o cultivo. Além disso, é fundamental adotar um manejo que atenda todas as necessidades da planta, para que esta explore sua capacidade máxima produtiva e qualitativa. Da mesma maneira, colheita, embalagem e armazenamento devem ser adequados de modo a preservar a qualidade dos frutos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o armazenamento adequado é um dos principais fatores de sucesso na comercialização de frutos nas regiões tropicais, inclusive do morango, sendo a refrigeração uma das técnicas amplamente utilizadas para aumentar a durabilidade, diminuir as perdas e manter suas qualidades físicas e químicas.



A temperatura de refrigeração é importante na conservação pós-colheita de frutos e hortaliças, pois afeta diretamente os processos naturais de respiração, transpiração e outros aspectos fisiológicos (PIZARRO, 2009).

Além da refrigeração, a técnica mais difundida, há diversas outras que podem ser aplicadas isoladamente ou em associação como: atmosfera modificada, aplicação de cálcio, de óleos essenciais, de cera, de radiação, de reguladores do etileno, dentre outros. A escolha do produto ou técnica a se utilizar depende da espécie, das normas de segurança alimentar e também da economicidade, pois o custo com o tratamento não pode ser maior que os prejuízos gerados pela perda pós-colheita.

## **2.6 Uso do 1-Metilciclopropeno (1-MCP) em pós-colheita**

O 1-Metilciclopropeno (1-MCP) é um regulador vegetal patenteado em 1996 e liberado para comercialização em 1999 como “EthylBloc®” para uso em plantas e, recentemente, como “smart fresh”, para uso em produtos comestíveis.

O 1-MCP é um composto volátil que tem sido testado em diferentes produtos hortícolas, visando inibir a ação do etileno sobre o amadurecimento, aumentar a vida pós-colheita e a manutenção qualidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O 1-MCP age por meio de fixação irreversível ao receptor de etileno na membrana celular, bloqueando o efeito do etileno procedente de fontes internas e externas. O posterior amadurecimento do fruto deve-se à formação de novos receptores de etileno (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). Como a aderência do 1-MCP ao local receptor do etileno é substancialmente mais eficiente do que a do próprio etileno, o 1-MCP é eficaz, mesmo em concentrações extremamente baixas, na faixa de partes por bilhão (ROHM, 2002).

A concentração de 1-MCP necessária para bloquear a ação do etileno varia conforme a espécie, a cultivar, o estágio de maturação, a temperatura de exposição, a interação entre concentração e tempo de exposição e produção de novos receptores de etileno (RUPASINGHE e outros, 2000).

A forma mais estável do 1-MCP é a gasosa. Por isso, deve sempre ser aplicado em doses extremamente baixas, pois apresenta difusão rápida pelos tecidos, o que implica em menos tempo de aplicação na pós-colheita. Também tem sido formulado como pó, com 0,14% de concentração, liberando o ingrediente ativo quando misturado à água (SISLER e outros, 2001).

O 1-MCP tem se mostrado um antagonista efetivo da ação do etileno em sapoti (MORAIS e outros, 2007), em banana (PINHEIRO e outros, 2010) em maçã (FANTE e outros, 2013; MAZURANA e outros, 2016); em abacate (CÁBIA; VIEITES, 2013), entre outras espécies.

Ainda que o 1-MCP seja mais pesquisado junto aos frutos climatéricos, há grande importância do seu estudo em frutos não climatéricos, visto que, conforme López-Gómez e outros (2009) embora nesses frutos a produção de etileno seja baixa, isso não implica, necessariamente, que não exista interferência do etileno sobre a maturação do fruto.

Goldschmidt (1997) afirma também, que o etileno mesmo em baixa concentração nos frutos não climatéricos, está envolvido em eventos associados à maturação. Já foi constatado que o 1-MCP aumentou a conservação de morangos na pós-colheita (KU e outros, 1999; TIAN e outros, 2000; SILVA, 2010), um fruto não climatérico.

## **2.7 Características de qualidade**

Em busca de uma vida mais saudável, há uma tendência mundial para consumir alimentos cada vez mais naturais, valorizando o sabor original dos produtos, na qual o consumidor, disposto a pagar mais pela qualidade, apresenta um nível de exigência cada vez maior (MORAES e outros, 2008). Entretanto, o consumidor, usualmente, utiliza um julgamento subjetivo para a qualidade e aceitação do produto, sendo mais influenciado pelos atributos perceptíveis ao tato, visão e olfato (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Costa (2012) não há como definir um padrão único de qualidade, pois, esta é variável entre os produtos e mesmo em um único produto, dependendo do objetivo de seu uso. Dessa forma, os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo “in natura” ou processamento.

A caracterização da qualidade se dá por meio de análises de atributos físicos e químicos. Dentre os atributos físicos, os mais avaliados são a firmeza e a perda de massa; e dos atributos químicos são o pH, os sólidos solúveis, a acidez titulável, o ácido ascórbico e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), além dos teores de antocianinas e carotenoides, entre outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### **2.7.1 Firmeza**

A firmeza é uma característica de conservação pós-colheita que afeta a qualidade e a resistência dos frutos ao transporte e à deterioração microbiológica (MODOLON e outros, 2012).

A redução da firmeza em frutos é visualizada como amolecimento excessivo, o que diminui a vida útil e facilita a contaminação por microrganismos (LAGAERT e outros, 2009).

A parte comestível dos frutos e hortaliças é composta principalmente de células do parênquima, responsável pela integridade dos tecidos vegetais. Esta zona é composta por sais de cálcio e de polímeros de ácido galacturônico que se encontram parcialmente esterificados com metanol, conhecidos como material péctico (MIRANDA; GONZALEZ, 1993).

Quando os frutos estão verdes, o material péctico se encontra principalmente na forma de protopectina que é insolúvel em água e promovendo grande resistência ao tecido vegetal. Quando o fruto vai amadurecendo, o comprimento da cadeia polimérica diminui formando uma pectina solúvel em água e pouco resistente, quando comparada com a protopectina, provocando diminuição na firmeza do fruto (MIRANDA; GONZALEZ, 1993; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A diminuição da firmeza também ocorre em função da perda da integridade da parede celular. A degradação enzimática de moléculas poliméricas constituintes da parede celular como a celulose, hemicelulose e pectina, promove modificações na parede celular, levando ao amolecimento do fruto (TUCKER, 1993).

Além dessas alterações por processos bioquímicos, outros fatores também estão envolvidos no amolecimento de frutos, como a perda excessiva de água pela transpiração, deixando as células mais flácidas e susceptíveis ao rompimento da sua parede celular (PRADO e outros, 2005).

Segundo Vila (2004) a perda de água pela transpiração é importante na pós-colheita, em função da diferença de pressão de vapor existente entre os tecidos do fruto e a atmosfera local de armazenamento. Uma forma de minimizar essa perda de firmeza ou amaciamento durante a maturação é o uso de baixas temperaturas, dentro de certos limites para cada fruto e o armazenamento em atmosfera modificada e ou controlada (KADER, 1995).

O conhecimento da firmeza da polpa é importante, pois permite o estabelecimento indireto das transformações na estrutura celular por meio da resistência mecânica. Essa resistência está relacionada com a textura e esta

característica é definida como o conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob aplicação de uma força (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### **2.7.2 Perda de massa**

A perda de massa nas frutas e hortaliças durante o armazenamento ocorre principalmente devido à perda de água pela transpiração e respiração. A transpiração, maior responsável pela perda de massa, é o mecanismo pelo qual a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto. A respiração, também causa redução de massa, pois átomos de carbono são perdidos do fruto toda vez que uma molécula de CO<sup>2</sup> é produzida e transferida para a atmosfera (BHOWMIK; PAN, 1992).

A perda de água é uma das principais causas de contaminação microbiológica e de danos mecânicos, resultando não apenas em perdas quantitativas, mas também na aparência (causando murchamento e enrugamento nos frutos), nas qualidades texturais (causando amaciamento, perda de frescor e de suculência) e na qualidade nutricional (KADER, 2002), tornando o produto pouco aceitável pelo consumidor.

Silva (2010) estudando o efeito da aplicação de 1-MCP no armazenamento de morango (cv. Oso Grande) em temperatura ambiente e refrigerada observou que os frutos tratados com 1-MCP apresentaram 13,6% e os frutos controle 20,9% de perda de massa, aos seis dias em temperatura ambiente. Já no processo de armazenagem em temperatura refrigerada, aos 18 dias, as perdas foram de 12,49% e 21,02% para frutos tratados com 1-MCP e frutos controle, respectivamente.

Cardoso e outros (2012) estudando a qualidade pós-colheita de morangos (cv. Diamante) tratados com cloreto de cálcio associado a

hipoclorito de sódio, observaram perda de massa crescente ao longo do armazenamento, independente do tratamento aplicado.

Comportamento similar foi observado por Cantilanno e outros (2008), que relataram perda de massa contínua de morangos das cultivares Camino Real, Ventana e Aromas, com o prolongamento do período de armazenamento a 0° C. Os mesmos autores não observaram diferença entre as cultivares.

Os morangos perdem o valor comercial quando a redução de massa é superior a 6% da sua massa na colheita (GARCIA e outros, 2005), pois a sua aparência fica bastante comprometida devido ao enrugamento. Chitarra e Chitarra (2005) consideram como limite para depreciação do fruto perda de massa acima de 10%.

### **2.7.3 pH**

O potencial hidrogeniônico (pH) indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução e pode variar de 0 a 14, ou seja, quanto mais próximo de zero for o valor, mais ácida será a fruta.

O conhecimento do pH dos frutos é fundamental para se definir o uso das cultivares, visto que esta característica dificulta o desenvolvimento de cultivares com dupla aptidão, pois as exigências da indústria são diferentes daquelas para o consumo *in natura*. A indústria requer um pH menor que 3,5, já para o consumo *in natura* a preferência é por frutas com um pH maior que 3,5, ou seja, mais adocicadas (CONTI e outros, 2002).

Reis e outros (2008) estudando a qualidade de morango (cv. Oso-grande) reportaram valores de pH variando entre 3,59 e 3,84. Cardoso e outros (2012) ao avaliarem a qualidade de morango (cv. Diamante) armazenado a 4±1°C e 62,5±3,5% UR e tratados com cloreto de cálcio e hipoclorito de sódio, observaram que o pH variou entre 3,70 e 3,75 para o tratamento controle.

Carvalho (2013) avaliando a produção, qualidade e conservação pós-colheita de diferentes cultivares de morango armazenado à temperatura de  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e UR  $90\pm 5\%$ , observaram que o pH da cultivar Albion variou de 3,37 no dia da colheita, atingindo o pico de 3,68 aos 4 dias e decrescendo para 3,24 aos seis dias de armazenamento. A mesma autora também avaliou a cultivar San Andreas e observou pH de 3,19 no dia da colheita, com pico de 3,49 aos 4 dias e decréscimo para 3,0 aos seis dias de armazenamento.

O pH do morango pode variar em função das condições do solo, clima, manejo da cultura e época de colheita, não sendo resultado apenas da característica da cultivar, visto que uma mesma cultivar, poderá apresentar valores distintos de pH de acordo com o local, época de cultivo e o manejo da cultura.

#### **2.7.4 Sólidos solúveis (SS)**

O teor de sólidos solúveis indica o grau de maturação dos frutos e também serve de parâmetro de qualidade, exercendo importante influência no sabor, cor e textura. Representam os compostos solúveis em água presente nos frutos, como os açúcares, ácidos orgânicos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A variação dos sólidos solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos.

Quando ocorre perda de água há favorecimento na quantidade de sólidos solúveis, isto porque há concentração nos teores de açúcares no interior dos tecidos (KLUGE; MINAMI, 1997). Além disso, à medida que a maturação do fruto avança, ocorre aumento de açúcares devido à transformação do amido em açúcares simples (glicose e frutose) (GIARDI e outros, 2002).

Moraes e outros (2008) estudando a influência do tempo de armazenamento a 1°C na qualidade de morango (cv. Oso-Grande e Sweet Charlie) verificaram que o teor médio de sólidos solúveis passou de 7,7° Brix no dia 0 para 8,4° Brix no oitavo dia de armazenamento.

Silva (2010) estudando a influência do 1-MCP e da temperatura na conservação pós-colheita de morango (cv. Oso-Grande) observou que o teor de sólidos solúveis aumentou ao longo do armazenamento, independentemente do tratamento aplicado.

#### ***2.7.5 Acidez titulável (AT)***

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos que servem de substratos para a respiração e encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres e glicosídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de ácidos orgânicos é um fator importante para a caracterização das propriedades sensoriais, onde a palatabilidade pode ser atribuída à presença de ácidos orgânicos específicos (PÉREZ e outros, 1997). Nos frutos, a acidez é geralmente atribuída à liberação de prótons a partir de ácidos como o cítrico, málico, oxálico, quínico, succínico e tartárico, contribuindo cada um com um gosto distinto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O tipo de ácido orgânico encontrado e os níveis a que se acumulam são extremamente variáveis entre as espécies, os períodos de desenvolvimento e os tipos de tecidos, impondo também uma forte influência para decisão da época de colheita dos frutos (SWEETMAN e outros, 2009).

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado em porcentagem de acidez titulável e nunca da total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são



detectados (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No morango o principal ácido orgânico é o ácido cítrico (FRANÇOSO e outros, 2008).

Na maturação dos frutos climatéricos, o teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, resultado da oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Porém, nos frutos não-climatéricos, devido à baixa atividade metabólica, a acidez titulável pode aumentar.

A acidez titulável pode variar de 0,2 a 0,3% em frutas de baixa acidez, como maçãs vermelhas e bananas, 2,0% em ameixas e acima de 6% em limão (BONETTI e outros, 2011).

No morango, a acidez titulável varia de acordo com a cultivar, sistema de cultivo e condições climáticas vigentes no ano produtivo. Antunes e outros (2014) estudando a qualidade de seis cultivares de morango observou variação na acidez titulável de 0,99 a 1,34% de ácido cítrico para a cultivar Albion e de 1,04 a 1,51 % de ácido cítrico para a cultivar San Andreas.

