



**DISSERTAÇÃO**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE  
ITALIANO ADUBADO COM POTÁSSIO EM  
AMBIENTE PROTEGIDO**

**RAYSA MADURO ALVES**

**Campinas, SP  
2017**

**INSTITUTO AGRONÔMICO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL E  
SUBTROPICAL**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE ITALIANO ADUBADO  
COM POTÁSSIO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**RAYSA MADURO ALVES**

ORIENTADORA: DR.<sup>a</sup> ILANA URBANO BRON  
CO-ORIENTADOR: DR. LUIS FELIPE VILLANI PURQUERIO

Dissertação submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Mestre** em  
Agricultura Tropical e Subtropical, área de  
Concentração em Tecnologia da Produção  
Agrícola.

CAMPINAS, SP  
2017

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agrônômico

A474q Alves, Raysa Maduro  
Qualidade pós-colheita de tomate italiano adubado com potássio em ambiente protegido / Raysa Maduro Alves. Campinas, 2017. 52 fls.

Orientadora: Ilana Urbano Bron  
Co-Orientador: Luis Felipe Villani Purquerio  
Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agrônômico

1. Tomateiro italiano 2. Adubação potássica 3. Pós-colheita  
I Bron, Ilana Urbano II. Purquerio, Luis Felipe Villani III. Título

CDD. 635.42



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA  
DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO AGRONÔMICO  
Pós-Graduação  
Av. Barão de Itapura, 1481 Caixa Postal 28  
13001-970 Campinas, SP - Brasil  
(19) 2137-0601  
pgiac@iac.sp.gov.br



**Curso de Pós-Graduação**  
**Agricultura Tropical e Subtropical**  
**Certificado de Aprovação**

**Título: Qualidade pós-colheita de tomate italiano adubado com potássio em ambiente protegido**

**Aluna: Raysa Maduro Alves**

**Área de Concentração: Tecnologia da Produção Agrícola**

**Processo SAA nº: 4.460/2015**

**Orientadora: Dra. Ilana Urbano Bron**

Aprovado pela Banca Examinadora:

Dra. Ilana Urbano Bron - IAC

Dra. Valeria Delgado de Almeida Anjos - ITAL

Dra. Sílvia Regina Toledo Valentini - IAC

Visto:

Márcio Koiti Chiba  
Coordenador Pós-Graduação  
Instituto Agrônomo

Campinas, 10 de fevereiro de 2017

INSTITUTO  
AGRONÔMICO

À minha querida Família:  
Meus pais Cláudia e Luiz André,  
Meu irmão João Vitor,  
Pelo enorme incentivo, amor e paciência.

## **DEDICO**

Às minhas amigas, Yasmim  
e Mylaine, tão parceiras e  
essenciais nessa jornada.

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por guiar meus passos, me conceder oportunidades de crescimento e sempre colocar em meu caminho pessoas boas, que me ajudam a superar as dificuldades, persistir rumo aos meus objetivos e me tornar uma pessoa melhor.

Agradeço à CAPES pela bolsa ao longo de todo o mestrado e ao Instituto Agronômico por contribuir com a minha formação e me proporcionar oportunidade de trabalhar com a Dr.<sup>a</sup> Ilana, minha orientadora. Sou grata por sua atenção, compreensão, confiança, incentivo e ensinamentos que contribuíram muito com a minha formação profissional e pessoal.

Muitas pessoas foram essenciais para o desenvolvimento do meu trabalho, dentre essas agradeço: à Dr.<sup>a</sup> Yolanda Boza, pelas orientações nas análises laboratoriais e conversas agradáveis; à Dr.<sup>a</sup> Silvia Valentini, pela disponibilidade em auxiliar em diversos assuntos; ao Fabrício dos Santos, pela parceria no projeto; ao Dr. Felipe Purquerio, por toda orientação e ajuda; à Dr.<sup>a</sup> Sônia Piedade e Dr. Décio Barbin (ambos da ESALQ) e Dr. Cristiano Andrade (Embrapa Meio Ambiente), por toda ajuda nas análises estatísticas.

Agradeço à Yasmim Rodrigues, a amiga sensacional e parceira que o mestrado colocou em minha vida. Não tenho como expressar minha gratidão por sua amizade, auxílio e companheirismo tanto nos momentos de trabalho (que foram muitos) quanto nos de diversão!

Da mesma forma agradeço à minha “grande amiga”, Mylaine dos Santos, cuja nossa amizade se estendeu dos tempos da faculdade para o mestrado e, espero que, por toda a vida. Obrigada por estar comigo em todos os momentos me amparando, cuidando e incentivando!

Agradeço aos colegas e amigos que fiz ao longo desta trajetória e que, de alguma forma, me ajudaram a chegar até aqui, como a Carolina Cinto, Bruna Iversen e Bárbara Marçon. Um agradecimento especial à Daniela Machado, que muito me ensinou, aconselhou e me fez sentir falta da nossa convivência diária; e ao Laerte Rocha, que se mostrou um enorme parceiro, solidário às minhas dificuldades e preocupações, me incentivando e não me deixando desistir, além de me auxiliar nos assuntos ligados à nutrição de plantas!

Principalmente, agradeço à minha família que é a minha base. Aos meus pais Cláudia e Luiz André, que sempre me incentivaram, encorajaram, apoiaram e acreditaram em mim. E ao meu irmão João Vitor, pela amizade, companheirismo e carinho. Obrigada por fazerem parte dessa importante e difícil etapa da minha vida, essa conquista também é de vocês!!!

## SUMÁRIO

|                                                          |      |
|----------------------------------------------------------|------|
| AGRADECIMENTOS .....                                     | iii  |
| LISTA DE TABELAS .....                                   | vi   |
| LISTA DE FIGURAS .....                                   | vii  |
| LISTA DE ANEXOS .....                                    | viii |
| RESUMO .....                                             | x    |
| ABSTRACT .....                                           | xi   |
| 1 INTRODUÇÃO.....                                        | 1    |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                            | 2    |
| 2.1 Qualidade e nutrição .....                           | 2    |
| 2.1.1 Potássio.....                                      | 3    |
| 2.2 Tomateiro.....                                       | 5    |
| 2.2.1 Origem, taxonomia e características da planta..... | 6    |
| 2.2.2 Cultivo protegido.....                             | 7    |
| 2.2.3 Novos híbridos .....                               | 8    |
| 2.2.4 Qualidade e armazenamento .....                    | 10   |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....                                | 13   |
| 3.1 Determinação do teor de potássio na folha .....      | 15   |
| 3.2 Determinação do teor de potássio no fruto .....      | 15   |
| 3.3 Determinação da produção .....                       | 15   |
| 3.4 Colheita e armazenamento.....                        | 16   |
| 3.5 Características físicas e químicas.....              | 16   |
| 3.5.1 Perda de Massa.....                                | 16   |
| 3.5.2 Firmeza da Polpa.....                              | 17   |
| 3.5.3 Cor da casca .....                                 | 17   |
| 3.5.4 Licopeno.....                                      | 17   |
| 3.5.5 Sólidos Solúveis .....                             | 18   |
| 3.5.6 Acidez Titulável .....                             | 18   |
| 3.5.7 Ácido Ascórbico.....                               | 18   |
| 3.6 Análise dos dados .....                              | 18   |
| 4 RESULTADOS .....                                       | 19   |
| 4.1 Teor de potássio na folha .....                      | 19   |
| 4.2 Teor de potássio no fruto .....                      | 19   |
| 4.3 Produção comercial e total.....                      | 20   |
| 4.4 Características físico-químicas dos frutos .....     | 21   |
| 4.4.1 Perda de massa .....                               | 21   |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 4.4.2 Firmeza.....                 | 23 |
| 4.4.3 Cor.....                     | 24 |
| 4.4.4 Licopeno.....                | 25 |
| 4.4.5 Sólidos solúveis.....        | 26 |
| 4.4.6 Acidez titulável .....       | 27 |
| 4.4.7 Ácido ascórbico.....         | 29 |
| 5 DISCUSSÃO .....                  | 30 |
| 6 CONCLUSÃO.....                   | 35 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 36 |
| 8 ANEXOS .....                     | 43 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> - Análise química do solo da área experimental na camada superficial (0-20 cm). .                                                                                                            | 14 |
| <b>Tabela 2</b> – Teor foliar de potássio aos 70 e 109 dias após o transplântio (DAT) em tomateiros ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com diferentes doses de K <sub>2</sub> O. ....                         | 19 |
| <b>Tabela 3</b> - Teor de potássio nos frutos de tomates do baixeiro (4° e 5° racimo) e ponteiro (do 8° ao 11° racimo) dos híbridos Pizzadoro e Totalle, adubados com diferentes doses de K <sub>2</sub> O.  | 20 |
| <b>Tabela 4</b> - Produção total (PT) e comercial (PC - somente frutos com peso acima de 80 gramas) dos tomateiros dos híbridos Pizzadoro e Totalle, adubados com diferentes doses de K <sub>2</sub> O. .... | 21 |
| <b>Tabela 5</b> - Média de produção total (PT) e comercial (PC) dos tomateiros Pizzadoro e Totalle, adubados com diferentes doses de K <sub>2</sub> O.....                                                   | 21 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> - Estrutura do cultivo protegido (A e B) e tomateiros ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ com aproximadamente 2 metros de altura (C). .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 13 |
| <b>Figura 2</b> - Croqui da casa de vegetação: P = ‘Pizzadoro’, T = ‘Totalle’, D1 = 0 kg ha <sup>-1</sup> , D2 = 118 kg ha <sup>-1</sup> , D3 = 236 kg ha <sup>-1</sup> , D4 = 354 kg ha <sup>-1</sup> e D5 = 472 kg ha <sup>-1</sup> . .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14 |
| <b>Figura 3</b> - Tomates ‘Pizzadoro’ fisiologicamente desenvolvidos, com coloração externa verde (A), laranja (B), rosado (C) e vermelho (D). .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16 |
| <b>Figura 4</b> - Média da perda de massa de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados à 23 °C (± 1,2 °C) (A), cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C). .....                  | 22 |
| <b>Figura 5</b> - Aspecto visual dos tomates ‘Pizzadoro’ aos 10 (A) e 15 (B, C e D) dias e dos ‘Totalle’ aos 10 (E) e 15 (F, G e H) dias, colhidos no estágio de maturação vermelho e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C). .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 22 |
| <b>Figura 6</b> - Firmeza da polpa de tomates ‘Pizzadoro’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C). .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 23 |
| <b>Figura 7</b> - Média da cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados à 23 °C (± 1,2 °C) (A), cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C). .....                    | 24 |
| <b>Figura 8</b> - Teor médio de licopeno de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (A), teor de licopeno de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B), teor de licopeno de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C). .....    | 25 |
| <b>Figura 9</b> - Teor médio de sólidos solúveis de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (A), teor de sólidos solúveis de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e teor de sólidos solúveis de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C). ..... | 27 |
| <b>Figura 10</b> - Teor médio de acidez titulável de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (A), acidez titulável de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e acidez titulável de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C). .....   | 28 |
| <b>Figura 11</b> - Teor médio ácido ascórbico de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (A), teor de ácido ascórbico de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e teor de ácido ascórbico de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e a 23 °C (± 1,2 °C) (C). .....      | 29 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1</b> - Análise química do solo da área experimental após a condução do experimento na camada de 0-20 cm e 20-40 cm. ....                                                                                                                                                                                            | 43 |
| <b>Anexo 2</b> - Quadro da análise de variância do teor de potássio nas folhas aos 70 e 109 DAT, teor de potássio nos frutos do baixeiro e ponteiro, produção total e comercial no esquema de parcela subdivida.....                                                                                                          | 44 |
| <b>Anexo 3</b> - Quadro da análise de variância da perda de massa (PM), firmeza da polpa, cor da casca, teor de licopeno, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ácido ascórbico (AA) em blocos casualizados no esquema de parcela sub-subdivida.....                                                                 | 44 |
| <b>Anexo 4</b> - Quadro da análise de variância da firmeza da polpa em blocos casualizados no esquema de parcela subdivida. ....                                                                                                                                                                                              | 44 |
| <b>Anexo 5</b> - Perda de massa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média da perda de massa dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados. ....                                           | 45 |
| <b>Anexo 6</b> - Perda de massa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média da perda de massa dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias). ....          | 45 |
| <b>Anexo 7</b> - Perda de massa observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média considerando a média da perda de massa dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O). .... | 45 |
| <b>Anexo 8</b> - Firmeza da polpa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média da firmeza dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.....                                      | 46 |
| <b>Anexo 9</b> - Firmeza da polpa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média da firmeza dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias). ....               | 46 |
| <b>Anexo 10</b> - Firmeza da polpa observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média considerando a média da firmeza dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O).....      | 46 |
| <b>Anexo 11</b> - Firmeza da polpa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a firmeza dos frutos do híbrido Pizzadoro. ....                                                                     | 47 |
| <b>Anexo 12</b> - Cor da casca observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média da cor da casca dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados. ....                                   | 47 |
| <b>Anexo 13</b> - Cor da casca observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média da cor da casca dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias). ....             | 47 |
| <b>Anexo 14</b> - Cor da casca observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média considerando a média da cor da casca dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O). ....    | 48 |
| <b>Anexo 15</b> - Teor de licopeno observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados. ....                                    | 48 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 16</b> - Teor de licopeno observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).....               | 48 |
| <b>Anexo 17</b> - Teor de licopeno observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O). ....                          | 49 |
| <b>Anexo 18</b> - Teor de sólidos solúveis (SS) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados. ....                       | 49 |
| <b>Anexo 19</b> - Teor de sólidos solúveis (SS) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias). .... | 49 |
| <b>Anexo 20</b> - Teor de sólidos solúveis (SS) observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O). ....             | 50 |
| <b>Anexo 21</b> - Teor de acidez titulável (AT) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados. ....                       | 50 |
| <b>Anexo 22</b> - Teor de acidez titulável (AT) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias). .... | 50 |
| <b>Anexo 23</b> - Teor de acidez titulável (AT) observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O). ....             | 51 |
| <b>Anexo 24</b> - Teor de ácido ascórbico (AA) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados. ....                        | 51 |
| <b>Anexo 25</b> - Teor de ácido ascórbico (AA) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias). ....  | 51 |
| <b>Anexo 26</b> - Teor de ácido ascórbico (AA) observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O). ....              | 52 |