Campos e outros (2011) avaliando a aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de morangos orgânicos (cv. Camarosa), acondicionados em embalagens plásticas e armazenados a 10 °C observaram aumento do teor de acidez titulável até o nono dia, com variação de 1,03 para 1,24% de ácido cítrico para o tratamento controle.

Cardoso e outros (2012) ao avaliarem a qualidade de morango (cv. Diamante) armazenado a  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $62,5\pm 3,5\%$  UR e tratados com cloreto de cálcio e hipoclorito de sódio, relataram aumento da acidez titulável no início do armazenamento com posterior redução, para o tratamento controle.

### **2.7.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)**

Segundo Krolow e outros (2007) a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável é o parâmetro considerado mais importante no que diz respeito à qualidade de frutos, pois esta razão confere-lhes um melhor equilíbrio entre o doce e o ácido, proporcionando um sabor mais agradável e tornando-os mais atrativos.

Essa relação tende a crescer no período de amadurecimento dos frutos, devido ao aumento nos teores de açúcares e diminuição dos ácidos, proporcionando sabor agradável por meio do equilíbrio do teor de açúcares e ácidos (BOMFIM, 2011).

Entretanto, nos frutos não climatéricos essa relação pode não aumentar como nos frutos climatéricos, já que o metabolismo desses frutos é reduzido durante a pós-colheita. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) os diversos fatores, sejam ambientais ou fisiológicos, que podem interferir no metabolismo dos açúcares e ácidos, influenciam a relação SS/AT e, conseqüentemente, o sabor do fruto.

O valor mínimo de SS/AT considerado aceitável para que morango tenha um sabor mais agradável é de 8,75% (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A relação SS/AT quando abaixo da ideal, é um indicativo que o consumidor poderá ficar insatisfeito com o produto, pois seu sabor será pouco agradável ao paladar, afetando negativamente a preferência e o retorno do consumidor para comprar novamente o produto.

Antunes e outros (2014) estudando a qualidade pós-colheita de várias cultivares de morango, em dois ciclos consecutivos, observaram que, devido aos baixos teores de sólidos solúveis e a elevada acidez, os frutos de nenhuma das cultivares em nenhum dos ciclos, atingiu a relação SS/AT ideal.

A cultivar Albion apresentou relação SS/AT 7,29 no primeiro ciclo e 4,41 no segundo; já relação SS/AT para a cultivar San Andreas foi 6,53 e

3,53 no primeiro e segundo ciclo, respectivamente (ANTUNES e outros, 2014).

### ***2.7.7 Ácido ascórbico***

O ácido ascórbico é a forma reduzida da vitamina C e o ácido L-ascórbico é a sua forma principal e biologicamente ativa. É um composto hidrossolúvel, ou seja, o organismo usa o que necessita e elimina o excesso.

O ácido ascórbico configura-se como uma das treze principais vitaminas que fazem parte de um grupo de substâncias químicas complexas necessárias para o funcionamento adequado do organismo (SILVA, 2010).

O ácido ascórbico apresenta elevada capacidade redutora e faz parte de várias reações bioquímicas, o que caracteriza sua função biológica (VANNUCCHI; ROCHA, 2012). Assim como ocorre com a maioria das vitaminas, o organismo humano não sintetiza a vitamina C, por isso, a sua ingestão é indispensável na dieta alimentar.

Segundo Kim e outros (2002) o ácido ascórbico é o antioxidante majoritário que ocorre naturalmente na dieta humana. Além disso, é um importante indicador de qualidade nutricional em frutas e hortaliças, pois sendo a vitamina C mais termolábil, sua presença no alimento indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (BENDER, 1978).

Desde a época das grandes navegações já se conhecia a importância do consumo de vegetais frescos na prevenção de enfermidades, sobretudo do escorbuto, o que ainda não se sabia era que o principal nutriente que evita essa doença é a vitamina C.

A vitamina C participa da síntese e manutenção do colágeno e neurotransmissores; facilita a absorção de minerais; auxilia a eliminação de metais como chumbo e níquel; promove resistência a infecções, previne sangramentos e acelera processos de regeneração de tecidos, além de

participar do sistema de proteção antioxidante (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006), protegendo as células e os tecidos do processo oxidativo (FRANKE e outros, 2004).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) os alimentos de origem vegetal podem suprir a maior parte das vitaminas necessárias ao organismo, principalmente a vitamina C, considerada como uma substância de grande importância para a nutrição humana. Algumas frutas são consideradas fontes excepcionais, destacando-se a acerola, goiaba e o caju (SILVA, 2007).

O morango também é considerado como uma boa fonte de ácido ascórbico, apresentando, geralmente, valores entre 39 a 89 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa (DOMINGUES, 2000). Essa variação depende de diversos fatores, como: época do ano, estágio de maturação, cultivar, luz, adubação, condições de cultivo e armazenamento.

Gardner e outros (2000) referem-se ao ácido ascórbico como sendo um dos mais importantes antioxidantes hidrossolúveis nas células, com alta biodisponibilidade, sendo capaz de proteger as biomembranas e as LDL (lipoproteínas de baixa densidade do colesterol) dos danos da peroxidação.

Conforme Chitarra e Chitarra (2005) perdas substanciais de ácido ascórbico podem ocorrer na pós-colheita de frutos, seja pelas condições de armazenamento, ou mesmo por interações com outras substâncias presentes no fruto. Seu decréscimo pode ser catalisado pela lumiflavina, produto de degradação da riboflavina (vitamina B2) ou, ainda, pela presença de enzimas como a ácido ascórbico oxidase (ROSA e outros, 2007).

Vieites e outros (2006) ao avaliarem a conservação de morango (cv. Oso-Grande) armazenado em atmosfera modificada, observaram decréscimo do ácido ascórbico ao longo de todo período de armazenamento. Brackmann e outros (2011) também verificaram, em diferentes cultivares de morangueiro, que os teores de vitamina C diminuíram após 10 dias de armazenamento em temperatura de 0,5°C.

Segundo Nunes e outros (1998) a elevada perda de água que pode ocorrer durante a armazenagem de morangos tende a mascarar as perdas de ácido ascórbico quando os valores são expressos na base do peso fresco.

Nunes e outros (1995) ao estudarem a pós-colheita de morangos (cv. Chandler, Oso Grande e Sweet Charlie) observaram que o aparente aumento no conteúdo de ácido ascórbico total, expresso na base do peso fresco, durante o armazenamento foi creditado mais à perda de água dos frutos do que ao aumento real nos teores desse ácido.

O aumento do teor de ácido ascórbico deve ocorrer em função da maior concentração dos nutrientes dentro do fruto após a perda de água, podendo induzir a uma conclusão equivocada quanto ao aumento de ácido ascórbico na pós-colheita.

#### **2.7.8 Antocianinas totais**

Antocianinas são metabólitos pertencentes à classe dos flavonoides, cujo termo é de origem grega (anthos = uma flor; kianos = azul), pois se pensava que ela era responsável apenas pela cor azul presente em alguns órgãos vegetais (HARBORNE; GRAYER, 1988). Entretanto, mais tarde percebeu-se que ela é responsável pela maioria das colorações azuis, violeta e vermelho das flores e frutos (WALTON e outros, 2006).

Depois da clorofila, a antocianina é o grupo mais importante de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE; GRAYER, 1988). Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são encontradas em maior quantidade nas angiospermas (BRIDLE; TIMBERLAKE, 1997).

As antocianinas são largamente encontradas na natureza, sendo empregada na indústria como corante natural, já o uso biológico é devido a sua ação antioxidante (MOTTA e outros, 2015). Além de atuar como

antioxidante, também apresenta ação anti-inflamatória, protetor de DNA e de doenças cardiovasculares (VIZZOTTO, 2012).

A atividade antioxidante das antocianinas se deve à sua estrutura química formada por três anéis, que possuem ligações duplas conjugadas e também hidroxilas distribuídas ao longo da estrutura que possibilitam o sequestro de radicais livres, causadores de danos celulares e doenças degenerativas (SILVA e outros, 2007). Conforme Ferreira e outros (2010) o efeito protetor das antocianinas tem sido relacionado à sua capacidade de doar hidrogênios ou elétrons aos radicais.

Além da atividade antioxidante, as antocianinas apresentam considerável ação anticarcinogênica e antiangiogênica (BAGCHI e outros, 2004).

Bordignon Júnior e outros (2009) avaliando o teor de antocianinas totais em frutos de morango, encontraram teores de 76,60 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa. Já Buendia e outros (2010) estudando a composição química de compostos fenólicos em 15 cultivares de morango, constataram teores de antocianinas entre 20,2 e 47,4 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa.

Santos (2013) estudando a qualidade de morangos produzidos em sistema convencional e orgânico encontrou os teores de 11,77 e 9,52 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa para as cultivares Albion e San Andreas, respectivamente.

Dessa forma, constata-se que os teores de antocianinas em morangos podem variar de acordo com a cultivar, época de cultivo, manejo (antes, durante e após a colheita), e condições edafoclimáticas.

### ***2.7.9 Carotenoides totais***

São pigmentos naturais lipofílicos, amplamente distribuídos na natureza, responsáveis pela coloração vermelha, amarela e alaranjada de frutas, hortaliças, raízes, flores, peixes, invertebrados e pássaros (MINGUÉZ-MOSQUERA; HONERO, 2002).

Nas plantas, os carotenoides são encontrados nos plastídios, absorvendo e transferindo luz para a clorofila, além de oferecer proteção aos tecidos fotossintéticos contra a fotoxidação (TAIZ; ZEIGER, 2009). A biossíntese de carotenoides é essencial para a proteção contra estragos causados pela luz e o oxigênio atmosférico resultando em uma maior produção deste pigmento nos tecidos fotossintéticos das plantas (FARIA e outros, 2008).

Os carotenoides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos na natureza, devido às suas numerosas funções biológicas e para a saúde. Já foram identificados mais de 600 carotenoides, sendo que alguns são precursores da vitamina A. A vitamina A é essencial para a diferenciação celular, a visão, a integridade do tecido epitelial, o crescimento, a reprodução e a integração do sistema imunológico (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os carotenoides têm outras ações no sistema fisiológico e estão associados com a proteção de doenças crônicas. Estudos mostram uma relação inversa entre as concentrações sanguíneas ou ingestão dietética de carotenos e o risco de doença cardiovascular (OSGANIAN e outros, 2003).

Entretanto, alguns fatores podem afetar a sua absorção pelo indivíduo, dentre eles: o tipo e a quantidade de carotenoide ingerido na dieta, ligações moleculares, matriz em que o carotenoide se encontra presença de fatores inibidores ou facilitadores da absorção, estado nutricional do indivíduo, fatores genéticos, bem com a interação entre as variáveis citadas anteriormente (CAMPOS; ROSADO, 2005), portanto, tão quanto importante o consumo diário de alimentos ricos em carotenoides, é saber considerar os fatores que podem interferir na sua absorção.

Durante o amadurecimento dos frutos, estes pigmentos podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados simultaneamente com a sua degradação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Trevisan e outros (2013) estudando o efeito do 1-MCP na fisiologia e no amadurecimento de mamões “Golden” observou que os tratamentos que receberam 1- MCP e 1-MCP mais etileno no 2º dia apresentou a menor quantidade de carotenoides totais, quando comparado aos outros tratamentos.

Mesmo comportamento foi observado por Barreto e outros (2011) que afirmaram que mamões tratados com 1-MCP mostraram baixo conteúdo de carotenoides totais quando foram comparados aos frutos controle.

Crizel (2012) estudando o efeito da radiação UV-C na concentração de carotenoides em morango, observou teores de 4,14 mg 100g<sup>1</sup> para o tratamento controle. Já Oliveira e outros (2016) avaliando o efeito da liofilização sobre os carotenoides de morangos armazenados observaram teores de 8,5 mg 100g<sup>1</sup> para o tratamento controle.

O conteúdo de carotenoides dos vegetais, inclusive do morango, pode ser afetado por uma série de fatores como o grau de maturação, o tipo de solo, as circunstâncias de cultivo, as condições climáticas, espécie e cultivares, órgão da planta e estado pós-colheita.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos para avaliar o efeito do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na manutenção da qualidade de frutos morangueiros das cultivares Albion e San Andreas.

No experimento 1 os frutos foram armazenados em câmara com temperatura controlada, já no 2, o armazenamento foi em temperatura ambiente. Em ambos, foram utilizados frutos de duas cultivares de morangueiro submetidos ao tratamento com e sem 1-metilciclopropeno (1-MCP).

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista.

#### 3.1 Matéria-prima

Foram utilizados frutos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) das cultivares Albion e San Andreas produzidos em um pomar comercial, situado a 1066 metros de altitude, nas coordenadas 13° 26' 06" de Latitude Sul e 41° 17' 26" de Longitude Oeste no município de Ibicoara, Bahia.

O município de Ibicoara-BA está localizado na microrregião geográfica de Seabra-BA, região econômica da Chapada Diamantina. Apresenta altitude média de 1027 metros, clima úmido, temperatura média anual de 18,4° C e pluviosidade média anual de 1166,2 mm, com período chuvoso entre outubro e abril (SEI, 2014).

Os frutos foram colhidos nas primeiras horas do dia 21 de julho do ano 2016, no estádio de maturação comercial (aproximadamente 80% vermelho) em morangueiros com idade de 12 meses de campo (o produtor cultiva uma mesma planta pelo período de dois anos), cultivados em sistema

convencional, sobre *mulching* de polietileno e com cobertura de túnel baixo. O manejo de adubação, irrigação, controle de pragas e doenças foi de acordo com o praticado por produtores da região.

Após a colheita os frutos foram acondicionados em caixas de isopor, devidamente etiquetadas com o nome da cultivar e transportados em viagem de duas horas e meia, para o Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista, Bahia, onde o experimento foi realizado.

### **3.2 Preparo das amostras**

Os frutos de cada cultivar, separadamente, foram sanitizados por meio da imersão durante dez minutos em solução de hipoclorito de sódio a 0,05% (5 ml L<sup>-1</sup>). Posteriormente, foram enxaguados em água potável e dispostos sobre papel Kraft em cima de uma bancada do laboratório para secagem à temperatura ambiente.

Em seguida, os frutos foram selecionados em função do tamanho, firmeza (ao tato) e ausência de injúrias mecânicas e ou fisiológicas, visando uma maior uniformidade. No total selecionou-se 864 frutos de cada cultivar.