## **RESUMO**

O tomateiro, devido a sua importância econômica, demanda constantes pesquisas e adequações tecnológicas. A obtenção de frutos com qualidade depende, entre outros fatores, do correto fornecimento de nutrientes, dentre os quais o potássio é o absorvido em maior quantidade pelo tomateiro e o que exerce grande influência nos atributos de qualidade que influenciam a preferência do consumidor. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita dos tomates italianos ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, cultivados em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Agrônomo, em Campinas/SP. Os tratamentos foram doses de  $K_2O$  (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup>) fornecidas via fertirrigação. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação vermelho e avaliados durante o armazenamento a 23 °C ( $\pm$  1,2 °C) quanto às características físico-químicas de qualidade. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas com quatro repetições compostas por dois frutos cada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve maior acúmulo de potássio nas folhas e frutos provenientes das plantas adubadas com as três maiores doses de  $K_2O$ . Não foi observada influência da adubação potássica no teor de ácido ascórbico, perda de massa e cor dos frutos. Frutos adubados com as três maiores doses de  $K_2O$  apresentaram maior firmeza da polpa e teor de licopeno no momento da colheita, quando comparado todo o período pós-colheita; entretanto esse efeito não se manteve quando considerado todo o período pós-colheita. A adubação com as três maiores doses também foi responsável pelo aumento da acidez em ambos os híbridos e pelo aumento nos sólidos solúveis dos frutos do híbrido ‘Totalle’; entretanto tais diferenças foram pouco expressivas. Conclui-se que, quando considerado todo o período pós-colheita, a qualidade de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, cultivados em ambientes protegido, não influenciada pelas doses de potássio aplicadas via fertirrigação.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, licopeno, nutrição de plantas.

## **Postharvest quality of Italian tomatoes fertilizers with potassium in protected environment**

### **ABSTRACT**

The tomato tree, in virtue of its economic importance, demands constant research and technological improvements. Fruit quality depends, among other factors, on the correct supply of nutrients, among which potassium is the one absorbed in higher quantities by the tomato and exerts greater influence on the quality attributes that imply in augmented consumer acceptability. This work evaluated the effect of potassium fertilization on postharvest of Italian tomato 'Pizzadoro' and 'Totalle', cultivated under protected environment. The experiment was carried out at Instituto Agronômico (IAC) in Campinas, SP, from August 2015 to January 2016. The treatments were K<sub>2</sub>O doses (0, 118, 236, 354 and 472 kg ha<sup>-1</sup>) supplied by fertigation. The fruits were harvested at red maturation stage and evaluated during storage at 23 ° C (± 1,2 °C) for its physical-chemical characteristics of quality. The experimental design was in randomized blocks with sub-subdivided plots (BARBIN, 2013), with four replicates composed of two fruits each. The obtained data were submitted to analysis of variance and means comparison by Tukey's test at 5% of probability. There was greater accumulation of potassium in the leaves and in fruits from the plants fertilized with the three higher doses of K<sub>2</sub>O. No effect of potassium fertilization was observed on ascorbic acid content, fruit weight loss and color. Fruits fertilized with the three higher doses of K<sub>2</sub>O presented higher firmness of the pulp and lycopene content at the time of harvest, when compared all the post-harvest period, however, this effect was not maintained when considering the completely post-harvest period. Fertilization with the three higher doses was also responsible for the increase of the acidity in both hybrids and the increase in soluble solids of the 'Totalle' hybrid fruits; however, those differences were not very expressive. It concluded that, when considered throughout the postharvest period, the quality of 'Pizzadoro' and 'Totalle' tomatoes, grown in protected environments, not altered due to the potassium doses applied via fertigation.

Key words: *Solanum lycopersicum*, lycopene, plant nutrition.

## 1 INTRODUÇÃO

O fornecimento adequado de nutrientes é fundamental no cultivo vegetal, tanto objetivando o aumento da produtividade quanto a qualidade dos produtos finais.

O potássio é um macronutriente que exerce influência em inúmeros processos bioquímicos e fisiológicos vitais para o crescimento, produtividade e qualidade das plantas. Dessa forma, é mencionado como o elemento que promove qualidade para a produção agrícola, pois a nutrição potássica adequada tem sido associada ao aumento do teor de sólidos solúveis, ácido ascórbico e carotenoides, refletindo em efeitos relevantes na produtividade, tamanho, forma, cor, sabor, resistência ao transporte e armazenamento e aumento da vida de muitas hortícolas (USHERWOOD, 1985; LESTER et al., 2005, 2006, 2007; KANAI et al., 2007).

Em condições de cultivo em campo aberto, existem recomendações de adubação do solo (TRANI & RAIJ, 1997), entretanto para ambiente protegido, prática que vem crescendo nos últimos anos, tem-se carência de informações sobre a aplicação de fertilizantes. Devido à menor lixiviação de adubos, tal cultivo torna possível racionalizar o emprego de fertilizantes, o que tem estimulado a realização de novas pesquisas científicas voltadas à definição de melhores quantidades e maneiras de aplicação desses insumos para este tipo de sistema (PURQUERIO & TIVELLI, 2006; TRANI, 2014). Outra vantagem do cultivo protegido é que esse sistema de produção aumenta a segurança na produção e valoriza ainda mais produtos que, por si só, já são rentáveis, como é o caso dos tomates, uma importante commodity em todo o mundo sendo, depois da batata, a hortícola mais produzida.

As empresas do setor sementeiro de tomate têm intensificado a diversificação varietal com tomates de qualidades palatáveis, bem como tamanho, cor, formato, firmeza e textura diferenciados. Nesse âmbito, os tomates do tipo Italiano ou Saladete possuem grandes chances de expansão de cultivo (SHIRAHIGE et al., 2010). O Pizzadoro e Totalle são híbridos do tipo Saladete, com frutos de coloração vermelha intensa e uniforme, boa firmeza, resistência a diversos patógenos, sem a presença dos genes longa vida.

Existem estudos que abordam o efeito do potássio nos tomateiros, mas poucos que relacionam a adubação à qualidade pós-colheita. Além disso, sabe-se que a resposta à adubação potássica depende do sistema de produção e do cultivar utilizado (FELTRIN et al., 2005). Com base no que foi exposto, o presente trabalho tem por objetivo testar a hipótese de que a qualidade

de tomates Pizzadoro e Totalle, cultivados em ambientes protegidos, é alterada em função das doses de potássio aplicadas via fertirrigação.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Qualidade e nutrição**

A qualidade é uma característica de expressiva importância desde o cultivo até o consumo final dos produtos. Os requisitos de qualidade de hortícolas têm importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor. Os produtores dão prioridade à aparência, rendimento de produção e resistência às doenças. Os distribuidores e comerciantes também têm a aparência como atributo mais importante, porém enfatizam a firmeza e o potencial de conservação. Os consumidores, por sua vez, dão ênfase aos atributos sensoriais, ao passo que o setor industrial valoriza o rendimento da matéria-prima, a cor, o “flavor”, a textura, o valor nutricional e a segurança (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O domínio de fatores envolvidos no crescimento, desenvolvimento e composição da planta, tais como a água, luz, CO<sub>2</sub>, temperatura, genótipo, nutrição e manejo cultural, são cruciais para uma produção sustentável e de qualidade para qualquer cultura. Com base nos conhecimentos de nutrição, por exemplo, é possível maximizar a produção, melhorar a qualidade do produto para a saúde humana e racionalizar a aplicação de fertilizantes (ALVARENGA, 2013).

Tendo em vista que os elementos químicos regulam os processos fisiológicos e bioquímicos dos tecidos vegetais, o equilíbrio entre os nutrientes exerce importante influência nas características sensoriais e nutritivas, resistência ao transporte e ao armazenamento dos produtos hortícolas (HAAG, 1992). Vários distúrbios fisiológicos são associados à deficiência nutricional. Por exemplo, o cálcio é muito ligado à qualidade devido ao papel importante que desempenha na manutenção da estrutura das paredes celulares e na permeabilidade das membranas, o que confere resistência mecânica aos tecidos e diminui a susceptibilidade ao ataque de patógenos. A sua deficiência pode ocasionar o bitter pit em maçãs, podridão de flores

em tomates, pimentas e melancias, a mancha de cortiça das peras, o fundo preto dos tomates e as rachaduras das cenouras (KADER, 2002; MATTIUZ, 2007).

### **2.1.1 Potássio**

O potássio é o sétimo elemento em ordem de abundância na crosta terrestre. A maior parte deste está ligada a minerais primários e minerais de argila secundários que, em grande parte, compõe a fração argila do solo. Conforme as rochas se desintegram, ele é liberado e disponibilizado no solo para a absorção das plantas; tal processo, porém, ocorre à uma taxa de liberação demasiadamente lenta. Para fornecer grandes quantidades deste nutriente essencial às culturas, é necessário complementar o abastecimento de potássio do solo por meio de fertilizantes potássicos extraídos e refinados de depósitos de ocorrência natural (MENGEL & KIRKBY, 2001; JOHNSTON, 2003).

Depois do nitrogênio, este é o elemento absorvido em maiores quantidades pelas plantas. O potássio é um macronutriente envolvido em inúmeros processos bioquímicos e fisiológicos vitais para o crescimento, produtividade e qualidade das plantas. Fisiologicamente, é o único cátion monovalente essencial para as plantas superiores. Ao contrário do nitrogênio ou fósforo que são constituintes de proteínas, ácidos nucleicos, fosfolipídios e ATP, esse não é um componente incorporado às moléculas das plantas, apenas existe predominantemente como um cátion livre absorvido, podendo ser, portanto, deslocado facilmente tanto ao nível celular bem como em toda a planta (IMAS, 1999). Todavia, está presente nos tecidos vegetais e é abundante no citoplasma, além de estar envolvido em numerosos processos fisiológicos e bioquímicos vitais para o crescimento da planta, rendimento, qualidade, e tolerância ao estresse (MARSCHNER, 2012; MENGEL & KIRKBY, 2001).

Basicamente, o potássio possui dois papéis imprescindíveis ao metabolismo das células vegetais: primeiro, atua insubstituivelmente na ativação de enzimas fundamentais para inúmeros processos metabólicos, dentre esses, a fotossíntese, a respiração e a síntese proteica; segundo, participa do processo responsável pela manutenção do teor de água e, portanto, a turgescência da célula.