### **3.3 Experimentos e delineamento experimental**

#### ***3.3.1 Instalação dos experimentos***

Para as duas cultivares o preparo das amostras, a aplicação dos tratamentos e a instalação dos experimentos 1 e 2, seguiu a mesma metodologia, diferindo apenas o local e o tempo de armazenamento.

### **3.3.2 Aplicação de 1-MCP**

Após a sanitização, secagem e seleção, os frutos de cada cultivar foram separados, ao acaso, em dois lotes de 432 frutos e colocados, separadamente, em câmaras hermeticamente fechadas, totalizando quatro câmaras: câmara um e dois para cultivar Albion e câmara três e quatro para cultivar San Andreas.

Na primeira e terceira câmara, contendo frutos das cultivares Albion e San Andreas, respectivamente, foi aplicado 100 nL L<sup>-1</sup> (0,0001 mililitro) de 1-MCP, por duas horas. Utilizou-se 1-MCP na formulação em pó solúvel da marca Smartfresh®. Para a diluição, foi colocado o produto em frasco de vidro escuro com tampa e injetado 25 mL de água à temperatura de 40°C, agitando-se até a completa dissolução do produto para a obtenção de 1-MCP gasoso.

Na segunda e quarta câmara, frutos da cultivar Albion e San Andreas, respectivamente, não foi aplicado 1-MCP, pois estes frutos foram o tratamento controle. Entretanto, para que o experimento fosse conduzido nas mesmas condições, essas câmaras também foram mantidas fechadas por 2 horas.

Ao final desse período, os frutos foram retirados das câmaras e acondicionados em embalagens de polietileno com dimensões de 17,5 cm de comprimento, 11,5 cm de largura e 3,8 cm de profundidade, previamente codificadas com o nome do tratamento e cultivar, armazenadas em duas condições: experimento 1 - câmara refrigerada à temperatura de 4° C ± 1°C e umidade relativa de 90% ± 5%; experimento 2 - temperatura ambiente, onde a temperatura média no período foi de 20° C com umidade relativa média de 75%.

### ***3.3.3 Delineamento experimental***

Experimento 1: foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial 13 x 2 x 2: 13 tempos de avaliação (correspondentes aos dias 0; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24) ; duas cultivares (Albion e San Andreas) e dois tratamentos (controle e tratados com 1-MCP). A parcela experimental foi composta por 8 frutos e 3 repetições, totalizando 156 parcelas e 1.248 frutos, 624 frutos de cada cultivar.

Experimento 2: o delineamento experimental, as cultivares e o tratamento com 1-MCP foram os mesmos utilizados para o ensaio 1, diferindo apenas no esquema fatorial os dias de armazenamento: 5 x 2 x 2: 5 tempos de análises (correspondentes aos dias 0; 2; 4; 6; 8); duas cultivares (Albion e San Andreas) e dois tratamentos (controle e tratados com 1-MCP). A parcela experimental foi composta por 8 frutos e 3 repetições, totalizando 60 parcelas e 480 frutos, sendo 240 frutos de cada cultivar.

Cada experimento foi composto por dois grupos: um de amostras destrutivas e outro de não destrutivas: nas destrutivas, as parcelas foram trituradas para realização das análises de firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, antocianinas totais e carotenoides totais; nas amostras não destrutiva se analisou a perda de massa, e uma mesma parcela, também com 3 repetições de 8 frutos, foi avaliada ao longo de todo o experimento.

As análises foram iniciadas logo após a aplicação do 1-MCP (dia zero) e a cada dois dias, até o fim do período de armazenamento. O mesmo procedimento foi adotado para os frutos do tratamento controle.

### **3.4 Análises realizadas**

#### **3.4.1 Perda de massa (PM)**

A perda de massa foi determinada em gramas, com auxílio de uma balança de precisão digital. Utilizou-se a média de três parcelas com 8 frutos para cada tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial (dia zero) e a massa obtida a cada dois dias de análise.

A porcentagem de perda de massa foi calculada por meio da equação:

$$\%PM = ((MI - MF) / MI) * 100$$

onde:

%PM= porcentagem de perda de massa parcial acumulada.

MI = Massa inicial da amostra (dia zero) determinado em g.

MF = Massa final da amostra (a cada dois dias) em gamas.

#### **3.4.2 Firmeza (F)**

Para avaliação da firmeza, foi utilizado um penetrômetro digital de bancada, onde os frutos inteiros foram submetidos a uma força até ocorrer o rompimento da epiderme. Foram realizadas duas leituras em lados opostos na região equatorial dos frutos. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

#### **3.4.3 pH**

Nos dias de análise, os morangos de cada tratamento, depois de realizada a verificação de firmeza e de retirado o cálice, foram triturados em liquidificador para a obtenção da polpa e avaliações de pH, sólidos solúveis

(SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), antocianinas totais, carotenoides totais

O pH foi determinado por potenciometria digital em eletrodo de vidro, utilizando-se um peagâmetro previamente calibrado em soluções tampão pH 4,0 e 7,0. As leituras foram realizadas diretamente na polpa de morango – Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2005).

#### **3.4.4 Sólidos solúveis (SS)**

Determinou-se o conteúdo de sólidos solúveis (SS) com um refratômetro digital com ajuste automático de temperatura. Realizaram-se leituras em triplicata, colocando pequenas porções da polpa de morango na placa do refratômetro, devidamente calibrado a zero. Os resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 2005).

#### **3.4.5 Acidez titulável (AT)**

Uma amostra de 10 g da polpa dos frutos, inicialmente preparada, foi diluída em 40 mL de água destilada e fracionada em 3 alíquotas de 10 mL em um becker para leitura em triplicata. Para a titulação utilizou-se solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 M, tendo como indicador solução de fenolftaleína a pH 8,1. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico (Instituto Adolf Lutz – IAL, 2008).

Para a expressão do resultado da porcentagem de ácido cítrico, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$ATT (\% \text{ de ácido cítrico}) = n \times N \times Eq / 10 \times p$$

Onde:

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio (0,05 M)

n = volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação em mL.

p = massa da amostra em grama (10 g)

Eq = equivalente-grama do ácido (para ácido cítrico 64,02)

### **3.4.6 Relação Sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)**

A relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) foi obtida pela razão entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

### **3.4.7 Ácido Ascórbico**

A partir da polpa de morango preparada inicialmente, uma amostra de 10 g foi diluída em 40 mL de ácido oxálico 0,5% a 5°C e fracionada em 3 alíquotas de 10 mL em um becker para leitura em triplicata. Realizou-se a titulação com solução de Tilman (DFI-2,6 dicloro-fenol indofenol de sódio) a 0,1%. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa (AOAC, 2005).

Para expressão do resultado em mg de ácido ascórbico por 100g da amostra, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$AA = 100 \times n' / (n / 5) \times P$$

Onde:

AA = Teor de ácido ascórbico em mg/100 g.

n' = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na titulação da amostra.

n = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na padronização (4 ml).

P = Massa da amostra em grama usado na titulação (10 gramas).

### **3.4.8 Carotenoides totais e antocianinas totais**

A determinação dos carotenoides totais foi realizada na matéria fresca com adaptação do método validado por Sims e Gamon (2002).

Pesou-se 2 gramas de amostra da polpa e adicionou 3 mL da solução gelada (5° C) de acetona/Tris-HCl (80:20, 0,2M v:v, pH 7,8). Essa nova solução foi homogeneizada em agitador mecânico durante 20 segundos.

Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 6000 rpm durante cinco minutos e os sobrenadantes, foram imediatamente conduzidos para leitura em espectrofotômetro na região do visível a 663 (clorofila a), 647 (clorofila b), 537 (antocianina) e 470 (carotenoides) nanômetro. Todo o procedimento foi realizado sem exposição direta das amostras à luz, para evitar a oxidação dos carotenoides.

Os valores de absorbância foram convertidos em µg de carotenoides totais g-1 com base nas fórmulas deduzidas pelos autores:

Carotenoides (µmol. mL-1) = {A470-[17,1.(Cla+Clb)]-9,479.antocianina}/119,26.

Clorofila a (µmol. mL-1) = 0,01373(A663)-0,000897(A537)-0,003046(A647)

Clorofila b (µmol. mL-1) = 0.02405(A647)-0.004305(A537)-0.005507(A663)

### **3.4.9 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de cultivares e de tratamento, quando significativas, foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, utilizou-se análises de regressão e os modelos de regressão polinomial foram selecionados observando-se a



significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1 - Armazenamento em temperatura refrigerada

Os frutos de morangueiro de todos os tratamentos e cultivares do experimento 1 foram avaliados até os vinte dias de armazenamento, após esse período já se encontravam com a qualidade bastante comprometida, não sendo mais atrativos para o consumo.

#### 4.1.1 Firmeza

A firmeza é um parâmetro importante da pós-colheita, pois afeta a qualidade, tempo de armazenamento e até mesmo a comercialização imediata dos produtos.

Ocorreu diferença significativa na comparação entre os frutos controle das cultivares avaliadas, com valores médios de firmeza de 10,6 N e 13,0 N para Albion e San Andreas, respectivamente (Tabela 1). Este resultado corrobora com o relatado por Antunes e outros (2014) que estudando a qualidade pós-colheita de seis diferentes cultivares de morango, observaram maior firmeza para a cultivar San Andreas em relação à cultivar Albion.

Na comparação dos frutos com 1-MCP não houve nenhuma diferença estatística entre as cultivares (12,67 N para Albion e 13,24 N para San Andreas). Isso ocorreu porque o tratamento com 1-MCP manteve a firmeza média dos frutos da cultivar Albion em mais de 2,0 N quando comparado com os frutos controle e, ao mesmo tempo, por esse inibidor de etileno não ter promovido nenhuma diferença significativa na firmeza dos frutos com e sem 1-MCP da cultivar San Andreas (Tabela 1).

Resultado semelhante ao observado para a cultivar Albion foi encontrado por Silva (2010) ao estudar o efeito do 1-MCP na conservação de morango (cv. Oso-Grande) onde a maior média de firmeza também foi

observada nos frutos com 1-MCP em relação aos frutos controle. Jiang e outros (2008) também relataram que morangos (cv. Everest) tratados com 1-MCP em várias concentrações, mantiveram a maior média de firmeza, quando comparado com os frutos não tratados.

**Tabela 1 – Valores de Firmeza (N) de frutos de morangueiro das cultivares Albion e San Andreas com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

| 1-MCP | Albion   | San Andreas |
|-------|----------|-------------|
| Com   | 12,67 aA | 13,24 aA    |
| Sem   | 10,60 bB | 13,00 aA    |

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

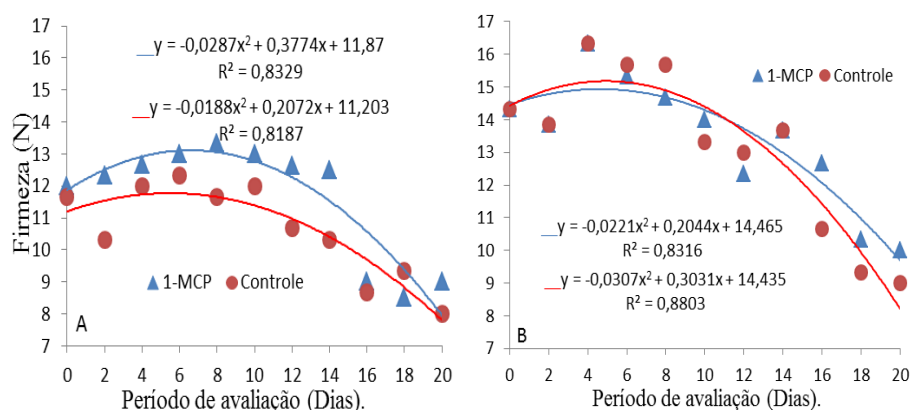
Ao longo do armazenamento houve decréscimo da firmeza para ambas as cultivares, não havendo interação entre os dias de armazenagem e 1-MCP ou entre dias e cultivares. Houve diferença estatística apenas para os dias armazenamento.

No início do armazenamento a cultivar Albion apresentou firmeza de 12,0 N, enquanto a firmeza da cultivar San Andreas foi de 14,33 N demonstrando que a cultivar San Andreas é mais firme que a Albion, como relatado por Antunes e outros (2014). Porém o comportamento de ambas as cultivares durante o armazenamento não distinguiu e a perda média de firmeza foi 30% (Figura 1).

Estes resultados discordam de Moraes e outros (2007) que estudando o efeito de 1-MCP na conservação pós-colheita de sapoti relataram que o tratamento foi efetivo em retardar a perda de firmeza. Divergem ainda de Cábria e Vieites (2013) que ao avaliarem as alterações físicas de abacate, submetidos ao 1-MCP, também observaram que os frutos tratados apresentaram menor perda de firmeza ao longo do armazenamento.

O 1-MCP não retardou a perda de firmeza do morango devido, possivelmente, à fisiologia pós-colheita, visto que se trata de um fruto não climatérico, porém com intenso metabolismo, o que pode fazer com que as pectinas, responsáveis por sua resistência, sejam degradadas rapidamente, deixando os frutos vulneráveis ao rompimento.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a natural perda da firmeza nos frutos durante o armazenamento pode estar relacionada com a solubilização das pectinas, uma vez que o processo de solubilização das substâncias pécnicas contribui para o amaciamento dos tecidos das frutas em decorrência da redução da força de coesão entre as células.



**Figura 1 - Firmeza (N) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

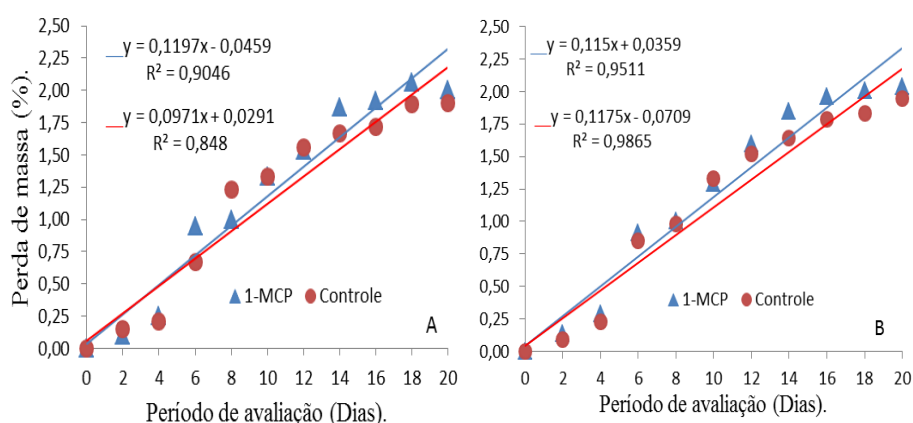
#### 4.1.2 Perda de massa

Ocorreu perda linear de massa nos frutos de ambos os tratamentos, durante todo o período de armazenamento, independente da cultivar (Figura 2). A análise de variância mostrou diferença significativa para os dias de armazenamento.

A perda média de massa foi de 2,2% durante o período, valor abaixo de 10% considerado por Chitarra e Chitarra (2005) como suficiente para depreciar os frutos. Inferior também do limite de 6% considerado por Garcia (2005) para frutos de morango.

Este resultado diverge do encontrado por Silva (2010) que, estudando morangos da cultivar Oso-Grande, relatou maior perda de massa durante o armazenamento para os frutos controle em relação àqueles tratados com 1-MCP. Segundo a autora, a diferença entre os tratamentos chegou a 65%, ou seja, os frutos controle perderam 65% mais massa que os com 1-MCP.

De acordo com Kader (2002) a diminuição da massa está relacionada principalmente com a perda de água para a atmosfera pela transpiração. Dessa maneira, pode-se inferir que as condições deste experimento, onde os frutos ficaram em câmara com  $90\% \pm 5\%$  de umidade relativa, pode justificar a baixa perda de massa, pois o teor de água da atmosfera interna da câmara já se encontrava bastante elevado.



**Figura 2 - Perda de massa (%) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^\circ\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Carvalho (2013) estudando a qualidade e conservação pós-colheita de diferentes cultivares de morango armazenado à temperatura de  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e UR  $90\pm 5\%$  observaram perda de massa de 1,28% e 1,19% para as cultivares Albion e San Andreas, respectivamente, aos 8 dias pós-colheita. Resultado semelhante ao encontrado nesse trabalho, se observado a proporcionalidade do período armazenamento.

#### **4.1.3 pH**

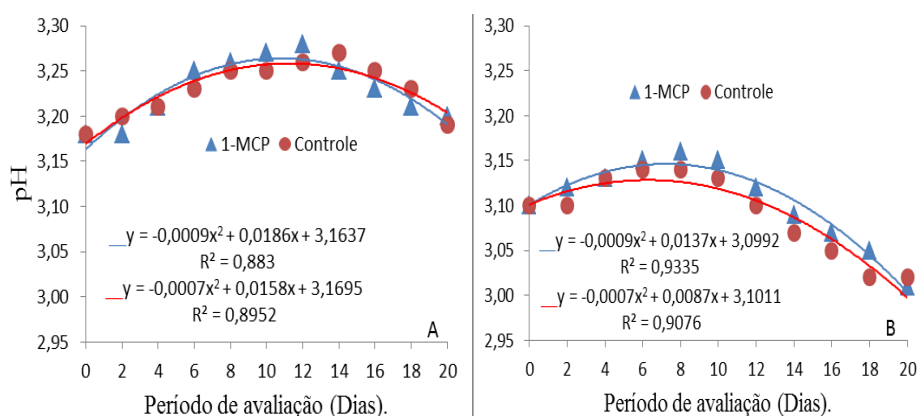
O pH apresentou o mesmo comportamento durante o armazenamento para os frutos tratados com 1-MCP e sem 1-MCP, com diferença significativa apenas para dias e para cultivares. Esse resultado difere do observado por Silva (2010), que estudando frutos de morangueiro (cv. Oso-Grande) tratados com 1-MCP relatou que no tratamento controle o pH foi maior. Dessa maneira, pode-se inferir que o 1-MCP age distintamente não apenas de acordo à espécie, mas também em cultivares de uma mesma espécie, e que uma pequena diferença genética pode ser o limiar que define a ação do 1-MCP em frutos de morangueiro.

Os frutos da cultivar Albion apresentaram um pH ligeiramente mais elevado que a cultivar San Andreas, com média de 3,20 e 3,10, respectivamente. O pH de ambas as cultivares ficaram abaixo do requerido para o consumo *in natura*, que segundo Conti e outros (2002) é de no mínimo 3,5.

Até os 12 dias houve aumento do pH com posterior decréscimo para ambas as cultivares, porém para a cultivar Albion, aos vinte dias, não foi observada nenhuma diferença de pH em relação ao dia zero. Já a cultivar San Andreas, embora tenha apresentado o mesmo comportamento que a Albion, ao final do armazenamento, o pH estava mais baixo que no dia zero (Figura 3).

Este pode ser um comportamento das cultivares, visto que Carvalho (2013) avaliando a produção, qualidade e conservação pós-colheita de diferentes cultivares de morango, armazenado à temperatura de  $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e UR  $90\pm 5\%$ , observou que o pH da cultivar Albion variou de 3,37 no dia da colheita, atingindo o pico de 3,68 aos 4 dias e decrescendo para 3,24, aos seis dias de armazenamento.

A mesma autora também avaliou a cultivar San Andreas e observou pH de 3,19 no dia da colheita, com pico de 3,49 aos 4 dias e decréscimo para 3,0 aos seis dias de armazenamento, valores próximos ao deste trabalho.



**Figura 3 - pH de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

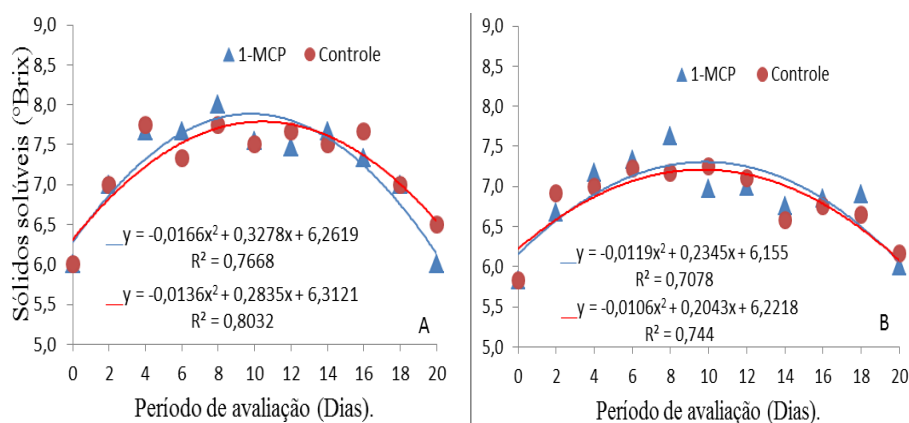
É importante salientar que o pH de frutas e hortaliças, inclusive do morango, pode variar em função de distintas características do cultivo e colheita, não sendo apenas resultado do fator genético da cultivar, visto que uma mesma cultivar poderá apresentar valores distintos de pH de acordo com o local, época e manejo do cultivo, colheita e armazenamento.

#### 4.1.4 Sólidos solúveis (SS)

Houve diferença significativa para dias de armazenamento e para as cultivares avaliadas.

Ao contrário do que foi observado por Silva (2010) que estudando morangos da cultivar Oso-Grande observou teores de sólidos solúveis mais elevados para os frutos sem 1-MCP durante o armazenamento, neste trabalho não foi observada nenhuma diferença entre os tratamentos.

O teor de sólidos solúveis aumentou até o oitavo dia, com posterior decréscimo para ambas as cultivares (Figura 4). Este comportamento também foi observado por Moraes e outros (2008) que estudando a influência do tempo de armazenamento a 1°C na qualidade de morango (cv. Oso-Grande e Sweet Charlie) verificaram que o teor médio de sólidos solúveis também aumentou até o oitavo dia do armazenamento.



**Figura 4 - Sólidos solúveis (° Brix) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^\circ\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por vinte dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o aumento dos sólidos solúveis durante o armazenamento se deve à degradação dos polissacarídeos e a sua transformação em açúcares solúveis. Segundo os mesmos autores,



seu decréscimo após certo período de armazenamento ocorre devido ao uso desses açúcares como fonte energética para o metabolismo.

O valor médio de sólidos solúveis da cultivar Albion foi superior ao da cultivar San Andreas (7,23° Brix e 6,80° Brix, respectivamente), corroborando com Antunes (2014) que também relatou maior teor de sólidos solúveis na cultivar Albion (6,95 °Brix) em relação à cultivar San Andreas (6,57 °Brix).

Os valores de sólidos solúveis observados neste trabalho estão dentro dos teores considerados para o morango que pode variar de 5,4 a 9,8° Brix, sobretudo devido às diferenças genéticas de cada cultivar (CAMARGO e outros, 2011; CECATTO e outros, 2013; LEMISKA e outros, 2014) e também das condições de cultivo, colheita e armazenamento.

#### ***4.1.5 Acidez titulável (AT)***

A acidez titulável é dada pela presença dos ácidos orgânicos que servem de substratos para a respiração. No morango o principal ácido é o cítrico (FRANÇOSO e outros, 2008).

Não houve diferença estatística entre os frutos tratados com 1-MCP e os frutos controle de ambas as cultivares. Observou-se diferença significativa entre as cultivares e dias de armazenamento.

É possível que o 1-MCP não tenha tido efeito sobre a acidez titulável devido ao comportamento não climatérico do morango, associado à baixa temperatura de armazenamento, o que fez com que o metabolismo tenha sido lento e a produção de etileno tão baixa que o efeito do 1-MCP não pode ser observado.

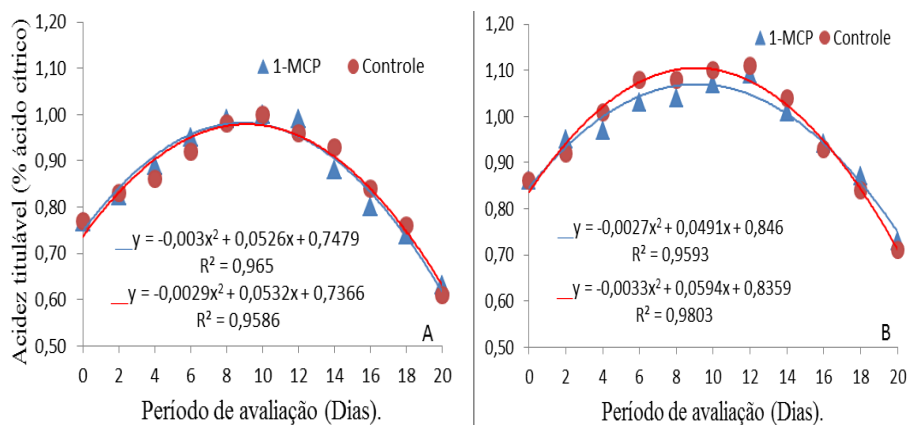
Na figura 5 é possível observar comportamento similar para as duas cultivares avaliadas, onde a acidez titulável aumentou até o décimo dia do armazenamento com posterior diminuição.

A variação durante o armazenamento foi de -19,48% para a cultivar Albion (0,77% e 0,62% de ácido cítrico no dia zero e no dia vinte, respectivamente) e de -16,28% para a cultivar San Andreas (0,86% e 0,72% de ácido cítrico no dia zero e no dia vinte, respectivamente), com a cultivar San Andreas se apresentando mais ácida durante todo o período da avaliação.

Os valores encontrados neste trabalho ficaram abaixo dos observados por Antunes e outros (2014), que estudando a qualidade de seis cultivares morango observou variação na acidez titulável de 0,99 a 1,34% de ácido cítrico para a cultivar Albion e de 1,04 a 1,51 % de ácido cítrico para a cultivar San Andreas.

Conforme Chitarra e Chitarra (2005) durante o amadurecimento é esperado que os teores de acidez decresçam, pois os ácidos orgânicos são utilizados no metabolismo dos frutos, sendo convertidos em açúcares ou servindo de substrato para o processo respiratório.

Porém, neste trabalho, durante os primeiros dias de armazenamento houve aumento da acidez titulável, devido, provavelmente, ao comportamento não-climatérico do morango somado ao menor metabolismo dos frutos quando submetidos à baixa temperatura. Comportamento também observado por Campos e outros (2011) avaliando a aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de morangos orgânicos (cv. Camarosa), acondicionados em embalagens plásticas e armazenados a 10 °C, também observaram aumento do teor de acidez titulável até o nono dia para o tratamento controle, e similarmente notado por Cardoso e outros (2012) que verificaram que a cultivar Diamante apresentou aumento da acidez titulável no início do armazenamento com posterior redução.



**Figura 5 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

#### 4.1.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)

A relação dos sólidos solúveis com a acidez titulável (SS/AT) proporciona uma melhor avaliação do sabor dos frutos, pois possibilita uma melhor avaliação ao relacionar o sabor doce com o ácido.

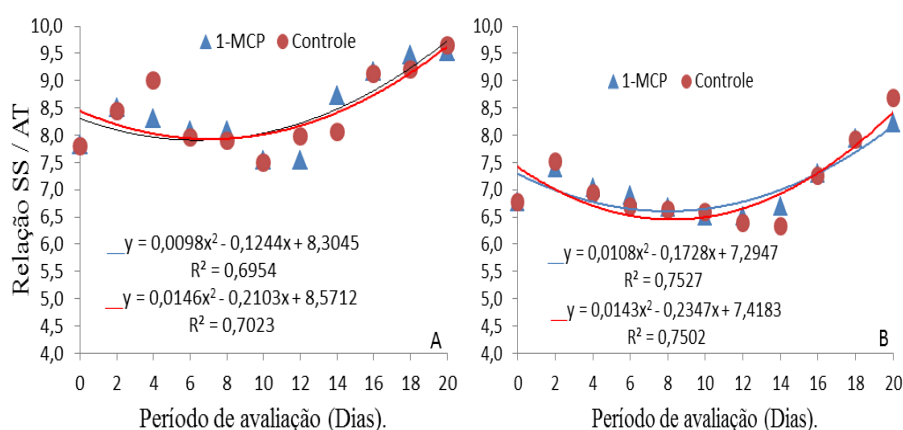
Durante o armazenamento houve aumento da relação SS/AT em ambas as cultivares, independentemente do tratamento aplicado (Figura 6).