O potássio está intimamente relacionado à condição de água das plantas. Devido à sua alta concentração no citosol e vacúolo, possui papel importante na osmorregulação, contribuindo para a retenção e uso eficiente da água pelas plantas (MENGEL & FORSTER, 1973). Cakmak (2005) relatou que o potássio aumentou a tolerância à seca em plantas através da atenuação dos efeitos nocivos por meio do aumento da translocação de sacarose e pela

manutenção do equilíbrio hídrico. A resposta estomática também está relacionada com a presença de potássio. A entrada de  $K^+$  nas células-guarda leva ao acúmulo de água em seu interior e seu consequente inchaço, provocando a abertura dos estômatos e permitindo que a troca gasosa ocorra livremente; ou seja, o mecanismo de abertura e fechamento estomático é dependente do fluxo de  $K^+$  nas células-guardas. Quando o abastecimento de água é escasso, o íon  $K^+$  é bombeado para fora das células-guarda; os poros se fecham firmemente, a fim de evitar a perda de água e minimizar o estresse hídrico para a planta. Se o fornecimento de potássio é inadequado, o reflexo estomático se torna lento e o vapor de água é perdido; como resultado, tais plantas são muito mais suscetíveis ao estresse hídrico. O bom funcionamento dos estômatos é, portanto, essencial para a fotossíntese, transporte de água e nutrientes e refrigeração da planta (FISCHER, 1968; FUJINO, 1967; ARMSTRONG, 1998).

O envolvimento do potássio na produção de adenosina trifosfato (ATP) é, provavelmente, mais importante na regulação da taxa fotossintética do que o seu papel na atividade estomática. O equilíbrio de cargas elétricas no local de produção de ATP é mantido com íons de  $K^+$ , assim, quando as plantas são deficientes em K, a taxa de fotossíntese e produção de ATP são reduzidas; em decorrência, todos os processos dependentes de ATP são desacelerados. Por outro lado, a respiração da planta aumenta, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento mais lento (ARMSTRONG, 1998).

O potássio desempenha papel significativo no transporte de assimilados. Os produtos resultantes da fotossíntese devem ser transportados a partir das folhas (locais fontes) para sítios de utilização ou armazenamento (frutos, raízes, tubérculos, sementes e grãos) através do floema empregando energia na forma de ATP. Se o suplemento de potássio é inadequado, menos ATP é disponibilizado e o sistema de transporte é afetado fazendo com que os fotossintatos acumulem-se nas folhas e a taxa de fotossintética reduza; em consequência, o desenvolvimento normal dos órgãos de armazenamento de energia, tais como grãos, é retardado (IMAS, 1999; ARMSTRONG, 1998).

O potássio também atua na ativação de pelo menos 60 enzimas; ele altera a forma física da enzima, expondo os locais quimicamente ativos adequados para a reação, assim como ajuda a estabilizar o pH entre 7 e 8 – ótimo para a maioria das reações enzimáticas (ARMSTRONG, 1998).

As influências do potássio nos processos bioquímicos descritos resultam em relevantes efeitos sobre o tamanho, forma, cor, sabor e resistência de hortícolas ao longo do armazenamento, fazendo com que o elemento seja mencionado como o nutriente de qualidade para a produção de culturas (USHERWOOD, 1985). A nutrição potássica adequada tem sido

associada também ao aumento da produtividade, aumento de sólidos solúveis e concentrações de ácido ascórbico, melhora da cor do fruto, aumento da vida de prateleira e qualidade de transporte de muitas culturas hortícolas (LESTER et al., 2005, 2006, 2007; KANAI et al., 2007).

Na batata, Reis Júnior (1995) verificou que a adubação potássica aumentou o conteúdo de água dos tubérculos e os teores de massa seca e amido. Quando as doses foram excessivas, Westermann et al. (1994) observaram reduções nos teores de amido e massa seca, sendo essas reduções ocasionadas pelo aumento do teor de água dos tubérculos, fato esse indesejável, principalmente se a batata for utilizada para fritura. Nas Cucurbitáceas, tal como o melão e a melancia, o potássio proporcionou maior massa e comprimento de fruto, bem como aumento na resistência da polpa (cerca de 62%), teor de sólidos solúveis e espessura e resistência da casca (DESWAL & PATIL, 1984; EL-BEHEIDI et al., 1990; AYDIN et al., 2002; FERNANDES, 2002; KANO, 2002).

No tomateiro, o incremento de potássio intensificou a cor (HARTZ et al., 2005), o sabor (HARTZ et al., 1999), a firmeza (MONTROYA et al., 2002), o teor de vitamina C e massa seca do fruto (WUZHONG, 2002). A deficiência de potássio, por limitar a fotossíntese e o transporte de fotoassimilados, provoca redução no número e tamanho de frutos do tomateiro (KANAI et al., 2007). O potássio também assume papel importante para a cultura do tomate no que tange à síntese de carotenoides, principalmente, o licopeno; devido à estimulação de enzimas específicas que participam da via biossintética da DOXP (1-desoxi-D-xilulose 5-fosfato), a qual está diretamente envolvida na formação de licopeno em frutos de tomate (TRUDEL & OZBURN, 1970; BRAMLEY, 2003). Trudel & Ozbun (1970; 1971) encontraram uma correlação positiva entre a adubação potássica e o teor de licopeno em frutos de tomate, ao estudarem tomates cultivados com aumento dos níveis de K na solução nutritiva, estabelecendo que o K acentuou a cor dos frutos e o conteúdo de licopeno, porém reduziu o teor de betacaroteno.

## **2.2 Tomateiro**

O tomateiro é uma olerácea de grande importância agrícola. Amplamente difundida, é uma cultura de larga adaptação climática que permite ser cultivada em diversas regiões geográficas sob diferentes sistemas de manejo (FILGUEIRA, 2008). Como um produto agrícola, o tomate representa um importante commodity em todo o mundo. É uma das plantas alimentares mais versáteis e amplamente utilizadas, sendo consumido in natura e como

componente de outros produtos e pratos (BORGUINI & TORRES, 2009). O tomateiro conserva importante valor socioeconômico dentre as hortaliças por empregar grande contingente de mão-de-obra por meio direto e indireto, tendo em vista que a cadeia agroindustrial do tomate posiciona-se entre as mais importantes no contexto do agronegócio. No setor produtivo, a cultura do tomate para processamento industrial movimenta as indústrias paralelas de insumos, embalagens, máquinas agrícolas e equipamentos de irrigação. Como matéria-prima para as indústrias processadoras de derivados, o tomate para processamento representa a atividade principal geradora de renda para um grande número de produtores, tornando-se significativa fonte de renda regional (MELO & VILELA, 2004). Em 2014, a produção nacional de tomate foi de 4.275.070 toneladas em 65.178 hectares, do qual o Estado de São Paulo, contribuiu com 849.052 toneladas colhidos em 11.302 hectares (AGRIANUAL, 2015).

Dada toda a expressividade alimentar do tomate, essa é uma das hortaliças que mais demanda pesquisas e adequações tecnológicas que visem o aumento da produtividade, qualidade e competitividade do produto. A obtenção de frutos com qualidade depende das condições de cultivo, cultivar empregada, fornecimento correto de nutrientes, ponto de maturação na colheita, armazenagem, transporte e embalagem (BERNARDI et al., 2007).

### **2.2.1 Origem, taxonomia e características da planta**

O tomateiro é originário da região Andina da América do Sul, território que engloba o Equador, Colômbia, Peru, Bolívia e Norte do Chile. Segundo Alvarenga (2013), sua domesticação ocorreu no México e sua difusão pelo mundo deu-se por meio dos espanhóis e portugueses através das colônias ultramarinas; nesses primeiros momentos os frutos eram muito pequenos e altamente perecíveis, o que resultava em curta vida pós-colheita e rápida deterioração.

Taxonomicamente, é uma planta dicotiledônea, da ordem Tubiflorae, família Solanaceae e pertencente a gênero *Solanum* (SPOONER et al., 2005). Primeiramente, ao ser introduzido na Europa, no século XVI, o tomateiro teve a sua estreita relação com o gênero *Solanum* reconhecida, no qual o identificaram como *Solanum pomiferum*. Em 1694, Tounerfort considerou os tomateiros cultivados dentro de um gênero distinto, sob o nome de *Lycopersicum*. Linnaeus, em 1753, classificou os tomates no gênero *Solanum*, sob o nome específico de *Solanum lycopersicum*. Porém, no ano seguinte, Miller reconsiderou a classificação feita por Tounerfort e descreveu formalmente o gênero *Lycopersicum*. Esta classificação prevaleceu por muitos autores até recentemente, quando uma nova classificação filogenética baseada no uso

de dados moleculares permitiu a revisão das famílias Solanaceae e Lycopersicon, sendo o tomateiro reintroduzido no gênero *Solanum*, na seção Lycopersicon. (PERALTA & SPOONER, 2007; BERGOUGNOUX, 2014).

Botanicamente, é uma herbácea de porte arbustivo, perene, mas cultivada como anual, podendo desenvolver-se de forma rasteira, semiereta ou ereta (ALVARENGA, 2013). A arquitetura da planta apresenta, basicamente, dois hábitos de crescimento distintos: indeterminado e determinado. O tipo indeterminado ocorre na maioria das cultivares voltadas para a produção de frutos destinados à mesa; nesse caso, as plantas necessitam de tutoramento e poda, sendo que o caule pode ultrapassar dois metros de altura. Já o hábito determinado é característico de cultivares adaptadas especialmente ao cultivo rasteiro, suas hastes atingem cerca de um metro de altura e seus frutos são designados à indústria (FILGUEIRA, 2008).

No crescimento determinado, o caule ou ramo principal apresenta dominância apical e cresce mais que as ramificações laterais; a cada três folhas lançadas, há a emissão de um ramo floral. Diferentemente, no hábito de crescimento indeterminado não há dominância apical. Nesse, a característica preponderante é que cada haste ou ramificação apresenta um ramo floral apical que limita o seu desenvolvimento vegetativo (ALVARENGA, 2013).

O ciclo varia com o cultivar, condições de solo e clima e sistema de produção. Em cultivo tutorado, decorrem de 60 a 70 dias do transplante ao início da colheita, portanto, o período de colheita se inicia aos 80-115 dias da sementeira e se prolonga por 45-90 dias, conforme o estado nutricional das plantas. No cultivo rasteiro, em geral, a colheita se inicia aos 75-100 dias da sementeira e se prolonga por 30 dias, no máximo (FILGUEIRA, 1982). Segundo Alvarenga (2013), nas cultivares de hábito de crescimento indeterminado a colheita pode se prolongar por vários meses, pois enquanto alguns frutos são colhidos, o processo de florescimento, frutificação e até mesmo de crescimento da planta ainda continua. Já nos cultivares para processamento industrial, os frutos amadurecem na mesma época, possibilitando a realização de apenas uma ou duas colheitas.

### **2.2.2 Cultivo protegido**

Dentre as hortaliças, o tomateiro é considerado uma das espécies mais exigentes em adubação; a quantidade de nutrientes extraída por tal cultura é relativamente pequena, porém a eficiência de absorção dos nutrientes pela planta é baixa (EMBRAPA, 2006). Além disso, sua demanda por nutrientes é diferenciada de acordo com os estágios de desenvolvimento, com a duração do ciclo de cultivo, com o genótipo e com a época do ano (MORAES, 1997).

A fertirrigação, processo de aplicação de fertilizantes por meio da água de irrigação que, em geral, é utilizada para complementar a adubação realizada na ocasião do plantio, oferece maior versatilidade para a aplicação de fertilizantes, podendo-se dosar rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los segundo as necessidades das plantas, buscando assim, otimização dos custos de produção e melhoria da qualidade dos frutos produzidos. Tal prática permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da cultura (ANDRIOLO et al., 1997; FELTRIN et al., 2005).

O cultivo protegido, é um sistema que tem como vantagens principais proporcionar a obtenção de colheita em época atípica, precocidade, aumento da produtividade e melhoria da qualidade, sendo, portanto, uma ferramenta que pode agregar grandes benefícios, principalmente aos pequenos e médios produtores (FILHO & CALLEGARI, 1999). Genuncio et al., (2010) salientam que informações mais detalhadas sobre a nutrição mineral do tomateiro em cultivo protegido são essenciais para a definição de dosagens adequadas de fertilizantes, visando o máximo rendimento e superior padrão de qualidade dos frutos, já que as técnicas de produção em ambiente protegido buscam minimizar as perdas causadas pelas adversidades climáticas e ambientais, além de otimizar o uso de insumos.

Em condições de cultivo em campo aberto, existem recomendações de adubação do solo (TRANI & RAIJ, 1997), entretanto para ambiente protegido, tem-se carência de informações sobre a aplicação dos fertilizantes. Sabe-se que tal prática pode diminuir as perdas de adubos, o que torna possível racionalizar o emprego de fertilizantes e estimula a realização de novas pesquisas científicas, voltadas à definição de melhores quantidades e maneiras de aplicação desses insumos para este tipo de sistema (PURQUERIO & TIVELLI, 2006; TRANI, 2014).

### **2.2.3 Novos híbridos**

Do ponto de vista do melhoramento genético, o tomateiro é uma das hortaliças mais estudadas e é, até mesmo, considerada por muitos autores como uma planta modelo. Nas últimas décadas, a produção de tomate para consumo in natura passou por amplas transformações tecnológicas no Brasil, dentre essas a introdução comercial de híbridos Long Shelf Life (LSL) ou Longa Vida de prateleira pela Agroflora em 1988 (longa vida estruturais) e em 1992 (longa vida rin) foi, sem dúvida, uma das mais importantes (DELLA VECCHIA & KOCH, 2000). A terminologia longa vida é designada aos frutos com características de maior conservação pós-colheita, ou seja, demoram mais tempo para completar o processo de

amadurecimento, ao contrário das variedades tradicionais, que possuem uma curta vida pós-colheita (INCAPER, 2010).

De acordo com Della Vecchia & Koch (2000), cultivares de tomateiro do tipo longa vida podem ser obtidas por meio da seleção de alelos condicionantes à maior firmeza do pericarpo, pela utilização de mutantes de amadurecimento (rin, nor e alc) e por meio de técnicas da biotecnologia celular. As primeiras são conhecidas como longa vida estruturais; as segundas, como longa vida rin, nor ou alc, e as terceiras, como longa vida transgênicas. Porém, não existem, atualmente, cultivares de tomateiro do tipo longa vida transgênicas sendo comercializadas no Brasil. A qualidade gustativa desses híbridos, contudo, tem sido alvo de críticas por parte dos consumidores, pois os mesmos genes que conferem a característica desejável “longa vida” causam também efeitos indesejáveis no sabor, aroma e teor de licopeno (ALVARENGA, 2013). Visando atenuar tal, as empresas do setor sementeiro têm intensificado a diversificação varietal com o interesse real de oferecer ao mercado diferentes tipos de tomates com qualidades palatáveis, bem como tamanho, cor, formato, firmeza e textura diferenciados. Nesse âmbito, os tomates do tipo Italiano ou Saladete possuem grandes chances de expansão de cultivo (DORAIS et al., 2001; SHIRAHIGE et al., 2010).

No Brasil, o agrupamento das cultivares e híbridos de tomate de mesa – ou seja, aqueles destinados ao consumo in natura – é polêmico e regionalizado. A norma elaborada pelo Centro de Qualidade em Horticultura do Ceagesp (CQH/CEAGESP, 2003) para o tomate, define os grupos Caqui, Saladete, Santa Cruz, Italiano e Cereja através da relação comprimento e diâmetro equatorial, à exceção do grupo Cereja, que se baseia apenas no diâmetro equatorial. Didaticamente, Alvarenga (2013) também classifica os tomates em cinco grupos: Santa Cruz, Caqui, Salada, Italiano (Saladete) e Minitomate.

O grupo Saladete, também conhecido como Italiano, foi introduzido no mercado no final da década de 1990. Seus frutos apresentam aptidão tanto para o consumo in natura quanto para processamento, pois há no mercado cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado; são alongados (7 a 10 cm), com diâmetro transversal reduzido (3 a 5 cm), biloculares, parede espessa, coloração vermelha intensa, maturação uniforme, saborosos (com bom equilíbrio da relação acidez e sólidos solúveis) e bem firmes (FILGUEIRA, 2008; ALVARENGA, 2013). Shirahige et al. (2010) acrescentam que em comparação aos híbridos longa vida convencionais, os frutos de Saladetes ainda possuem características organolépticas superiores, são uniformes e exibem coloração vermelha intensa. Machado et al. (2007) observaram em plantas de tomateiro do segmento Italiano com espaçamento entre plantas de 0,5 m, espaçamento entre linhas de 0,8 m e com oito cachos por planta uma média de

produtividade comercial de 111,3 t ha<sup>-1</sup>. Shirahige et al. (2010) encontrou uma produção comercial média de 115,47 t ha<sup>-1</sup> estudando a condução de seis híbridos tipo italiano em haste única, com espaçamento de 0,4 m entre plantas e 0,55 m entre linhas.

O Pizzadoro é um híbrido de tomate tipo Saladete indeterminado, sua planta possui aspecto vigoroso e boa cobertura foliar, com adaptação às principais regiões produtoras do País. Os frutos são alongados, de coloração vermelha intensa, firmes (podendo ser transportados à longa distância), com peso médio entre 140-180g, excelente conservação pós-colheita e sabor. Além disso, apresenta resistência à Pinta Bacteriana, TVFFNBsp - Vírus Mosaico do Fumo; Murcha de Verticílio raça 1; Murcha de Fusário raças 0, 1 e Nematóide (NUNHENS, 2016).

O Totalle também é um tomate tipo Saladete indeterminado, com genética 100% brasileira e adaptação às diferentes condições climáticas; os frutos são grandes, com cor uniforme e ótima firmeza. É um híbrido resistente ao Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), Tomato spotted wilt virus (TSWV), nematoides e rachadura (cracking) (NUNHENS, 2016). Em um estudo de marcha de absorção de nutrientes<sup>1</sup>, o híbrido apresentou média de 11,5 kg planta<sup>-1</sup> de frutos aos 126 dias após o transplântio (DAT), considerando uma população de 11.696 plantas por hectare, equivale a uma produtividade de 134,0 t ha<sup>-1</sup>.

## 2.2.4 Qualidade e armazenamento

As hortaliças constituem um importante componente da dieta alimentar. Nutricionalmente, são ricas em carboidratos, fibras e micronutrientes; além disso, possuem pouca gordura, calorias e fornecem não só uma variedade de cor e textura às refeições, mas também nutrientes e ampla gama de compostos funcionais importantes para o bom funcionamento do organismo (FAVELL, 1998).

O tomate possui papel relevante na alimentação humana devido a sua rica composição. Produtos derivados de tomate contêm quantidades semelhantes de potássio e ácido fólico em comparação com outros produtos hortícolas populares, mas são uma fonte superior de alfa-tocoferol (vitamina E) e vitamina C em paralelo com os outros legumes regularmente consumidos, apenas cenouras são uma fonte melhor dietética de vitamina A do que os alimentos à base de tomate. Em adição aos seus benéficos micronutrientes, tomates também contêm fitoquímicos valiosos, incluindo carotenóides e polifenóis; por exemplo, o pigmento vermelho

---

<sup>1</sup> PURQUERIO, L. F. V. (2016) – Comunicação pessoal, Relatório IAC/Bayer “Absorção de nutrientes pelo híbrido de tomate Totalle”

licopeno, o precursor de vitamina A betacaroteno e os carotenoides incolores fitoflueno e fitoeno são encontrados em abundância em tomates crus e em seus produtos derivados. Tais fitoquímicos conferem ao tomate propriedades benéficas à saúde humana caracterizando-o um alimento funcional e saudável (CANENE-ADAMS, 2005; CARVALHO, 2006; USDA, 2016).

De acordo com Alvarenga (2013), o termo qualidade consiste na avaliação de diferentes características individuais internas (cor, aroma, sabor, valor nutricional, pH, acidez, teor de sólidos solúveis, maturidade, uniforme, etc.) e externas (tamanho, formato, cor, textura, uniformidade, maturidade e firmeza). Malavolta (2006) conclui que a qualidade pode ser definida como o “conjunto de características químicas relacionadas com o valor nutritivo, industrial ou comercial do produto agrícola ou, no caso das frutas, que acentua suas propriedades organolépticas”. Do ponto de vista da ciência dos alimentos, a qualidade é composta pelas características que diferenciam unidades individuais de um produto, sendo significativa a determinação do grau de aceitabilidade pelo comprador (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A qualidade do tomate fresco é determinada pela aparência, firmeza, sabor e valor nutritivo, sendo a aparência e sabor a base principal de atratividade que influencia a decisão de compra do consumidor (KADER et al., 1978). Juntamente com o aspecto exterior (tamanho, forma e defeitos externos do fruto), o estágio de maturação também influencia na vida pós-colheita e auxilia a escolha do consumidor.

O tomate é classificado como um fruto climatérico, ou seja, exibe aumento significativo na respiração e passa por transformações típicas em suas características de qualidade durante o amadurecimento. A maturação é um processo complexo controlado geneticamente, no qual alelos mutantes interferem atuando de maneira positiva ou negativa sobre a conservação pós-colheita coordenando uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas que afetam principalmente o sabor, odor, textura e aparência dos frutos (LURIE et al., 1996; ALVARENGA, 2013). Por este motivo, a compreensão do processo de maturação e amadurecimento, bem como as características de qualidade dos frutos na pós-colheita são fundamentais para adequação de técnicas de colheita, conservação e comercialização.

Ao longo da maturação, a clorofila (responsável pela coloração verde dos frutos) é degradada e ocorre a síntese de pigmentos amarelos, principalmente xantofilas e betacaroteno, o que promove a mudança de coloração do fruto, então, varia de cor atingindo posteriormente a cor avermelhada devido ao acúmulo do carotenoide vermelho. Temperaturas acima de 32° C favorecem tal síntese de carotenos em detrimento do licopeno, entretanto podem causar manchas amareladas e maturação desuniforme (ALVARENGA, 2013).

Os carotenoides constituem um extenso grupo de compostos naturais amplamente distribuídos na natureza. Estão presentes em todos os organismos vivos, desde algas e bactérias até plantas superiores, em ambos tecidos fotossintéticos e não-fotossintéticos; são sintetizados somente por plantas e microrganismos, nos quais desempenham funções essenciais como pigmentos acessórios na fotossíntese e na fotoproteção. Estas duas funções são consequências da estrutura conjugada de polieno dos carotenoides que permitem à molécula absorver luz e inativar oxigênio singlet e radicais livres (MAYNE, 1996; BASU, 2001; BRAMLEY, 2003). Mais de 700 diferentes estruturas de carotenoides já foram identificadas na natureza (YUAN et al., 2015). No entanto, apenas cerca de 40 se encontram presentes numa típica dieta humana; destes 40, aproximadamente 20 carotenoides foram identificados no sangue e tecidos humanos (PARKER, 1989; GESTER, 1997). Os mais importantes incluem  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, licopeno, luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina,  $\alpha$ -criptoxantina,  $\gamma$ -caroteno, neurosporeno,  $\zeta$ -caroteno, fitoflueno e fitoeno, todos presentes no plasma (KHACHIK, 2006).

O licopeno é o carotenoide predominante no plasma humano (STAHL & SIES, 1996). Em contraste com a maioria dos carotenoides dietéticos, as fontes de licopeno são limitadas, pelo menos 85% do licopeno dietético é proveniente do tomate e seus produtos derivados, tais como molho, suco e ketchup; sendo o restante obtido de melancia, toranja, goiaba e mamão (FRASER & BRAMLEY, 2004). Sua estrutura química singular composta por elevado número de ligações duplas conjugadas, lhe confere maior capacidade de extinção de oxigênio singlet em comparação com outros carotenoides, tornando-o um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigênio (DI MASCIO et al., 1989). Diversos estudos epidemiológicos têm relatado resultados positivos quanto às propriedades antioxidantes do licopeno associadas à redução do risco de desenvolvimento de diversos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e degenerativas (JOHNSON, 2002; RAO & RAO, 2007).

Além do fator nutricional, a concentração de licopeno no tomate também está relacionada à uma melhor percepção visual dos produtos já que tal carotenoide é responsável pela coloração vermelha. No fruto fresco o licopeno não está prontamente disponível. A sua biodisponibilidade é maior quando submetido ao aquecimento, pois ocorre a sua libertação da matriz de tecido. Além disso, em tomates crus o licopeno está presente principalmente na forma isomérica trans e quando submetido ao processamento térmico é isomerizado para a configuração cis, o que o torna mais biodisponível (STAHL & SIES, 1992; GARTNER et al., 1997; ALVARENGA, 2013).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo dos híbridos Pizzadoro e Totalle foi realizado em ambiente protegido do tipo arco, com 30 m de comprimento e 7 m de largura, coberto com filme plástico de 150  $\mu\text{m}$  e pé direito de 3 metros, localizado no Parque Tecnológico do Centro de Horticultura, no Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas/SP (22°54'20" S; 47°05'34"; 674 m de altitude – Figura 1A e B). As mudas foram formadas em bandejas com 200 células e substrato à base de fibra de coco, no viveiro Celeiro Verde em Mogi-Guaçu/SP e transplantadas em linhas simples no espaçamento de 0,40 m entre plantas e 1,40 m entre linhas. O sistema de condução adotado foi em haste simples, com tutoramento em fitilho plástico. Ao longo do ciclo de cultivo, foi efetuada a retirada de todos os brotos laterais e quando a planta atingiu a altura do sistema de condução, foi realizado a poda apical, deixando as plantas com aproximadamente 2 m de altura (Figura 1C).