Observou-se diferença significativa para as cultivares e dias de armazenamento, não havendo variação para os frutos com 1-MCP e frutos controle. O efeito neutro do 1-MCP na relação sólidos solúveis e acidez titulável é resultado do comportamento indiferente dos sólidos solúveis e da acidez titulável nos frutos quando tratados com 1-MCP.

A cultivar Albion apresentou relação SS/AT de 7,81 no dia zero e 8,43 ao final do período de avaliação, já para a cultivar San Andreas a relação SS/AT foi um pouco menor com 6,77 no dia zero e 7,07 aos vinte dias. A maior relação de SS/AT observada na cultivar Albion se deve ao maior teor de sólidos solúveis e menor acidez titulável dessa cultivar, como

discutido anteriormente. Nenhuma das cultivares avaliada atingiu a relação SS/AT ideal, que segundo Chitarra e Chitarra (2005) é de 8,75.

Antunes e outros (2014) estudando a qualidade pós-colheita de várias cultivares de morango, também observaram que nenhuma das cultivares atingiu a relação considerada como ideal. A autora relatou que a cultivar Albion apresentou relação SS/AT 7,29 e a cultivar San Andreas de 6,53, valores próximos ao observado neste trabalho.



**Figura 6 - Relação sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$  por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

De acordo com Bomfim (2011) a relação sólidos solúveis e acidez titulável tende a crescer no período de amadurecimento dos frutos proporcionando um sabor mais agradável por meio do equilíbrio do teor de açúcares e ácidos.

#### 4.1.7 Ácido ascórbico

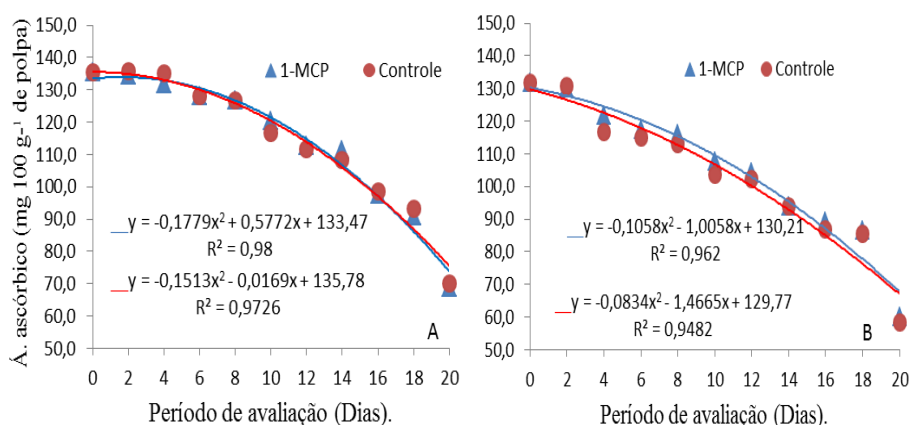
O ácido ascórbico é a forma reduzida da vitamina C, sendo mais estável, tem sido amplamente utilizado para quantificar essa vitamina em frutas e hortaliças.

Não houve diferença significativa entre os frutos tratados com 1-MCP e os frutos controle. Teve variação apenas entre os dias do armazenamento e também entre as cultivares. Ocorreu diminuição do teor de ácido ascórbico em ambas as cultivares ao longo de todo o armazenamento (Figura 7).

A cultivar Albion apresentou teor médio de ácido ascórbico de 114,38 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, enquanto na cultivar San Andreas o teor médio foi de 104,26 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa. Esses valores discordam de Antunes e outros (2014) que reportaram maiores teores de ácido ascórbico para a cultivar San Andreas (74,74 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) quando comparado com a cultivar Albion (49,76 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa).

A redução do ácido ascórbico também foi verificada por Vieites e outros (2006) ao avaliarem a conservação de morango (cv. Oso-Grande) armazenado em atmosfera modificada e por Brackmann e outros (2011) em diferentes cultivares de morangueiro durante o armazenamento em temperatura de 0,5° C.

A redução do teor de ácido ascórbico é esperada durante o armazenamento, devido à alta atividade da enzima ácido ascórbico oxidase, que oxida de forma irreversível o ácido ascórbico a ácido L-ascórbico (forma principal e biologicamente ativa da vitamina C) e que, por ser extremamente termolábil, é rapidamente hidrolisado ao ácido 2,3-diceto-L-gulônico, por meio de uma abertura irreversível no anel da lactona, perdendo a atividade vitamínica (CHITARRA; CHITARRA, 2005).



**Figura 7 - Ácido ascórbico (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados à temperatura de 4±1°C e UR de 90% ± 5% por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Salienta-se que mesmo após os 20 dias de armazenamento os teores de ácido ascórbico encontrados neste trabalho ficaram acima do limite mínimo de 39 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa de morango considerados por Domingues (2000).

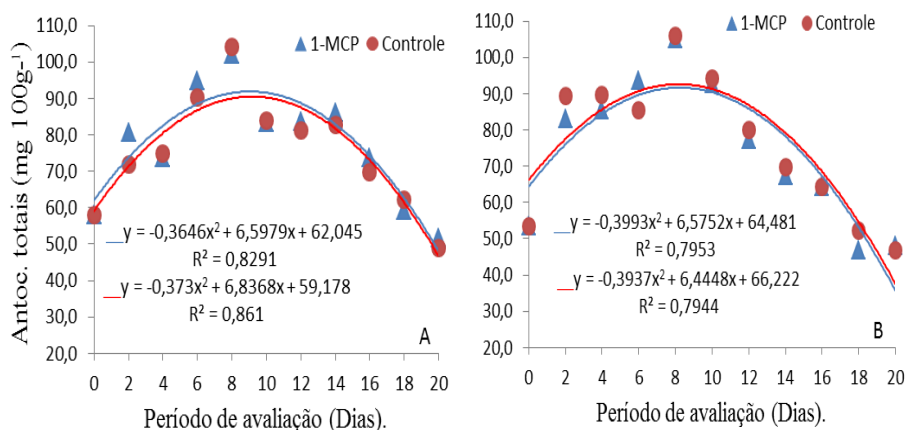
Porém, mesmo com um valor considerado alto, é importante observar que mesmo tendo chegado ao final do armazenamento com razoável teor de ácido ascórbico, a perda total média foi 48,79% para a cultivar Albion e 55,06% para a cultivar San Andreas uma perda considerável, principalmente se tratando de um nutriente tão essencial à dieta humana.

#### 4.1.8 Antocianinas totais

No morango as antocianinas estão presentes em elevadas concentrações, contribuindo significativamente para a atividade antioxidante do fruto (CAPOCASA e outros, 2008).

Foram observadas diferenças significativas apenas para os dias de armazenamento, não havendo nenhuma distinção entre os frutos com 1-MCP

e frutos controle, independentemente da cultivar avaliada (Figura 8). Até o oitavo dia houve um aumento médio de 42% do teor de antocianinas, com posterior decréscimo. Porém ao longo do período de armazenamento ocorreu uma redução média de 31%.



**Figura 8 - Antocianinas totais (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de 4±1°C e UR de 90% ± 5% por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Moraes e outros (2008) determinando as características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada, também verificaram que os teores de antocianinas aumentaram durante o armazenamento por sete dias.

Após o oitavo dia a redução dos teores de antocianinas pode ter acontecido em consequência da degradação por enzimas endógenas presentes nos tecidos dos vegetais, tais como glicosidases, polifenol oxidases e peroxidases (Silva, 2010). Também podem ter ocorrido devido à reação de condensação entre o ácido ascórbico e a antocianina, formando produtos instáveis que se degradam em compostos incolores (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O oxigênio também pode causar degradação das antocianinas por mecanismos de oxidação, além disso, também sofrem deterioração por

enzimas e açúcares, compostos metálicos e formam complexos com numerosos compostos, como proteínas, ácidos nucleicos, ácidos orgânicos e polissacarídeos (MOTTA e outros, 2015).

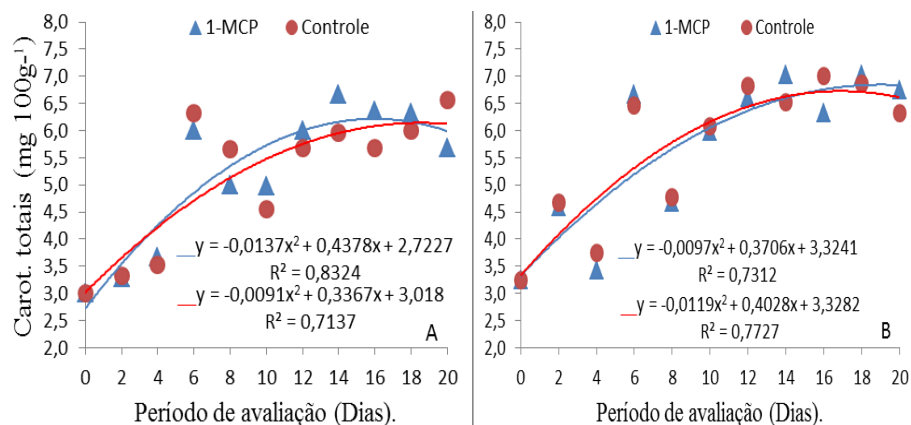
Os resultados encontrados neste estudo (média de 64,3 a 45,04 mg 100g<sup>-1</sup> no dia 0 e no dia 20, respectivamente) estão próximos daqueles observados por Bordignon Júnior e outros (2009) que, avaliando o teor de antocianinas em frutos de morango, encontraram teores de 76,60 mg 100 g<sup>-1</sup> de morango. E ficaram acima dos resultados encontrados por Buendia e outros (2010) que analisando a composição química de compostos fenólicos em 15 cultivares de morango, constataram teores médios de antocianinas entre 20,2 e 47,4 mg 100 g<sup>-1</sup>.

#### ***4.1.9 Carotenoides totais***

Os frutos tratados com 1-MCP e os frutos controle, em ambas as cultivares, tiveram o mesmo comportamento ao longo do armazenamento não havendo diferença significativa ( $p>0,05$ ). Porém houve diferença entre as cultivares e também em relação aos dias de armazenamento.

Ao longo do período ocorreu aumento nos teores de carotenoides para as duas cultivares, porém, na cultivar Albion o aumento foi menor que na cultivar San Andreas, sendo que a primeira apresentou um crescimento de 82,9% (2,98 no dia 0 e 5,45 mg 100g<sup>1</sup>) e a segunda um aumento de 150,2% no teor de carotenoides (2,73 no dia 0 e 6,83 mg 100g<sup>1</sup>) (Figura 9). Isso demonstra que a cultivar San Andreas apresentou maiores teores de carotenoides que a cultivar Albion e, possivelmente, maior potencial para sintetizá-los durante o armazenamento.





**Figura 9 - Carotenoides totais (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura de 4±1°C e UR de 90% ± 5% por 20 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) durante o amadurecimento dos frutos, os carotenoides podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados simultaneamente com a sua degradação. Portanto, os frutos já podem ser colhidos com altos teores de carotenoides e ainda elevarem ou manterem esses teores ao longo do armazenamento, comportamento observado neste trabalho.

Crizel (2012) estudando o efeito da radiação UV-C na concentração de carotenoides em cultivares de morango, observou teores médios de 4,14 mg 100g<sup>-1</sup> para o tratamento controle, valores próximos aos observados neste trabalho.

## **4.2 Experimento 2 - Armazenamento sob temperatura ambiente**

Os frutos de morango de todos os tratamentos e cultivares do experimento 2 foram avaliados até o quarto dia de armazenamento, após esse período já se encontravam com a qualidade bastante comprometida, não sendo mais atrativos para o consumo.

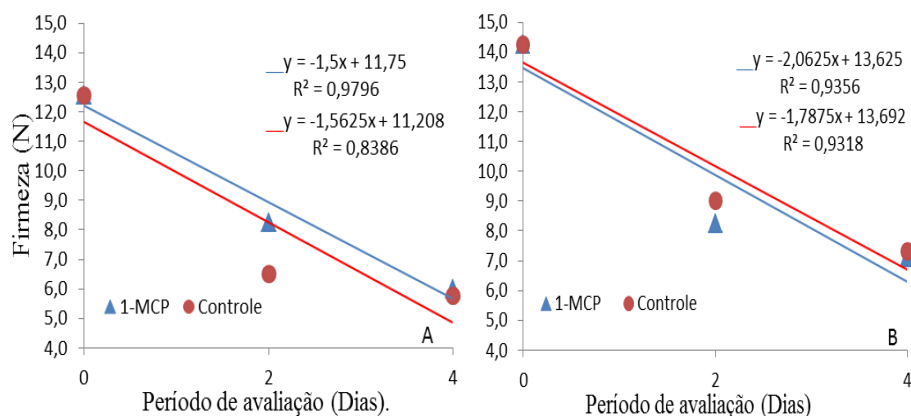
### **4.2.1 Firmeza**

Houve diferença significativa apenas para dias de armazenamento e para as cultivares. Durante o período ocorreu perda linear da firmeza para ambas as cultivares com redução média de 50%, independentemente se tratado ou não com 1-MCP (Figura 10).

Com este resultado, pode-se inferir que o 1-MCP não apresentou nenhuma interferência na senescência dos frutos e tão pouco prolongou por mais tempo sua vida útil. Este resultado discorda de Silva (2010) que estudando a qualidade de morangos (cv. Oso-grande) submetidos ao 1-MCP e armazenados à temperatura ambiente constatou maior perda de firmeza para os frutos sem 1-MCP. Discorda também de Cábria e Vieites (2013) que estudando as alterações físicas de abacate submetidos ao 1-MCP verificou maior firmeza ao longo do armazenamento para os frutos tratados.

Embora o comportamento durante o armazenamento tenha sido similar, a cultivar San Andreas apresentou maior média de firmeza no dia zero (14,25 N) em comparação com a cultivar Albion (12,10 N).