**Figura 1** - Estrutura do cultivo protegido (A e B) e tomateiros ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ com aproximadamente 2 metros de altura (C).

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado por gotejamento, no qual uma linha de tubo gotejador autocompensante foi colocada por linha de tomateiro. O controle fitossanitário e as capinas da cultura foram realizadas conforme a necessidade.

A calagem e adubação de plantio foram realizadas em função do resultado de análise de solo (Tabela 1) e resultado de absorção de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo, para todos os nutrientes com exceção do potássio que constituiu o tratamento do experimento. A determinação das doses de K foi balizada em estudos de marcha de absorção de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo de tomates do tipo italiano ‘Totalle’ (no período de 10/07/2014 a 14/11/2014) e ‘Pizzadoro’ (no período de 23/04/2013 a 19/09/2013), realizada em campo aberto cultivados de maneira convencional.

A absorção total de K do híbrido Pizzadoro foi considerada como dose base, ou seja, 100% da fertilização potássica, correspondente a 354 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Essa foi utilizada como dose referência para a determinação das outras quatro: 0 (0%), 118 (33%), 236 (66%) e 472 (133%) kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O fornecidas via fertirrigação em cobertura.

**Tabela 1** - Análise química do solo da área experimental na camada superficial (0-20 cm).

| pH  | M.O                | K     | Ca    | Mg               | Al    | H     | CTC  | V%    | Fe   | Mn    | Cu    | Zn    | B     |
|-----|--------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| -   | g dm <sup>-3</sup> | ----- | mmolc | dm <sup>-3</sup> | ----- | ----- | %    | ----- | ppm  | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 6,7 | 16                 | 1,5   | 58    | 4,0              | 1     | 25    | 89,5 | 70,95 | 38,1 | 76,7  | 7,1   | 18,2  | 0,12  |

Fonte: LAGRO - Laboratório Agrônômico S/C Ltda

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições, totalizando 40 subparcelas: 5 doses de potássio, 2 híbridos e 4 blocos (repetições) (Figura 2). Cada subparcela foi composta de 8 plantas, totalizando 16 plantas na parcela, das quais as seis plantas centrais de cada subparcela foram avaliadas e as demais constituíram as bordaduras.

| BLOCO A | D1<br>P T | D2<br>T P | D3<br>P T | D4<br>T P | D5<br>P T |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BLOCO B | D2<br>T P | D4<br>T P | D1<br>P T | D5<br>P T | D3<br>T P |
| BLOCO C | D3<br>T P | D5<br>P T | D2<br>T P | D1<br>T P | D4<br>P T |
| BLOCO D | D5<br>P T | D1<br>T P | D4<br>P T | D3<br>T P | D2<br>P T |

**Figura 2** - Croqui da casa de vegetação: P = ‘Pizzadoro’, T = ‘Totalle’, D1 = 0 kg ha<sup>-1</sup>, D2 = 118 kg ha<sup>-1</sup>, D3 = 236 kg ha<sup>-1</sup>, D4 = 354 kg ha<sup>-1</sup> e D5 = 472 kg ha<sup>-1</sup>.

### **3.1 Determinação do teor de potássio na folha**

Foram realizadas duas amostragens foliares por subparcela, a fim de avaliar o teor de potássio no tecido vegetal ao longo do ciclo de cultivo, de acordo com as recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo de Trani & Raji (1996). A primeira foi realizada aos 71 dias após o transplântio (DAT), por ocasião do primeiro fruto maduro, coletando-se folhas com pecíolo opostas ao racimo maduro. A segunda coleta foi realizada aos 109 DAT, seguindo a mesma metodologia da primeira amostragem foliar, porém entre o sexto e sétimo racimo das plantas. Foram coletadas, aproximadamente, 10 folhas por subparcela, totalizando 40 amostras foliares por época de amostragem e o material foi enviado ao Laboratório de Análise de Solo e Planta do Instituto Agronômico para avaliação dos teores de potássio no tecido vegetal.

### **3.2 Determinação do teor de potássio no fruto**

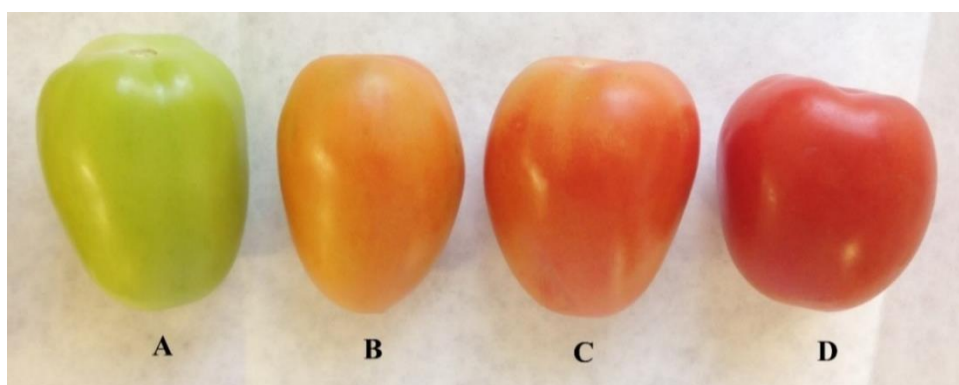
Para análise do teor nutricional dos frutos, foram realizadas amostragens de frutos maduros por subparcela em duas épocas distintas, sendo a primeira nos 4° e 5° racimo e a segunda entre o 8° e 11°, com o intuito de averiguar a translocação e níveis de potássio ao longo do ciclo de cultivo e comparar se os teores de potássio dos primeiros e últimos frutos na planta são similares. Devido a diferença de precocidade entre os híbridos, a primeira amostragem do ‘Pizzadoro’ foi realizada aos 104 DAT (no dia 12 de novembro de 2016) e do ‘Totalle’, aos 116 DAT (no dia 24 de novembro de 2016). A segunda amostragem de frutos do ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, foi feita aos 129 DAT (no dia 7 de dezembro de 2016) e aos 144 DAT (no dia 22 de dezembro de 2016), respectivamente. Todos os materiais foram enviados ao Laboratório de Análise de Solo e Planta do Instituto Agronômico para avaliação dos teores de potássio no tecido vegetal.

### **3.3 Determinação da produção**

Os frutos de cada planta de ambos os híbridos foram colhidos no estágio de maturação vermelho e pesados individualmente, ao longo do ciclo de cultivo. O resultado final foi expresso em produção de frutos por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ).

### 3.4 Colheita e armazenamento

Para as análises físico-químicas, os frutos foram colhidos maduros, selecionados quanto à ausência de lesões, uniformidade de tamanho e coloração da casca vermelha (Figura 3D), de acordo com a classificação CQH/CEAGESP (2003). Foram consideradas 4 das 8 plantas que compunham cada subparcela e colhidos, aproximadamente, 20 frutos de cada subparcela. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas, armazenados a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) e umidade relativa (UR) de 59,4% ( $\pm 4,3\%$ ) e analisados a cada 5 dias quanto às características físico-químicas.



**Figura 3** - Tomates ‘Pizzadoro’ fisiologicamente desenvolvidos, com coloração externa verde (A), laranja (B), rosado (C) e vermelho (D).

### 3.5 Características físicas e químicas

Para as análises físicas (cor da casca e firmeza da polpa) foram utilizadas 4 repetições compostas por 2 frutos. Para as análises químicas (sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico e licopeno), os dois frutos de cada repetição foram centrifugados juntos, resultando em 4 repetições simples.

#### 3.5.1 Perda de Massa

Os frutos foram pesados a cada cinco dias em balança digital da marca Marte, modelo ASF11. O resultado final foi expresso em porcentagem considerando a massa inicial do fruto e aquela obtida em cada dia de amostragem, aplicando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ PM} = [( \text{massa inicial} - \text{massa final} ) / \text{massa inicial}] * 100$$

### 3.5.2 Firmeza da Polpa

A firmeza da polpa foi avaliada com penetrômetro digital (PCE – FM 200), com ponteira de 8 mm, tomando-se duas leituras na região equatorial por fruto. Avaliou-se a força máxima de compressão na penetração da polpa, cujos valores foram expressos em Newtons (N).

### 3.5.3 Cor da casca

A determinação da cor da casca foi realizada com colorímetro Minolta CR-10, tomando-se duas leituras na região equatorial, utilizando o sistema internacional para medições da cor desenvolvido pela CIE (Comission International de l'Eclairiage); em que L\* corresponde à luminosidade, variando do valor máximo de 100 (branco) ao mínimo de 0 (preto). A coordenada a\* varia do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*) e a coordenada b\* do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*). Os resultados foram expressos em °Hue (°H), considerando-se a média das duas leituras.

### 3.5.4 Licopeno

O teor de licopeno foi determinado de acordo com adaptação dos métodos descritos em IAL (2008) e Moretti (2006) com valores calculados de acordo com Fish; Perkins-Veazie & Collins (2002). Amostras da polpa de tomate foram congeladas a cada época de análise química. Para a determinação do teor de licopeno, foram tomados 2 gramas de tais amostras e adicionados 10 ml de acetona, essa mistura foi submetida a filtração a vácuo com duas lavagens sucessivas com 6,25 ml de acetona. Em seguida, adicionou-se ao filtrado 11,25 ml de hexano. A solução resultante foi transferida para um funil de separação. Após a separação nítida de fases, descartou-se a parte inferior e procedeu-se à três lavagens com 5 ml água destilada cada. O extrato hexano-pigmentos foi transferido para um balão volumétrico de 25 ml e o volume foi completado com hexano. Foi feita a leitura do extrato num espectrofotômetro no comprimento de onda 503 nm (máximo de absorção para licopeno). O teor de licopeno das amostras foi estimado pela equação abaixo e os resultados foram expressos em µg de licopeno/g de amostra.

$$\text{Licopeno } (\mu\text{g/g}) = [(A_{503} / \epsilon \cdot b) \cdot PM \cdot V] / M$$

Sendo:

$A_{503}$  = absorbância da fase hexânica a 503 nm

$\varepsilon$  (coeficiente de extinção molar do hexano) =  $17,2 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

b = caminho óptico da cubeta = 1cm

P.M. = peso molecular do licopeno =  $536,9 \text{ g mol}^{-1}$

M = massa da amostra (g)

V = volume da solução = 100mL

### 3.5.5 Sólidos Solúveis

Duas gotas do suco da polpa centrifugada foram colocadas no refratômetro digital Atago PR-101 (Atago Co. Ltd, Tokyo, Japão) e o resultado final foi expresso em °Brix.

### 3.5.6 Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada segundo método proposto por Carvalho et al. (1990). Utilizou-se uma alíquota de 10 g da polpa centrifugada somadas a 90 ml de água destilada. Com o auxílio do potenciômetro, tal solução foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH), de normalidade 0,1 N até o pH 8,1 (o ponto de viragem da fenolftaleína previamente padronizado). O resultado foi expresso em porcentagem g/100g de ácido cítrico – ácido predominante no fruto de tomate.

### 3.5.7 Ácido Ascórbico

Para a determinação da quantidade de ácido ascórbico presente no fruto, adicionou-se uma amostra equivalente a 5g da polpa centrifugada dos frutos em Erlenmeyer contendo 50 mL de ácido oxálico 1%. Essa mistura foi titulada com 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) até apresentar uma coloração rosada persistente por 15 segundos (CARVALHO et al., 1990). A solução padrão foi obtida com 10 mL de ácido ascórbico e 50 mL de ácido oxálico 1% e os resultados obtidos expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

## 3.6 Análise dos dados

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas (BARBIN, 2013), sendo observadas as interações doses de  $\text{K}_2\text{O}$  aplicadas versus o tempo de

armazenamento, doses de K<sub>2</sub>O aplicadas versus os híbridos e os híbridos versus o tempo de armazenamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no Software PROC MIXED do SAS para análise estatística, e os gráficos foram elaborados com o OriginPro 8.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Teor de potássio na folha

Aos 70 dias após o transplântio (DAT), não se observou diferença significativa no teor de potássio foliar nos híbridos de tomate Pizzadoro adubados com diferentes doses de potássio (Anexo 2). Já as plantas não adubadas do híbrido Totalle apresentaram menor teor de potássio nas folhas, quando comparadas àquelas que foram adubadas (Tabela 2).

Aos 109 DAT, para ambos os híbridos, as plantas não adubadas e as que receberam a menor dose de adubação potássica (118 kg ha<sup>-1</sup>) diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si e entre as demais doses (Tabela 2).

**Tabela 2** – Teor foliar de potássio aos 70 e 109 dias após o transplântio (DAT) em tomateiros ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com diferentes doses de K<sub>2</sub>O.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | 70 DAT    |    |         |     | 109 DAT   |    |         |    |
|--------------------------------------------|-----------|----|---------|-----|-----------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO |    | TOTALLE |     | PIZZADORO |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 29,20     | aA | 23,53   | bA  | 15,68     | cA | 12,85   | cB |
| 118                                        | 29,53     | aA | 32,00   | abA | 27,35     | bA | 23,60   | bB |
| 236                                        | 33,18     | aA | 34,25   | aA  | 33,65     | aA | 32,15   | aA |
| 354                                        | 32,03     | aA | 35,55   | aA  | 36,78     | aA | 32,60   | aB |
| 472                                        | 32,93     | aA | 34,75   | aA  | 37,38     | aA | 36,08   | aA |

Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 4.2 Teor de potássio no fruto

Nos frutos do baixeiro, não houve efeito da aplicação de diferentes doses de K<sub>2</sub>O nos teores de K acumulado nos tomates do ‘Pizzadoro’ (Anexo 2), somente observou-se diferença estatística no acúmulo de K entre os frutos não adubados (39,10 g kg<sup>-1</sup>) e os adubados (52,89 g kg<sup>-1</sup> em média). Os frutos do híbrido Totalle adubados com 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> acumularam

maior teor de potássio quando comparados àqueles não adubados e adubados com 118 kg ha<sup>-1</sup> (P < 0,05 – Tabela 3).

Nos frutos do ponteiro, foi observado maior acúmulo de potássio nos frutos do híbrido Pizzadoro adubados com as maiores doses de K<sub>2</sub>O (236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup>), em média 46,02 kg ha<sup>-1</sup>. Não houve efeito significativo das doses aplicadas no acúmulo de potássio nos frutos do híbrido ‘Totalle’ (P ≥ 0,05).

**Tabela 3** - Teor de potássio nos frutos de tomates do baixeiro (4° e 5° racimo) e ponteiro (do 8° ao 11° racimo) dos híbridos Pizzadoro e Totalle, adubados com diferentes doses de K<sub>2</sub>O.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | BAIXEIRO  |     |         |     | PONTEIRO  |    |         |    |
|--------------------------------------------|-----------|-----|---------|-----|-----------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO |     | TOTALLE |     | PIZZADORO |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 39,10     | bA  | 33,05   | bA  | 35,33     | bA | 29,70   | aB |
| 118                                        | 55,35     | aA  | 32,73   | bB  | 35,00     | bA | 32,05   | aA |
| 236                                        | 44,63     | abA | 38,80   | abA | 43,73     | aA | 32,03   | aB |
| 354                                        | 55,65     | aA  | 40,75   | abB | 47,00     | aA | 29,48   | aB |
| 472                                        | 55,93     | aA  | 45,70   | aB  | 47,33     | aA | 32,25   | aB |

Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

#### 4.3 Produção comercial e total

Não se observou efeito significativo da interação entre doses de potássio e os híbridos tanto na produção total quanto comercial (Anexo 2). Os frutos não adubados do híbrido Pizzadoro e Totalle produziram 7,30 e 6,70 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. A produção total média do tomateiro ‘Pizzadoro’ foi de 8,06 kg planta<sup>-1</sup> e do tomateiro ‘Totalle’ de 7,69 kg planta<sup>-1</sup>. A produção comercial (que considera apenas os frutos com peso acima de 80 gramas) dos frutos não adubados do híbrido Pizzadoro e Totalle foi de 6,98 e 6,41 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. A produção comercial média dos frutos adubados do ‘Pizzadoro’ foi de 7,69 kg planta<sup>-1</sup> e do ‘Totalle’ de 7,50 kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 4).

Considerando a média de produção dos dois híbridos, houve efeito significativo da dose tanto na produção total quanto comercial (Tabela 5). Em ambos os casos, produção total e produção comercial, as plantas adubadas com as três maiores doses de K<sub>2</sub>O apresentaram maior produção, porém não houve diferença estatística entre elas.

**Tabela 4** - Produção total (PT) e comercial (PC - somente frutos com peso acima de 80 gramas) dos tomateiros dos híbridos Pizzadoro e Totalle, adubados com diferentes doses de K<sub>2</sub>O.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | PT (kg planta <sup>-1</sup> ) |    |         |    | PC (kg planta <sup>-1</sup> ) |    |         |    |
|--------------------------------------------|-------------------------------|----|---------|----|-------------------------------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO                     |    | TOTALLE |    | PIZZADORO                     |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 7,30                          | aA | 6,70    | aA | 6,98                          | aA | 6,41    | aA |
| 118                                        | 7,58                          | aA | 6,98    | aA | 7,18                          | aA | 6,69    | aA |
| 236                                        | 7,91                          | aA | 7,77    | aA | 7,50                          | aA | 7,73    | aA |
| 354                                        | 8,21                          | aA | 8,05    | aA | 7,90                          | aA | 7,58    | aA |
| 472                                        | 8,53                          | aA | 7,98    | aA | 8,19                          | aA | 7,98    | aA |

Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Tabela 5** - Média de produção total (PT) e comercial (PC) dos tomateiros Pizzadoro e Totalle, adubados com diferentes doses de K<sub>2</sub>O.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | PT<br>(kg planta <sup>-1</sup> ) |     | PC<br>(kg planta <sup>-1</sup> ) |    |
|--------------------------------------------|----------------------------------|-----|----------------------------------|----|
| 0                                          | 7,00                             | c   | 6,69                             | c  |
| 118                                        | 7,28                             | bc  | 6,99                             | bc |
| 236                                        | 7,84                             | Abc | 7,61                             | ab |
| 354                                        | 8,13                             | Ab  | 7,74                             | ab |
| 472                                        | 8,25                             | A   | 8,08                             | a  |

Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

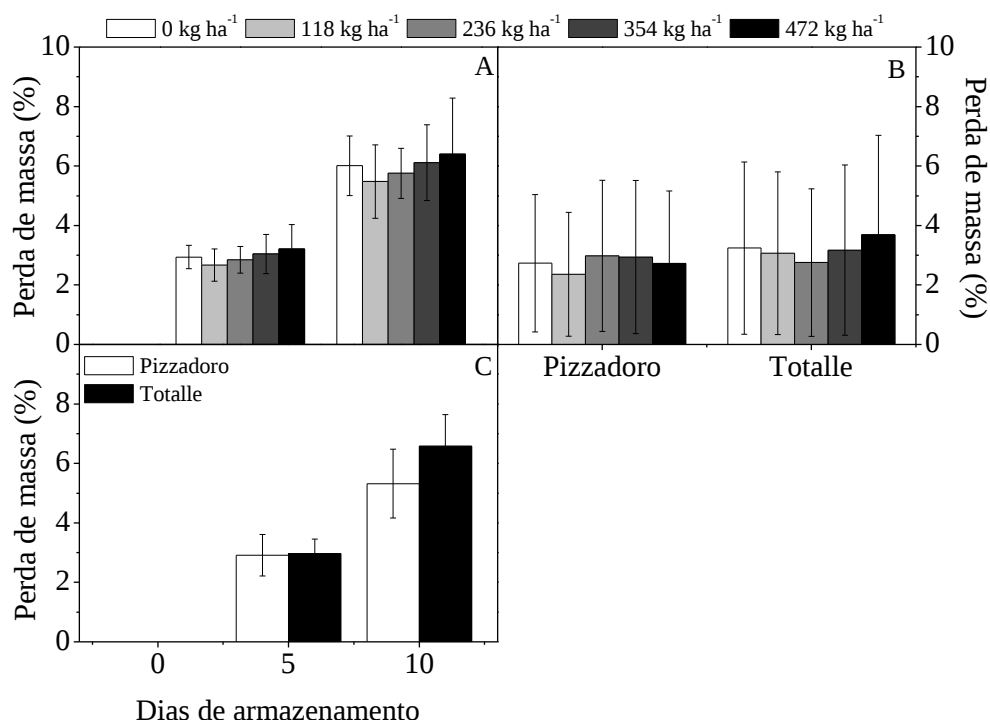
#### 4.4 Características físico-químicas dos frutos

##### 4.4.1 Perda de massa

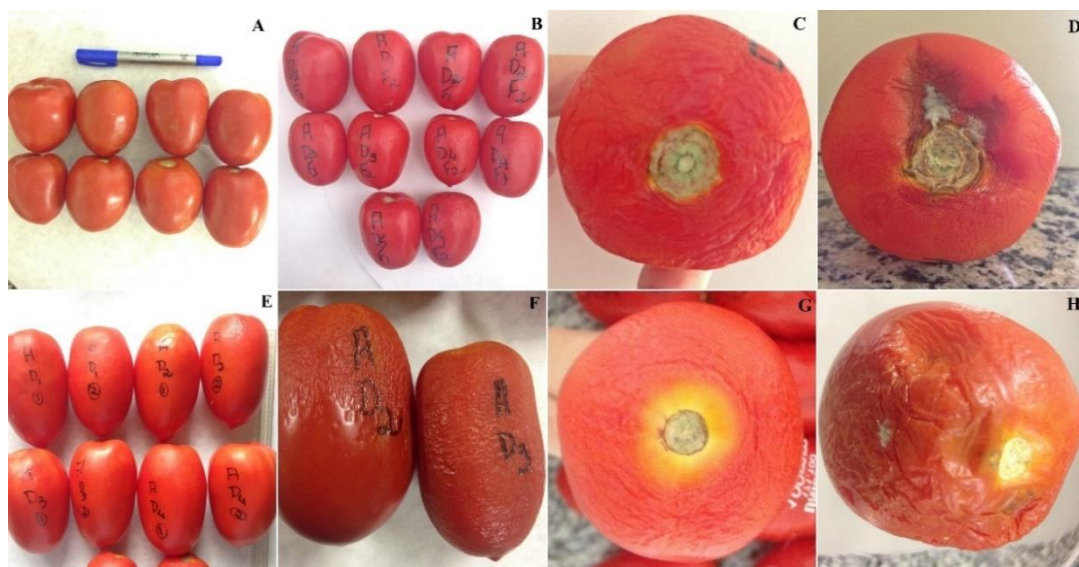
Após 5 dias de armazenamento, os frutos apresentavam perda de massa média em torno de 2,9% e aos 10 dias, essa média era significativamente maior de 5,9% (P < 0,05). Não houve influência da dose de potássio aplicada via fertirrigação na perda de massa dos híbridos de tomate italiano (P ≥ 0,05) (Figura 4A – Anexo 5) bem como considerando todo o período de avaliação e entre os híbridos avaliados (Figura 4B – Anexo 6).

Frutos de ambos os híbridos apresentaram perda de massa crescente durante o armazenamento. Apenas no décimo dia, houve diferença entre a perda de massa comparando-se os dois híbridos. Nessa data os tomates Pizzadoro apresentavam 5,3% de perda de massa, enquanto os tomates Totalle haviam reduzido sua massa em 6,6%, independente da dose de adubação potássica utilizada (P < 0,05 – Figura 4C – Anexo 7).

Com base nesse decréscimo de massa, os frutos foram considerados próprios para comercialização e consumo até os 10 dias depois de colhidos, pois aos 15 dias de armazenamento apresentavam perda de massa superior a 8,15%, com sinais visíveis de murcha, além de elevada incidência de doenças (Figura 5).



**Figura 4** - Média da perda de massa de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados à 23 °C (± 1,2 °C) (A), cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C).



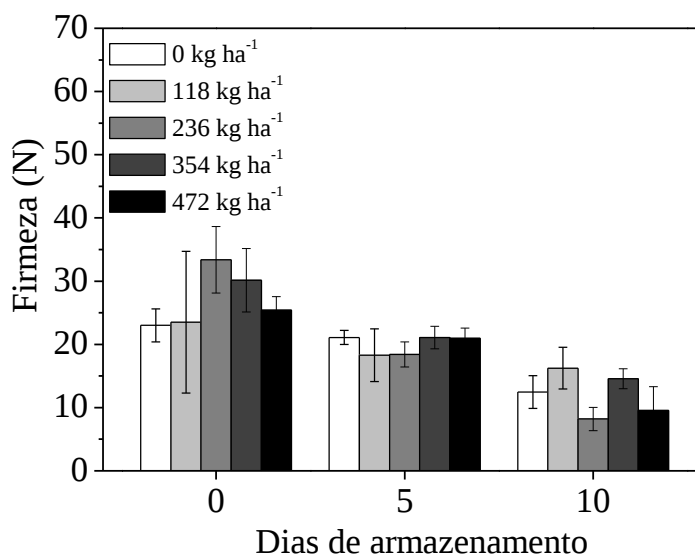
**Figura 5** - Aspecto visual dos tomates ‘Pizzadoro’ aos 10 (A) e 15 (B, C e D) dias e dos ‘Totalle’ aos 10 (E) e 15 (F, G e H) dias, colhidos no estágio de maturação vermelho e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C).