Antunes e outros (2014) estudando a qualidade pós-colheita de seis diferentes cultivares de morango, também observaram maior firmeza para a cultivar San Andreas em relação à cultivar Albion. Firmeza elevada é importante, sobretudo no manuseio pós-colheita, visto que esta característica está intimamente relacionada com a resistência dos frutos aos danos mecânicos.



**Figura 10 - Firmeza (N) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a perda de firmeza ao longo do armazenamento já é esperada devido à decomposição enzimática da lamela média da parede celular, da solubilização das pectinas e também por causa da perda de água para a atmosfera, o que provoca menor pressão de turgor das células, deixando-as mais flácidas e sujeitas ao rompimento. A elevada perda de massa observada neste trabalho pode estar relacionada com a considerável perda de massa dos frutos, como será discutido a seguir.

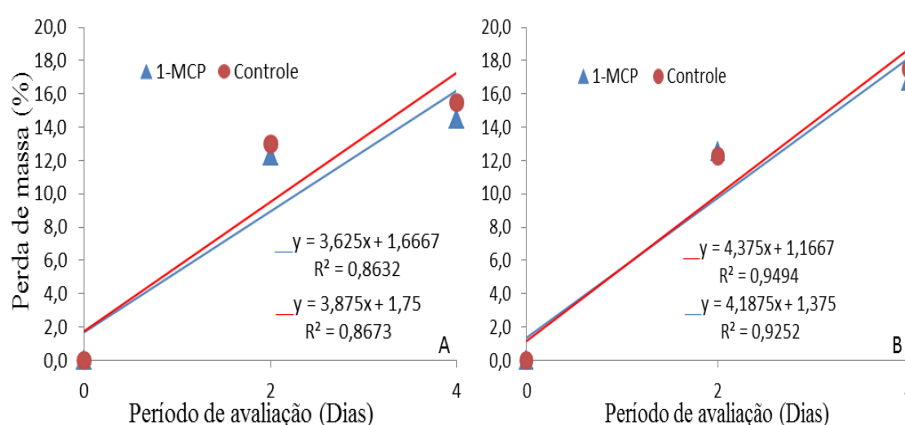
#### 4.2.2 Perda de massa

Houve diferença estatística significativa apenas para dias de armazenamento.

Foi observada perda linear de massa durante o período de armazenamento, nos frutos tratados com 1-MCP e nos frutos controle de ambas as cultivares (Figura 11). A perda média de massa durante o armazenamento foi de 16,0%.

De acordo com Kader (2002) a diminuição da massa está relacionada principalmente com a perda de água pela transpiração e dos

processos metabólicos de respiração. Dessa forma, pode-se inferir que o armazenamento em condições de temperatura ambiente possibilita que os frutos mantenham seu metabolismo em plena atividade, resultando em perda de qualidade em um menor espaço de tempo, pois, para essa mesma característica, os frutos armazenados em temperatura refrigerada, ao longo de vinte de dias, tiveram perda de massa de apenas 2%, como discutido anteriormente.



**Figura 11 - Perda de massa (%) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Silva (2010) em estudo utilizando 1-MCP na conservação de morangos em pós-colheita encontraram valores de 20,9% para os frutos controle e 13,6% para os frutos com 1-MCP durante seis dias de armazenamento em temperatura ambiente, valores próximos ao deste trabalho, porém, no que diz respeito à eficiência do 1-MCP são divergentes, visto que no presente estudo o 1-MCP não foi eficiente em diminuir a perda de massa.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) uma perda de massa acima de 10% já é suficiente para depreciar o fruto. Em morango este limite

é de 6% (GARCIA, 2005). Todos os frutos deste experimento, aos dois dias de armazenamento, já apresentavam perda de massa superior a esse limite.

Sabe-se que a massa dos frutos é a referência na comercialização, dessa forma, uma perda de massa elevada durante o armazenamento afeta não apenas a qualidade do fruto, mas também o volume comercializado, provocando, portanto, grandes prejuízos.

#### **4.2.3 pH**

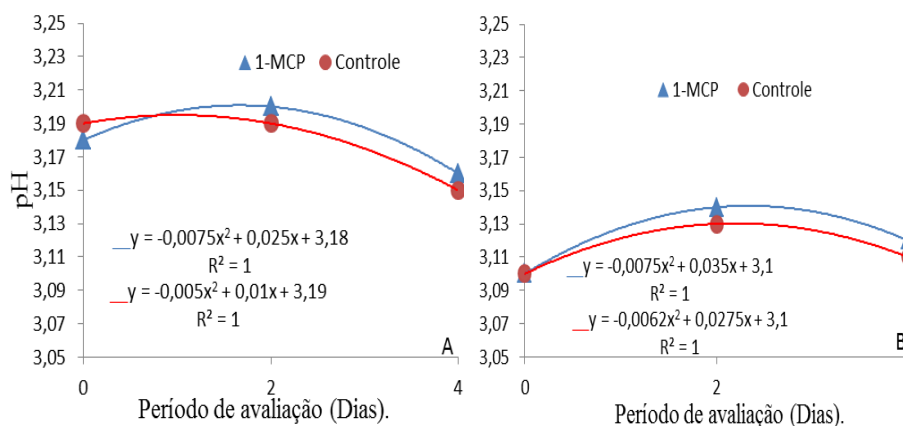
Não houve diferença estatística para o período de armazenamento e para o tratamento com 1-MCP ou sem 1-MCP. Foi observada diferença apenas entre as cultivares. Em frutos não climatéricos, o metabolismo não passa por grandes alterações durante a pós-colheita, com picos de produção de etileno e catalização dos processos metabólicos, esse comportamento deve explicar o efeito neutro do 1-MCP sobre o pH que tende a ter maior aumento em frutos climatéricos.

O pH da cultivar Albion apresentou pequena variação entre 3,15 a 3,20, já o pH da cultivar San Andreas variou de 3,10 a 3,14, sendo um pouco menor que o da Albion. Embora não tenha ocorrido diferença estatística, observa-se que ambas as cultivares apresentou um leve aumento de pH até o segundo dia de armazenamento com posterior decréscimo (Figura 12).

O resultado deste trabalho não corrobora com Silva (2010) que estudando a qualidade de morangos (cv. Oso-Grande) submetidos ao 1-MCP e armazenados em temperatura ambiente relataram que o pH dos frutos tratados com 1-MCP foi menor que o dos frutos controle, ou seja, o 1-MCP influenciou negativamente o pH, já que a preferência é por pH mais elevado.

Fante e outros (2013) estudando a aplicação do 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado também não observaram diferença significativa de pH nos frutos tratados em relação aos frutos controle. O mesmo foi

relatado por Moraes e outros (2007) que avaliando o efeito do 1-MCP na conservação pós-colheita de sapoti também não observaram diferença significativa entre os frutos com 1-MCP e os frutos controle.



**Figura 12 - pH de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

A determinação do pH dos frutos é importante na definição da finalidade de uso das cultivares. De acordo com Conti (2002), morangos que apresentam o pH menor que 3,5 são apropriados para uso industrial, já o mercado para consumo ao natural prefere frutos com pH mais elevado.

Neste estudo nenhum dos frutos apresentou pH dentro do padrão requerido para o consumo *in natura*, certamente, devido às condições de cultivo em campo (como manejo de adubação, irrigação, controle fitossanitário, dentre outros) e não aos tratamentos pós-colheita, pois, no dia zero o pH já era menor que 3,5.

#### 4.2.4 Sólidos solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis são utilizados como indicativos de maturidade e para determinar a qualidade do fruto, representando os

açúcares solúveis, ácidos orgânicos e outros constituintes menores.

Houve diferença significativa apenas para dias de armazenamento e para as cultivares.

No que se refere ao 1-MCP, os resultados deste trabalho, discordam de Silva (2010) que observou maior teor de sólidos solúveis nos frutos de morango não tratados com 1-MCP. Também diferem de Cábria (2013) que reportou maior teor de sólidos solúveis para frutos de abacate não tratado com 1-MCP.

Usualmente, o teor de sólidos solúveis aumenta no transcorrer do processo de maturação do fruto, seja por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos e da sua transformação em açúcares solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

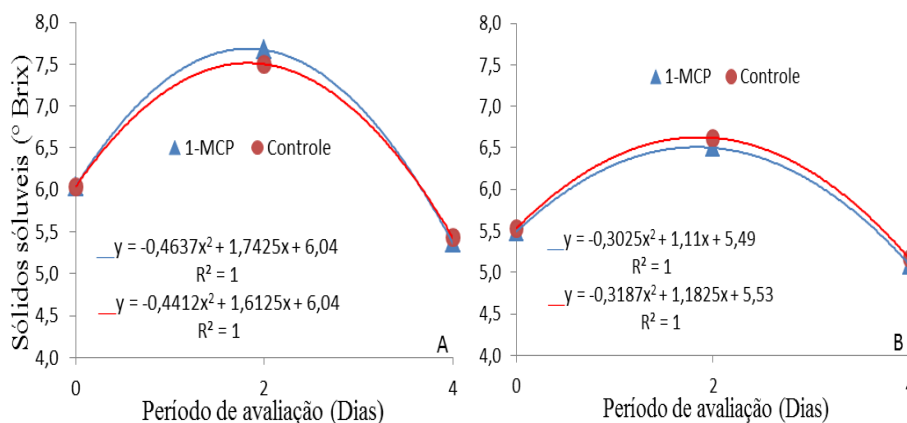
Porém, como os frutos são tecidos vivos, que estão em pleno metabolismo, após o consumo das reservas de energia disponíveis, esses açúcares são utilizados como fonte energética nos processos metabólicos, fazendo com que o teor de açúcares solúveis depois de certo tempo de armazenamento decresça.

A curva de regressão dos teores de sólidos solúveis apresentou-se ascendente até o segundo dia de armazenamento, para ambos os tratamentos e cultivares, com posterior redução (Figura 13).

Cardoso e outros (2012) ao avaliarem a qualidade morango (cv. Diamante) tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio também observou aumento no teor de sólidos solúveis até o terceiro dia, com posterior redução, independentemente do tratamento aplicado. Mesmo comportamento relatado por Cantillano e outros (2008) ao estudar a qualidade física e química de três cultivares de morango.

O comportamento das cultivares foi similar durante o armazenamento, mas foi observado maior teor de sólidos solúveis na cultivar Albion, que no dia zero tinha 6,04° Brix, com aumento para 7,67° Brix no dia dois e decréscimo para 5,36° Brix no dia quatro. Já a cultivar San

Andreas apresentou 5,83° Brix no dia zero, elevando para 6,55 no dia dois e reduzindo para 5,12 no dia quatro.



**Figura 13 - Sólidos solúveis (° Brix) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

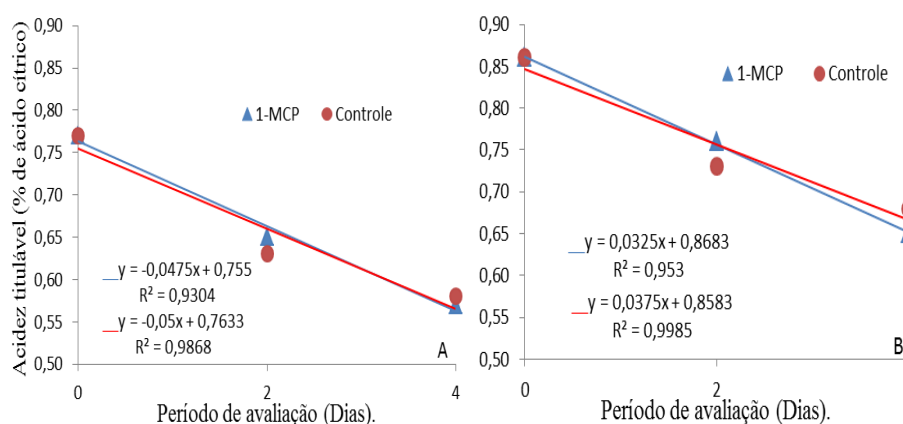
No quarto dia de armazenamento os valores de sólidos solúveis observados neste trabalho já estavam abaixo da faixa considerada ideal para o morango que pode variar de 5,4 a 9,8° Brix, sobretudo devido às diferenças genéticas de cada cultivar (CAMARGO e outros, 2011; CECATTO e outros, 2013; LEMISKA e outros, 2014) e também das condições de cultivo. Com isso é possível inferir que no quarto dia após a colheita, a qualidade dos frutos de morango deste trabalho já estava bastante comprometida.

#### 4.2.5 Acidez titulável (AT)

O tratamento com 1-MCP não influenciou a acidez titulável dos frutos de ambas as cultivares. Houve diferença significativa para dias de armazenamento e entre as cultivares.



Segundo Chitarra e Chitarra (2005) durante o amadurecimento é esperado que os teores de acidez decresçam, pois os ácidos orgânicos são utilizados no metabolismo dos frutos, sendo convertidos em açúcares ou servindo de substrato para o processo respiratório. Neste trabalho foi observado que o teor de acidez titulável diminuiu de forma linear para ambas as cultivares durante o armazenamento (Figura 14).



**Figura 14 - Acidez titulável (% de ácido cítrico) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

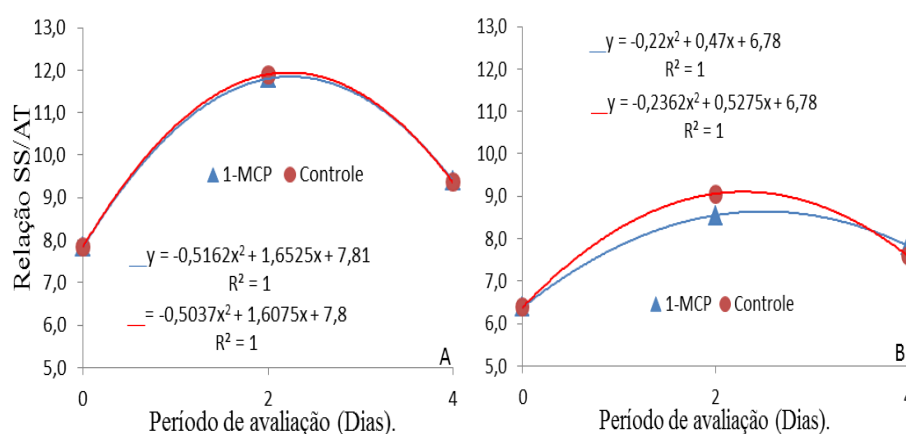
Malgarim e outros (2006), estudando a qualidade de morangos (cv. Camarosa) verificaram redução nos teores de acidez titulável durante o armazenamento para os frutos controle, sendo este valor igual a 0,65 para o dia 0 e 0,55 % de ácido cítrico para o 9º dia. Silva (2010) estudando o efeito do 1-MCP na conservação da qualidade de morango (cv. Oso-grande) também verificou redução da acidez titulável, que foi de 1,02 no dia 0 e 0,49 % de ácido cítrico no 6º dia de armazenamento, à temperatura ambiente.