#### 4.4.2 Firmeza

Na colheita, tomates ‘Pizzadoro’ não apresentaram diferença entre a firmeza dos frutos sem adubação potássica e aqueles que foram adubados com  $118 \text{ kg ha}^{-1}$ ; estes apresentaram 23,0 N e 23,5 N de firmeza, respectivamente. Foi observado maior firmeza de polpa nos frutos adubados com  $236 \text{ kg ha}^{-1}$  (33,40 N) e  $354 \text{ kg ha}^{-1}$  (30,13 N) (Figura 6 – Anexo 11).

Ao longo do armazenamento, houve decréscimo da firmeza. Aos 5 dias, os frutos adubados apresentavam uma firmeza média de 19,69 N enquanto os frutos não adubados apresentavam 21,09 N. Aos 10 dias, a firmeza dos frutos não adubados era de 12,48 N e as dos frutos adubados era de 12,15 N.

Nos resultados obtidos por meio das avaliações realizadas, os frutos do híbrido Totalle apresentaram aumento da firmeza da polpa ao longo dos dias de armazenamento, embora visualmente apresentassem perda progressiva de firmeza e sinais de murcha. Tal fato, pode ser atribuído à maior perda massa fresca de tais frutos, que ao serem pressionados pela ponteira do penetrômetro para romper a sua casca e polpa, primeiramente deformaram e tiveram suas avaliações prejudicadas, acarretando problema nas análises. Por esse motivo, esses frutos não puderam ser avaliados.

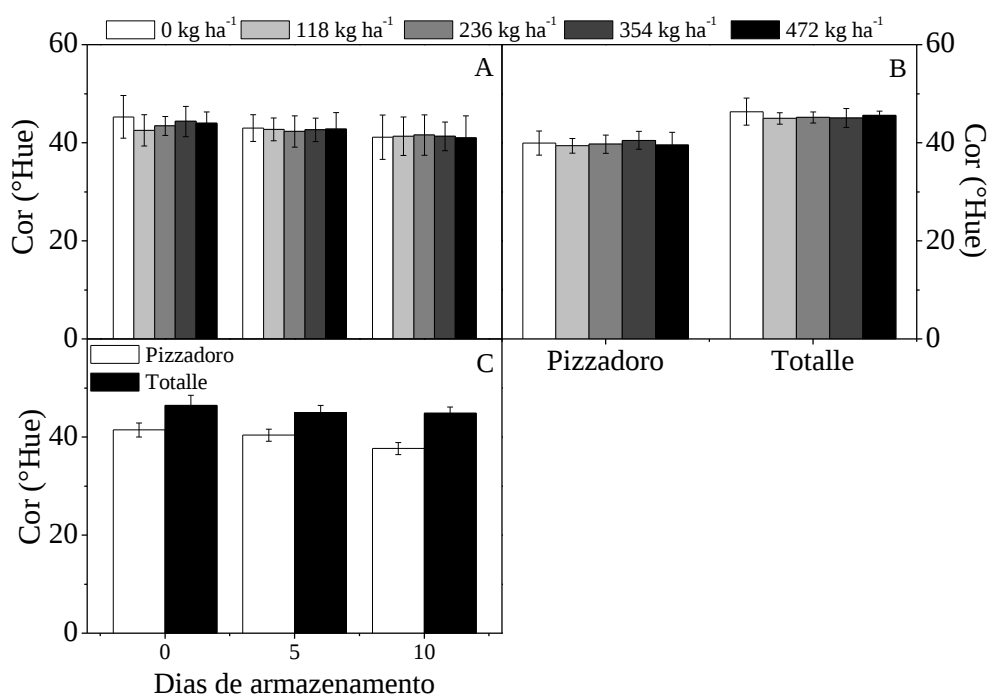


**Figura 6** - Firmeza da polpa de tomates ‘Pizzadoro’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  e armazenados a  $23^\circ\text{C}$  ( $\pm 1,2^\circ\text{C}$ ).

#### 4.4.3 Cor

Não houve efeito da adubação potássica na cor da casca dos frutos ( $P \geq 0,05$  – Anexo 12). Por ocasião da colheita, considerando os dois híbridos, os frutos apresentavam valor médio de 43,9 °Hue. Ao longo do armazenamento a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) houve decréscimo do ângulo de cor para 42,7 aos 5 dias e 41,3 °Hue aos 10 dias ( $P < 0,05$  - Figura 7A). Frutos do híbrido Pizzadoro apresentaram, ao longo do armazenamento, ângulo Hue menor, ou seja, mais vermelhos ( $P < 0,05$  – Figura 7B – Anexo 13).

Considerando todo o período de avaliação, foi possível observar maior ângulo Hue nos frutos do híbrido Totalle, independente da dose de potássio aplicada (Figura 7C). Na colheita, o valor médio foi de 46,4 °Hue, diferenciando estatisticamente dos valores encontrados aos 5 dias (45,0 °Hue) e 10 dias de armazenamento (44,9 °Hue). Os frutos do híbrido Pizzadoro apresentaram redução na intensidade da cor da casca ao longo do período de armazenagem ( $P < 0,05$ ), sendo de 41,43; 40,38 e 37,65 °Hue observados na colheita, aos 5 e 10 dias após a colheita, respectivamente (Figura 7C – Anexo 14).

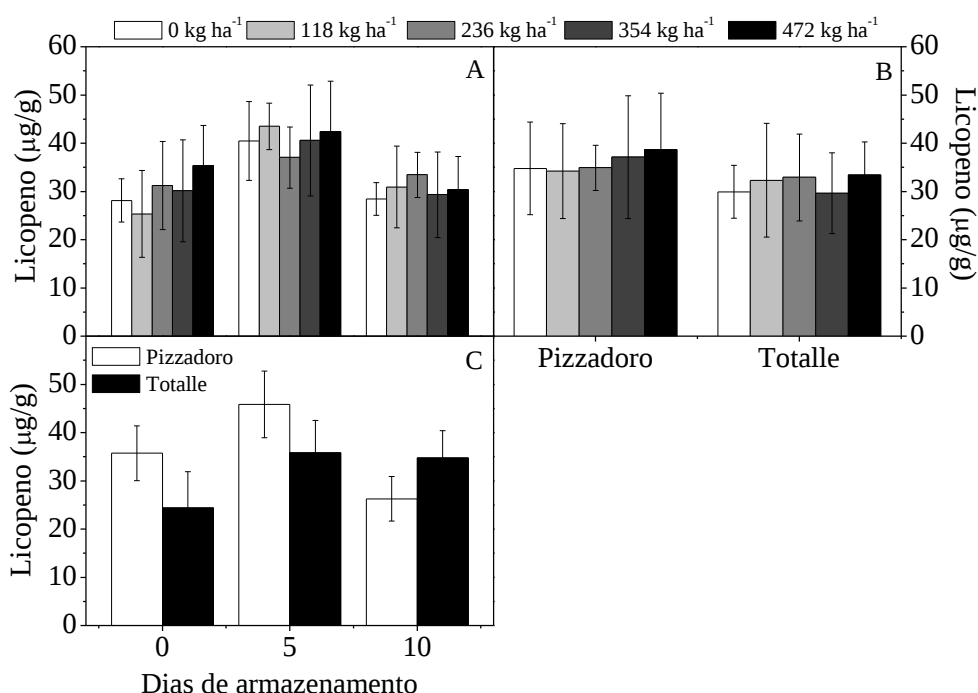


**Figura 7** - Média da cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados à 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) (A), cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados por 10 dias a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) (B) e cor da casca de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) (C).

#### 4.4.4 Licopeno

Independente do híbrido houve diferença estatística entre os frutos adubados somente no momento da colheita ( $P < 0,05$  – Anexo 15). Nessa data, os frutos adubados com 472, 354 e 236 kg ha<sup>-1</sup> de potássio apresentaram os maiores teores de licopeno (35,4; 30,1 e 31,2 µg/g, respectivamente) (Figura 8A). Ainda na colheita, os frutos sem adubação apresentaram teor de licopeno de 28,1 µg/g e os frutos adubados com 118 kg ha<sup>-1</sup> tiveram teor médio de 25,1 µg/g ( $P \geq 0,05$ ). Aos 5 e 10 dias de armazenamento não se observou diferença estatística entre os teores de licopeno dos frutos adubados com as diferentes doses de potássio. Aos 5 dias, os frutos adubados apresentaram teor médio de licopeno de 40,9 µg/g enquanto os não adubados apresentaram 40,5 µg/g. Aos 10 dias de armazenamento os teores de licopeno dos frutos adubados e não adubados eram de 31,04 e 28,45 µg/g, respectivamente.

Quando consideramos todo o período estudado, a adubação potássica não influenciou a quantidade de licopeno. Os tomates Pizzadoro e Totalle apresentaram em média 35,93 e 31,65µg, respectivamente ( $P \geq 0,05$  – Figura 8B – Anexo 16).



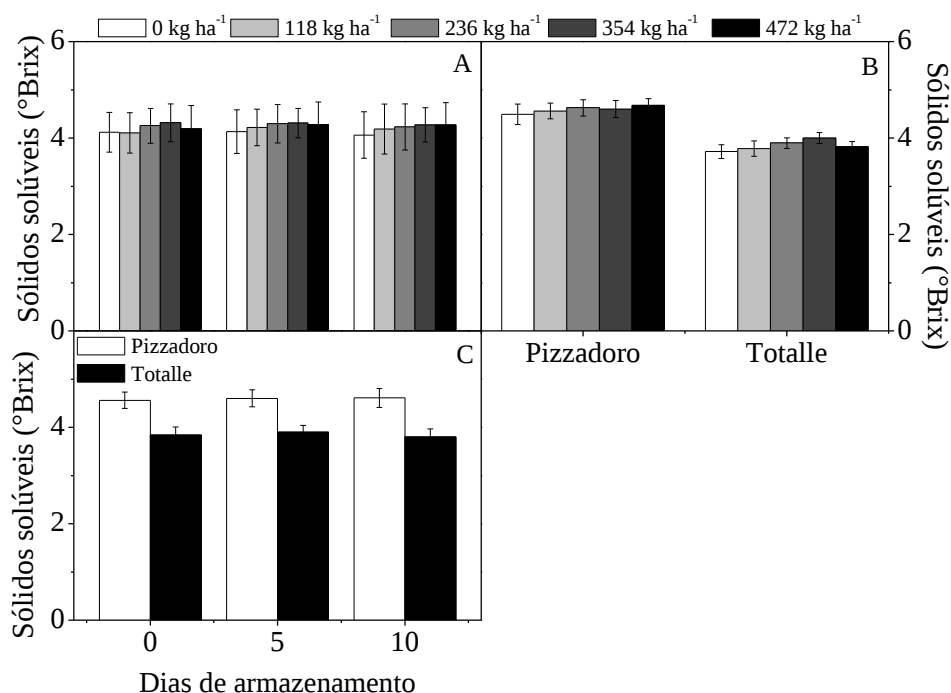
**Figura 8** - Teor médio de licopeno de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (A), teor de licopeno de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B), teor de licopeno de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C).

No momento da colheita, o teor de licopeno dos tomates Pizzadoro era de 35,72  $\mu\text{g/g}$ , enquanto o híbrido Totalle apresentava 24,37  $\mu\text{g/g}$  ( $P < 0,05$  – Anexo 17). Além do maior teor de licopeno encontrado no híbrido Pizzadoro, foi possível observar, para os dois híbridos, que houve um aumento no teor de licopeno aos 5 dias de armazenamento, com posterior decréscimo. Em média, os híbridos apresentavam na colheita 30,04  $\mu\text{g/g}$ , valor esse que aumentou para 40,8  $\mu\text{g/g}$  aos 5 dias de armazenamento, diminuindo para teores similares aos da colheita no final do armazenamento (Figura 8C).

#### 4.4.5 Sólidos solúveis

Não houve alteração no teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento ( $P > 0,05$  – Figura 9A – Anexo 18). A adubação potássica não interferiu nos sólidos solúveis ( $P \geq 0,05$ ) do híbrido Pizzadoro, o teor médio foi de 4,6 °Brix, quando considerado todo o período de avaliação. A adubação potássica influenciou ligeiramente os sólidos solúveis do tomate ‘Totalle’, sendo que tomates adubados com a dose de 354  $\text{kg ha}^{-1}$  apresentaram os maiores teores, quando comparados aos frutos não adubados. O teor de sólidos solúveis dos frutos adubados com 118  $\text{kg ha}^{-1}$  e não adubados não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$  – Figura 9B – Anexo 19). Tais diferenças, entretanto, foram numericamente pequenas.