#### 4.2.6 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT)

A relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é um parâmetro mais adequado para mensurar a qualidade dos frutos que os sólidos solúveis ou acidez titulável isolada, visto que este parâmetro possibilita uma análise ao relacionar o sabor doce com o ácido.

Não houve diferença significativa entre os frutos tratados com 1-MCP e os frutos controle. Teve diferença entre os dias de armazenamento e também entre as cultivares.

Durante o armazenamento houve aumento da relação SS/AT até o segundo dia e posterior decréscimo até o quarto dia, para ambas as cultivares (Figura 15).



**Figura 15 - Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

A cultivar Albion apresentou relação SS/AT 7,84 no dia zero, passando para 11,85 no segundo dia e reduzindo para 9,38 no quarto dia. Já a cultivar San Andreas embora tenha apresentado o mesmo comportamento, teve relação SS/AT menor, com 6,38 no dia zero, 8,8 no segundo e 7,71 no quarto dia. Isso se deve ao maior teor de sólidos solúveis e menor acidez

titulável encontrados na cultivar Albion. Salienta-se ainda que a cultivar Albion também apresentou maior variação na relação SS/AT que a cultivar San Andreas, como pode ser verificado na Figura 15.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a relação ideal de SS/AT é de 8,75. A cultivar Albion no segundo dia atingiu essa relação e mesmo com a redução, no quarto dia a relação se manteve acima do valor considerado ideal. A cultivar San Andreas ficou com relação SS/AT acima desse valor apenas no segundo dia.

#### **4.2.7 Ácido ascórbico**

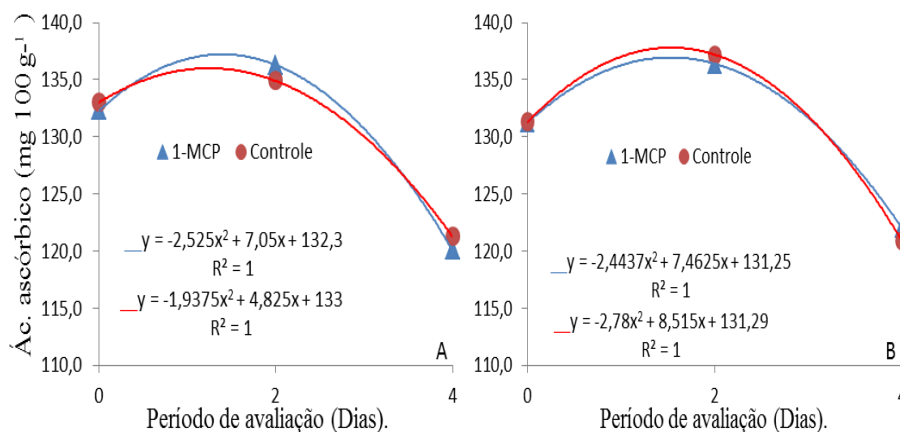
Houve diferença estatística significativa apenas para os dias de armazenamento.

Observa-se, na Figura 16 que os frutos de ambos os tratamentos e cultivares apresentaram um pequeno aumento no teor de ácido ascórbico até o segundo dia. Já entre o segundo e o quarto dia ocorreu redução.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) espera-se redução do teor de ácido ascórbico durante o armazenamento, devido à alta atividade da enzima ácido ascórbico oxidase, que oxida de forma irreversível o ácido ascórbico a ácido L-ascórbico que, por ser extremamente termolábil, é rapidamente hidrolisado perdendo a atividade vitamínica.

Segundo Nunes e outros (1998) a elevada perda de água que pode ocorrer durante a armazenagem de morangos tende a mascarar as perdas de ácido ascórbico quando os valores são expressos na base do peso fresco.

Dessa maneira, o aparente aumento do teor de ácido ascórbico observado no presente estudo até o segundo dia, pode ser atribuído à elevada perda de massa, que em sua maioria, é composta por perda de água para a atmosfera, deixando os nutrientes em uma maior concentração.



**Figura 16 - Ácido ascórbico (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) em frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

#### 4.2.8 Antocianinas totais

As antocianinas são metabólitos pertencentes à classe dos flavonoides (WALTON e outros, 2006), sendo utilizada na indústria como corante natural e no aspecto alimentar é um ótimo antioxidante.

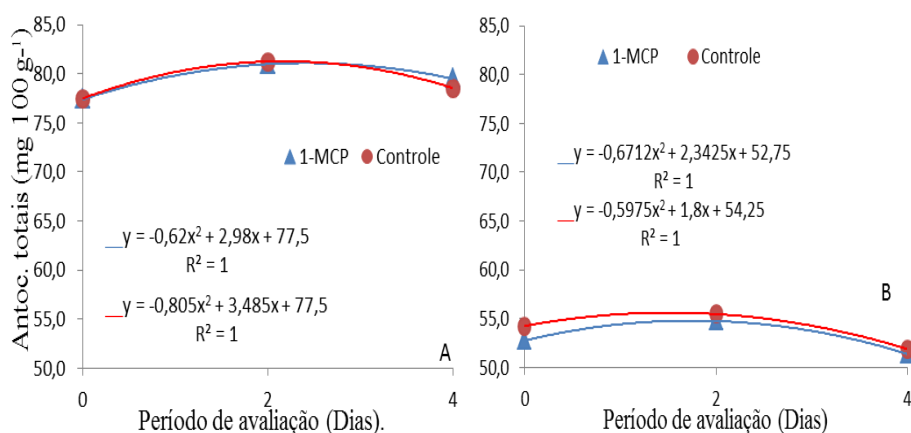
Houve diferença significativa apenas para as cultivares. O tratamento com 1-MCP e sem 1-MCP não diferiu, assim como não teve nenhum efeito dos dias de armazenamento no teor de antocianinas. O comportamento das cultivares durante o armazenamento pode ser analisado na Figura 17.

A não diferença significativa nos teores de antocianinas em função da aplicação do 1-MCP demonstra mais uma vez que o metabolismo dos frutos não foi afetado pelo tratamento.

O maior teor de antocianinas totais foi encontrado na cultivar Albion que apresentou média de 79,22 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa, enquanto que na cultivar San Andreas a média foi de 53,41 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa. Resultado superior ao observado por Santos (2013) que estudando a qualidade de morangos produzidos em sistema convencional e orgânico encontrou os

teores de 11,77 e 9,52 mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa para as cultivares Albion e San Andreas, respectivamente.

Os valores encontrados neste trabalho também foram maiores que os relatados por Chaves (2014) que estudando o teor de antocianinas de frutos de diversas cultivares de morangueiro encontraram na cultivar Albion 19,78 mg 100 g<sup>-1</sup> e na cultivar 18,69 mg 100 g<sup>-1</sup> de antocianinas totais.



**Figura 17 - Antocianinas totais (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) em frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Salienta-se que a variação nos teores de antocianinas pode ocorrer em função não apenas das diferenças genéticas entre as cultivares, mas também em função das condições de cultivo e armazenamento. Josuttis e outros (2013) estudando a variação nos teores de antocianinas totais em uma mesma cultivar de morango oriunda de diferentes países, observou que a variação chegou a 30%, apenas pela alteração no local de cultivo.

#### **4.2.9 Carotenoides totais**

Os carotenoides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos na natureza, devido às suas numerosas funções biológicas e para a saúde.

Não houve diferença significativa entre os frutos com 1-MCP e os frutos controle, devido, possivelmente, ao comportamento não climatérico dos frutos ou mesmo em consequência da dose aplicada ter sido baixa.

Esse resultado discorda de Barreto e outros (2011) e Trevisan e outros (2013) que observaram que mamões tratados com 1-MCP mostraram menor conteúdo de carotenoides totais quando foram comparados aos frutos controle.

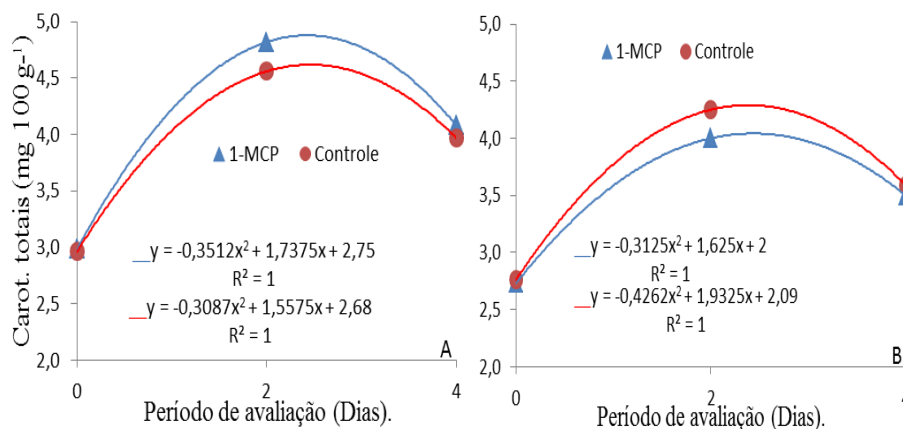
O teor de carotenoides totais diferiu estatisticamente para as cultivares e para os dias de armazenamento.

Na Figura 18, observa-se que o teor de carotenoides aumentou até o segundo dia do armazenamento para ambas as cultivares indiferentemente se tratados ou não com 1-MCP, com posterior decréscimo.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) durante o amadurecimento dos frutos, os carotenoides podem se tornar mais visíveis à medida que a clorofila é degradada, assim como pode ser sintetizado simultaneamente com a sua degradação. Dessa forma pode-se inferir que o aumento no teor desse pigmento durante o armazenamento pode ser apenas aparente e não oriundo da sua sintetização.

Diferente do que aconteceu no armazenamento refrigerado em que a cultivar San Andreas apresentou maior média de carotenoides totais, em temperatura ambiente a cultivar Albion apresentou a maior média (3,89 mg 100g<sup>-1</sup>) contra 3,47 mg 100g<sup>-1</sup> da cultivar San Andreas. Essa diferença de comportamento das cultivares aqui observada serve de subsídio para inferir que não somente os fatores genéticos e as condições de cultivo interferem no

teor de carotenoides totais, mas o local e as condições pós-colheita também são muito importantes.



**Figura 18 - Carotenoides totais (mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa) de frutos de morangueiro das cultivares Albion (A) e San Andreas (B) com e sem tratamento de 1-MCP e armazenados sob temperatura ambiente por 4 dias. Vitória da Conquista – BA, UESB, 2016.**

Crizel (2012) estudando o efeito da radiação UV-C na concentração de carotenoides em morango (cv. Albion e Aromas), observou teores médios de 4,14 mg 100g<sup>1</sup> para o tratamento controle, valores próximos aos deste trabalho.

Já Oliveira e outros (2016) avaliando o efeito da liofilização sobre os carotenoides de morangos armazenados observaram teores de 8,5 mg 100g<sup>1</sup> para o tratamento controle, resultado superior aos deste estudo.

## 5 CONCLUSÕES

O uso do 1-MCP, não é eficiente em alterar as características de qualidade avaliadas, em ambas as condições de armazenamento.

A cultivar Albion apresenta os melhores teores de pH, ácido ascórbico, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável e carotenoides totais.

As cultivares estudadas comporta de forma similar ao longo do período de armazenamento, tanto quando armazenada sob refrigeração quanto em temperatura ambiente.

O armazenamento refrigerado,  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  e UR de  $90\% \pm 5\%$ , preserva a qualidade dos morangos, em níveis aceitáveis, até os vinte dias após a colheita. De forma geral, os melhores teores das características avaliadas foram observados nos dias 8 e 10 do armazenamento.

Os morangos armazenados em temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$  e UR de 75% apresentam no dia dois do armazenamento os melhores teores de pH, ácido ascórbico, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável e carotenoides totais, ficando em condições de consumo até o quarto dia.



## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, M. C.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MOGOR, A. F.; RESENDE, J. T. V. Post-harvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 168-173, abr./jun. 2014.
- ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. **A cultura do morango**. 2. ed. rev. e ampl., Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 52 p. (Coleção Plantar, 68).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official agriculture chemistry**. 18. ed. Mayland: AOAC, 2005. 1094 p.
- BAGCHI, D. e outros. Anti-angiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. **Biochemistry**, v. 69, n. 1, p. 75-80, 2004.
- BAHORUN, T.; SOOBRAATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S; LUXIMON-AMMA, A.; ARUOMA, O. I. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 579, p. 200-213, 2005.
- BARRETO, G. P. M.; FABI, J. P.; ROSSO, V. V.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO F. M.; NASCIMENTO J. R.O.; MERCADANTE, A. Z. Influence of ethylene on carotenoid biosynthesis during papaya postharvesting ripening. **J Food Comp Anal**, v. 24, p. 620-624, 2011.
- BENDER, A. E. Food processing and nutrition. London: Academic, 1978. 243p.
- BHOWMIK, S. R.; PAN, J. C. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. **Journal of Food Science**, v.57, n.4, p.948-953, 1992.
- BLANKENSHIP, S.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, Apr. 2003.
- BOMFIM, M. P. **1- Metilciclopreno (1-MCP) e atmosfera modificada em manga 'tommy atkins' e quantificação de antioxidantes em frutas e hortaliças**. 2011. 166p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade

Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2011.

BONETTI, J. de A.; ZANUZO, M. R.; MACHADO, R. A.; CONSTANTINO, E. J.; CACHO, R. C.; RIEGER, F. A. Influência do parcelamento de potássio (K) nas características do melão utilizando sistema tutorado em Sinop-MT. **Revista Uniara**, Jataí, GO, v.14, n.1, p. 110-117, jun. 2011.

BORDIGNON JÚNIOR, C. L. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2008.

BRACKMANN, A.; PAVANELLO, E. P.; BOTH, V.; JANISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; GIMÉNEZ, G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.58, n.5, p. 524-547, set./out. 2011.

BRACKMANN, A.; ANESE, R.O.; BOTH, V.; THEWES, F. R.; FRONZA, D. Atmosfera controlada para o armazenamento de goiaba cultivar ‘Paluma’. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 2, p.151-156, mar/abr. 2012.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. **Food Chemistry**, v.58, n.1-2, p.103-109, 1997.

BUCCI, A.; FAEDI, W.; BARUZZI, G. Botanica. Origine ed evoluzione. In: AA.VV. **La fragola, coordinamento scientifico di W. Faedi**. Collana Coltura & Cultura, ideata e coordinata da R. Angelini. Bayer CropScience, Ed. Script, Bologna. 2010.

BUENDIA, B.; GIL, M. I.; TUDELA, J. A.; GADY, A. L.; MEDINA, J. J.; SORIA, C.; LOPEZ, J. M.; TOMAS-BARBERAN, F. A. HPLC-MS analysis of proanthocyanidin oligomers and other phenolics in 15 strawberry cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 3916-26, Apr, 2010.

CÁBIA, N. C.; VIEITES, R. L. Alterações físicas do abacate 'hass' submetido a aplicação de 1-mcp. **Energia na Agricultura**, Botucatu, SP, v. 28, n.2, p. 129-134, abr./jun. 2013.

CACCHI, M. **Caratteri Qualitativi Dei Frutti Di 13 Varieta' Di Fragola In Funzione Del Genotipo E Del Materiale Di Propagazione**. 38 p. Tesi Di Laurea in Produzioni vegetali. Università Di Bologna. 2012.

CAMARGO, L. S.; PASSOS, F. A. Morango. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. v. 1, p. 411-432.

CAMPOS, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 554-560, set./out. 2011.

CANER, C.; ADAY, M. S.; DEMIR, M. Extending the quality of fresh strawberries by equilibrium modified atmosphere packaging. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 227, p. 1575–1583, 2008.

CANTILLANO, R. F. F. Fisiologia e manejo na colheita e pós-colheita de morangos. In: CARVALHO, S. P. de. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 97-105.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. **Documentos 75**, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008. 29 p.

CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MEZZETTI, B.; MAURIZIO BATTINO, M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. **Food Chemistry**, v. 111, p. 872–878, 2008.

CARDOSO, L. M.; DEUS, V. A.; SILVA, E. B.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Qualidade pós-colheita de morangos cv. ‘diamante’ tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 23, n. 4, p. 583-588, out./dez. 2012.

CARVALHO, S. F. **Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS**. 2013. 104p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. 2013.

CASTRO, R. L. de Melhoramento genético do morangueiro: avanços no Brasil. SIMPOSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1. (Ed.) Raseira, et al. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 296 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the

production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 471-478, 2013.

CHAVES, V. C. **Teor de antocianinas, compostos fenólicos e capacidade de captação de radicais livres de frutos de cultivares de morangueiro** (*Fragaria x ananassa* Duch.). 2014. 104p. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 783 p., 2005.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.1, p. 10-17, mar. 2002.

COSTA, R. C. **Ecofisiologia, rendimento e Qualidade de morangueiro de dias Neutros cv. Albion em diferentes substratos**. 2012. 163p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, RS, 2012.

CRIZEL, R. G. **Efeito da radiação uv-c durante o cultivo de morangos: aspectos bioquímico-fisiológicos e tecnológicos**. 2012, 71 f. (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, RS, 2012.

DIAS, C. N.; MARINHO, A. B.; ARRUDA, R. S.; SILVA, M. J. P.; PEREIRA, E. D.; FERNANDES, C. N. V. Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.10, p.961-966, 2015.

FANTE, C. A.; VILAS BOAS, A. C.; COSTA, A. C.; SILVA, E. P.; OLIVEIRA, M. C.; LIMA, L. C. O. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2142-2147, dez. 2013.

FAO-Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. 2015. **Agricultural Production / strawberry**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

FARIA, J. P. F.; SILVA, L. C. R.; VIEIRA, R. F. V.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata* var. capitata). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.820-822, 2008.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância (SisVar)**. Versão 5. 6. Lavras, MG: UFLA, 2011.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 3, p. 664-674, Setembro 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.

FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 3, p. 614-619, Jul./Set. 2008.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, n. 1, p. 1-35, 2004.

GARDNER, P. T.; WHITE, T. A. C.; MCPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruits juices. **Food Chemistry**, v. 68, n. 4, p. 471-474, 2000.

GARCÍA, J. M; MEDINA, R. J; OLÍAS, J. M. Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 6, p. 1037-1041, 2005.

GIARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V.; BENDER, R.J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. **Circular técnica 31**, Embrapa, Bento Gonçalves, RS, Jun. 2002

GOLDSCHMIDT, E. E. Ripening of citrus and other non-climateric fruits: a role for ethylene. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.463, p.325-334, 1997.

HARBORNE, J. B.; GRAYER, R. J. The anthocyanins. In: The flavonoids: advances in research since 1980. **Chapman & Hall**, London, 1988, p. 1-20.

JOSUTTIS, M.; VERRALL, S.; STEWART, D.; KRÜGER, E.; MCDOUGALL, G. J. Genetic and environmental effects on tannin composition in strawberry (*Fragaria × ananassa*) cultivars grown in different 98 European locations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 4, p. 790-800, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos-físicos para análises de alimentos**. São Paulo. 4. ed. São Paulo Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: na overview. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Davis: University of California, 2002. v. 4, p. 39-47.

KIM, J. Y.; KIM, H. J.; LIM, G. O.; JANG, S. A.; SONG, K. B. Research Note. The effects of aqueous chlorine dioxide or fumaric acid treatment combined with UV-C on postharvest quality of 'Maehyang' strawberries. **Postharvest Biology Technology**, v. 56, p. 254-256, 2010.

KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Santa Clara'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 39-44, 1997.

KROLOW, A.C.; SCHWENGBER, J. E.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morangos cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, out.2007.

KU, V. V. V.; WILLS, R. B. H.; YEHOSHUA, B. S. 1-Methyl cyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene. **Horticultural Science**, v. 34, p. 119-120. 1999.

LAGAERT, S.; BELEN, T.; VOLCKAERT, G. Plant cell walls: Protecting the barrier from degradation by microbial enzymes. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, v. 20, p. 1064-1073, 2009.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; CASSILHA ZAWADNEAK, M. A. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, v. 44, n. 4, p. 622-628, 2014.

LÓPEZ-GÓMEZ, R.; CABRERA-PONCE, J.L.; SAUCEDO-ARIAS, L.J.; CARRETOMONTOYA, L.; VILLANUEVA-ARCE, R.; DÍAZ-PEREZ, J.C.; GÓMEZ-LIM, M.A.; HERRERA-ESTRELLA, L. Ripening in papaya fruit is altered by ACC oxidase cosuppression. **Transgenic Research**, Morelia, v. 18, p. 89-97, 2009.

MAZZURANA, E. R.; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. Potenciais benefícios do aumento da temperatura de armazenagem em atmosfera controlada de maçãs 'gala' tratadas com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 38, n. 1, p. 43-52, Fev. 2016.

- MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MÉNDEZ, D.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. Carotenoids and provitamin A in functional foods. In: HURST, W.J. **Methods of analysis for functional foods and nutraceuticals**. Washington: CRC Press, 2002.
- MIRANDA, M. E. J.; GONZALEZ, P. P. Características, producción y utilización de pectinas. **Alimentación, equipos e tecnología**. Noviembre, p.61-66, 1993.
- MORAES, I. V. M. e outros. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 2, abr./jun. 2008.
- MORAIS, P. L. D.; LIMA, L. C. O; ALVES, R. E.; DONIZETI, J.; ALVES, A. P. Conservação pós-colheita de sapoti submetido a diferentes doses de 1-metilciclopropeno. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 316, n. 54, p. 517-525, nov./dez. 2007.
- MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, Piauí, v.6, n.1, p.74-82, Jan./Mar. 2015.
- NORCALNURSERY. **Strawberry Cultivars**. USA, 2013. Disponível em: <<http://norcalnursery.com/strawberry-varieties/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- NUNES, M. C. N. et al. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, v. 6, n. 1, p. 17- 28, 1995.
- NUNES, M. C. N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B.; SARGENT, S. A. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1033-1036, 1998.
- PEREIRA, W. R. **Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro em diferentes épocas de plantio**. 2009. 46p. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2009.
- PÉREZ, A. G. e outros. Rapid Determination of Sugars, Nonvolatile Acids, and Ascorbic Acid in Strawberry and Other Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 9, p. 3545-3549, 1997.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; BOLINI, H. M. A. Prolongamento da vida pós-colheita de bananas-maçã submetidas ao 1-metilciclopropeno (1-MCP) – qualidade sensorial e física. **Ciência de Tecnologia e Alimentos**, Campinas, SP, v. 30, n. 1, p. 132-137, jan./mar. 2010.

PIZARRO, C. A. C. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**. 2009. 58p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 266–273, 2012.

OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. M.; ZÜGE, D. P. P.; MANERA, A. P.; JACQUES, A. C. Liofilização: efeito sob os carotenoides do morango. **Revista CSBEA**, v. 2, n. 1, 2016.

OSGANIAN, S.K. e outros. Dietary carotenoids and risk of coronary artery disease in women. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 77, p.1390-1399, 2003.

REIS, K. C.; SIQUEIRA, H. H.; ALVES, A. P.; SILVA, J. D.; LIMA, L. C. O. Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso grande. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 32, n. 1, p. 196-202, Jan./Fev. 2008.

ROHM AND HAAS COMPANY. **1-Metilciclopropene (1-MCP)**. Philadelphia: Agrofresh, 2002. (Boletim Técnico).

ROSA, H. T.; STRECK, N. A.; WALTER, L. C.; ANDRIOLO, J. L.; SILVA, M. R. Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambiente subtropical. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 44, n. 3, p.604-613, jul./set. 2013.

ROSA, J. S.; GODOY, L. O.; OIANO NETO, J.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. S.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 27, n. 4, p. 837-846, out./dez. 2007.

RUPASINGHE, H. O. V.; MURR, D. P.; PALIYATH, G.; SKOG, L. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in



‘McIntosh’ and ‘Delicious’ apples. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 75, n. 3, p. 271-276, May 2000.

SAMYKANNO, K.; PANG, E.; MARRIOTT, P. J. Chemical characterisation of two Australian-grown strawberry varieties by using comprehensive two-dimensional gas chromatography-mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 1997-2005, Dec, 2013.

SANHUEZA, R. M. V.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C.; FREIRE, J. M. F. Importância da Cultura. In: BOTTON, M. et al. **Sistema de Produção de Morangos para Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste** (Sistema de Produção 6). Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves – RS, Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/importancia.htm>>. Acesso em: 12 out. 2016.

SANTOS, L. S. **Qualidade de morangos produzidos sob sistemas convencional e orgânico no Vale do Ipojuca - PE**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013. 61 f. 2013.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (eds). **Morango Produção**. Frutas do Brasil, 40 ed. EMBRAPA CT. 2003. 81p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Estatísticas dos Municípios Baianos**. SEI, Salvador, v. 4, n. 2, 2014. Disponível em: <[http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2441&Itemid=284](http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2441&Itemid=284)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

SILVA, M. S.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Desempenho produtivo e qualidade de frutos de morangueiros produzidos no norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 251-256, abr./jun. 2015.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; ROCHA, A. Manga 'Ubá' tratada com ethephon na pré-colheita. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 4, p. 555-559, jul./ago. 2012.

SILVA, P. A. **Manutenção da qualidade de morangos submetidos ao 1-MCP e armazenados em temperatura ambiente e refrigerada**. 2010. 137p. Tese (Doutorado em Agroquímica) Universidade Federal de Lavras, MG, 2010.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, jan./fev. 2007.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationship between pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, n. 81, p. 337-354, 2002.

SIQUEIRA, H. H.; VILAS BOAS, B. M.; SILVA, J. D.; NUNES, E. E.; LIMA, L. C. O.; SANTANA, M. T. A. Armazenamento de morango sob atmosfera modificada e refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1712-1715, 2009.

SISLER, E. C.; BLANKENSHIP, S. M.; GUEST, M. Compounds interacting with the ethylene receptor. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 553, p. 159-162, Mar. 2001.

SOUZA, I. V. B. **Características e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.), no Estado da Bahia, em função da adubação NK**. 2016. 156p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2016.

SWEETMAN, C. et al. Regulation of malate metabolism in grape berry and other developing fruits. **Phytochemistry**, v. 70, n. 11-12, p. 1329-1344, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 4. ed. p.819, 2009.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação de vitamina C em suco de fruta. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, SP, v.17, n.2, p.219-227, abr./jun. 2006.

TIAN, M. S.; PRAKASH, S.; ELGAR, H. J.; YOUNG, H.; BURMEISTER, D. M.; ROSS, G. S. Responses of strawberry fruit to 1- Methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. **Plant Growth Regul.** V. 32, p. 83-90, 2000.

TREVISAN, M. J.; JACOMINO, A. P.; CUNHA JUNIOR, L. C.; ALVES, R. F. Aplicação de 1-metilciclopropeno associado ao etileno para minimizar seus efeitos na inibição do amadurecimento do mamão 'Golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 2, p. 384-390, Junho 2013.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champmal & Hall, cap. 1, p. 2-51, 1993.

VANNUCCHI, H; ROCHA, M. M. **Ácido ascórbico (vitamina C)**. Funções plenamente reconhecidas dos nutrientes. ILSI Brasil – International Life Sciences Institute. 2012. Disponível em <[http://ilsibrasil.org/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/artigo\\_vitamina\\_c.pdf](http://ilsibrasil.org/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/artigo_vitamina_c.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

VIEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M.; SILVA, C. S.; MARTINS, M. L. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 243-252, Abr./Jun. 2006.

VILA, M. T. R. **Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. 2004. 66p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG. 2004.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais de pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.84-88, maio/jun. 2012.

WALTON, M. C. e outros. Anthocyanins absorption and antioxidant status in pigs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 20, p. 7940-7946, 2006.