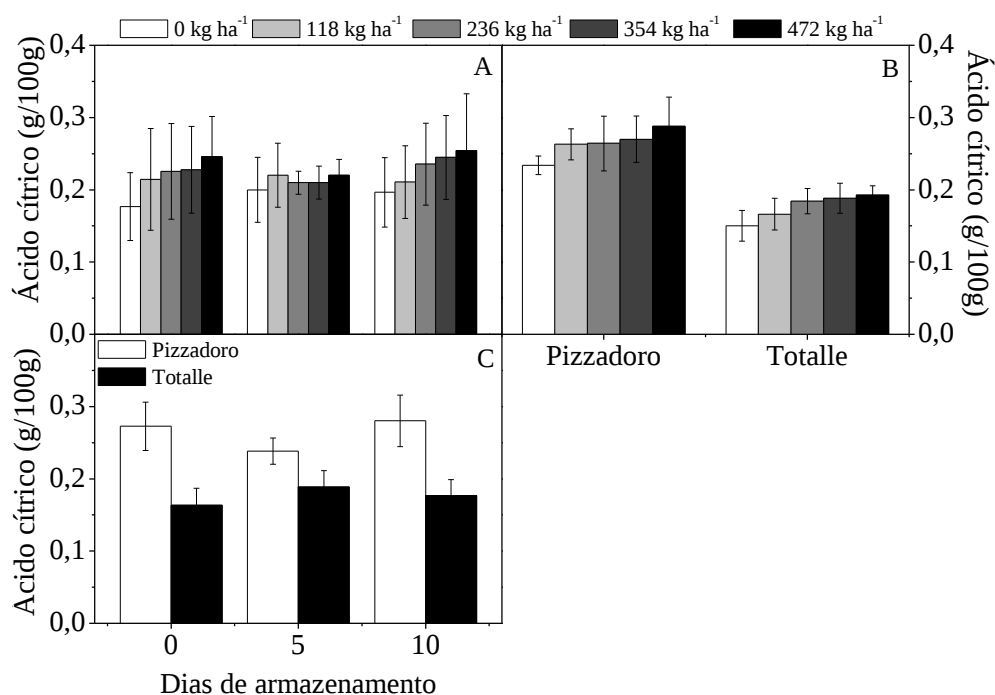
Ao longo de todo o período estudado, o híbrido Pizzadoro apresentou teor de sólidos solúveis superior ao Totalle ( $P < 0,05$  – Figura 9C – Anexo 20). O teor médio de sólidos solúveis dos frutos do híbrido Pizzadoro foi de 4,56; 4,60 e 4,61 aos 0, 5 e 10 dias, respectivamente, enquanto que os frutos do ‘Totalle’ apresentaram 3,84; 3,90 e 3,80 no mesmo intervalo de tempo, respectivamente.



**Figura 9** - Teor médio de sólidos solúveis de tomates 'Pizzadoro' e 'Totalle', adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (A), teor de sólidos solúveis de tomates 'Pizzadoro' e 'Totalle' adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e teor de sólidos solúveis de tomates 'Pizzadoro' e 'Totalle', adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C).

#### 4.4.6 Acidez titulável

Na colheita, os frutos adubados apresentaram acidez maior quando comparados aos não adubados, com teor médio de 0,23 e 0,18 g de ácido cítrico/100g, respectivamente (Anexo 21). Aos 5 dias, os frutos adubados apresentaram teor médio de acidez de 0,21 g de ácido cítrico/100g enquanto os não adubados apresentaram 0,20 g de ácido cítrico/100g. Aos 10 dias de armazenamento, houve diferença estatística entre os frutos adubados com K<sub>2</sub>O com 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> que apresentaram um teor médio de 0,25 g de ácido cítrico/100g, o que foi estatisticamente maior que os adubados com 118 kg ha<sup>-1</sup> (0,21 g de ácido cítrico/100g) e não adubados (0,20 g de ácido cítrico/100g). Apesar dessas diferenças estatística, a variação numérica foi muito pequena (Figura 10A).



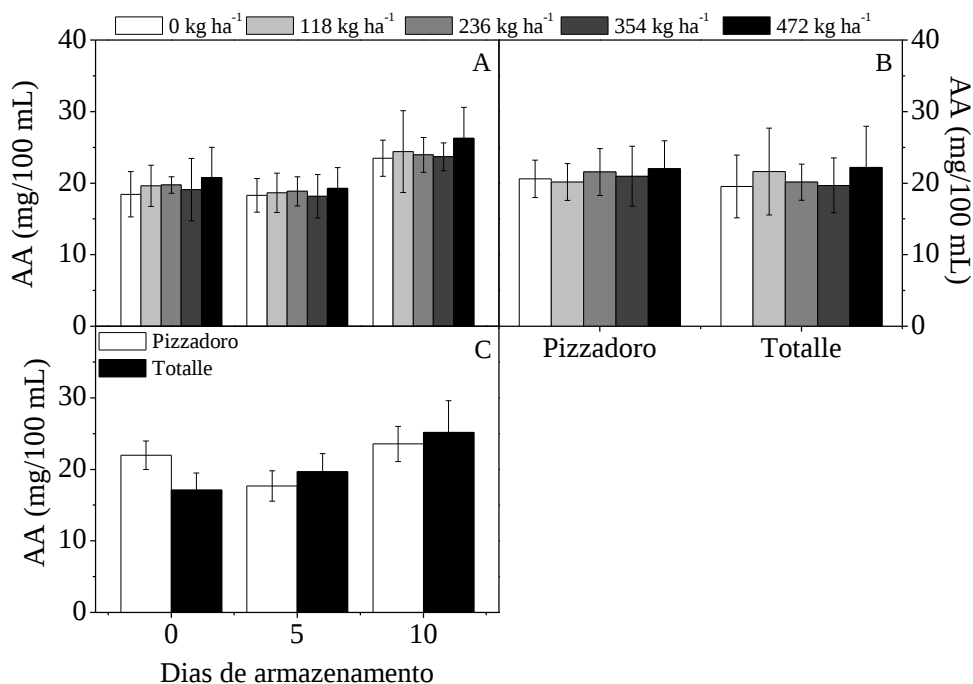
**Figura 10** - Teor médio de acidez titulável de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (A), acidez titulável de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados por 10 dias a 23 °C (± 1,2 °C) (B) e acidez titulável de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados a 23 °C (± 1,2 °C) (C).

Os frutos do híbrido Pizzadoro apresentaram maior acidez quando comparados aos frutos do híbrido Totalle ( $P < 0,05$ ) considerando todo o período de avaliação (Figura 10B – Anexo 22). Quando consideramos todo o período estudado, houve diferença estatística apenas entre os frutos não adubados e adubados do ‘Pizzadoro’, no qual o teor médio foi de 0,24 e 0,27 g de ácido cítrico/100g, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Os frutos do híbrido Totalle adubados com as maiores doses de potássio 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> apresentaram maior teor de acidez (0,18; 0,19 e 0,19 g de ácido cítrico/100g, respectivamente), estatisticamente, com relação aos frutos adubados com 118 kg ha<sup>-1</sup> (0,17 g de ácido cítrico/100g) e não adubados (0,15 g de ácido cítrico/100g) (Figura 10B).

Na colheita, frutos do híbrido Pizzadoro tinham teor médio de acidez de 0,27g de ácido cítrico/100g, aos 5 dias 0,24 g de ácido cítrico/100g e aos 10 dias 0,28 g de ácido cítrico/100g para o híbrido Pizzadoro. Já nos frutos de ‘Totalle’ observou-se um teor médio de 0,16 g de ácido cítrico/100g na colheita, 0,19 g de ácido cítrico/100g aos 5 dias e 0,18 g de ácido cítrico/100g aos 10 dias (Figura 10C – Anexo 23).

#### 4.4.7 Ácido ascórbico

A adubação potássica não interferiu no teor de ácido ascórbico dos frutos ( $P \geq 0,05$  – Anexo 24). Na colheita, o teor médio foi de 19,5 mg /100mL. No final do período de armazenamento, o teor médio foi de 24,36 mg de ácido ascórbico/100mL (Figura 11A).



**Figura 11** - Teor médio ácido ascórbico de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e armazenados à 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) (A), teor de ácido ascórbico de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O armazenados por 10 dias a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) (B) e teor de ácido ascórbico de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, adubados com 0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) (C).

Também não houve diferença entre os teores de ácido ascórbico entre os híbridos estudados ( $P \geq 0,05$ ). Os tomates Pizzadoro e Totalle adubados apresentaram em média 21,18 e 20,92 mg /100mL, respectivamente ( $P < 0,05$  – Figura 11B – Anexo 25). No momento da colheita, o teor de ácido ascórbico dos tomates ‘Pizzadoro’ era de 21,98 mg /100 mL, enquanto o híbrido Totalle apresentava 17,11 mg /100 mL ( $P < 0,05$ ). Houve aumento significativo no teor de ácido ascórbico ao longo do armazenamento. No híbrido Totalle houve aumento para 19,65 mg/100 mL aos 5 dias de armazenamento e 25,16 mg/100 mL ao final do armazenamento (Figura 11C – Anexo 26).

## 5 DISCUSSÃO

O tomateiro, de maneira geral, tem crescimento acentuado e maior taxa de extração de nutrientes entre 30 e 70 dias após o transplante, do início da formação das pencas e da plena frutificação, até o início do processo de maturação dos frutos, decrescendo gradativamente até o final do ciclo (TRANI et al., 2015). De maneira geral, houve maior acúmulo de potássio nas folhas e nos frutos provenientes das plantas que foram adubadas com as três maiores doses de  $K_2O$  (236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup>) comparados às adubadas com 118 kg ha<sup>-1</sup> e aos não adubadas (Tabela 2 e 3).

O potássio participa de maneira imprescindível em inúmeros processos metabólicos (EPSTEIN & BLOOM, 2006) de forma que doses adequadas de K podem aumentar a produção e a qualidade comercial de frutos de tomate (FONTES et al., 2000). Entretanto, o incremento de adubação potássica não influenciou claramente a produção total e a comercial dos híbridos. A maior produção total e comercial foi obtida com as plantas adubadas com a maior dose de  $K_2O$  (472 kg ha<sup>-1</sup>), 8,3 e 8,1 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, entretanto esses resultados são estatisticamente iguais aos obtidos nas plantas adubadas com 236 e 354 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Tais valores, tanto da produção total quanto comercial, são superiores aos obtidos por MONTROYA et al. (2002) em estudo com tomates do tipo italiano.

O tomate é classificado como um fruto climatérico, ou seja, o início do seu amadurecimento é marcado pelo aumento significativo na atividade respiratória e passa por transformações típicas nas características físicas e químicas que influenciam a sua qualidade. A qualidade do tomate fresco é determinada pela aparência, firmeza, sabor e valor nutritivo, sendo a aparência e sabor a base principal de atratividade que influencia a decisão de compra do consumidor (KADER et al., 1978). Ao longo do complexo processo do amadurecimento ocorre uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas, dentre elas a degradação de clorofila, síntese de carotenoides, quebra de açúcares e amolecimento dos tecidos, as quais afetam principalmente o sabor, odor, textura e aparência dos frutos (LURIE et al., 1996; ALVARENGA, 2013).

A perda de firmeza da polpa e a perda de massa fresca são características comuns que ocorrem ao longo do amadurecimento dos frutos, porém afetam a qualidade, diminuem a

resistência dos produtos ao transporte, favorecem a incidência de doenças e prejudicam o aspecto visual. Durante o armazenamento, os tomates estiveram acondicionados a 23 °C ( $\pm 1,2$  °C) e umidade relativa (UR) de 59,4% ( $\pm 4,3$  %), com o objetivo de simular a comercialização. Em tais condições, os frutos perderam água para o ambiente, acarretando em aumento da perda de massa (Figura 4). A perda de matéria fresca é provocada pela transpiração, perda de água na forma de vapor em consequência do déficit de pressão de vapor entre os tecidos internos do fruto e o ambiente. Sabe-se que até 5% de perda de matéria fresca, a maioria dos frutos não apresenta sinais de murchamento e perda da consistência que comprometam sua qualidade e a comercialização dos mesmos (KLUGE et al., 1997). No presente estudo, os tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ com perda de massa acima de 6% tiveram seu aspecto visual consideravelmente comprometido (Figura 5).

A alteração na firmeza da polpa pode ser atribuída a dois processos: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição do turgor, comum em situação de armazenamento em baixa umidade relativa do ar e às modificações observadas na parede celular, principalmente devido à atividade enzimática. No tomate, a perda de firmeza durante a maturação ocorre devido à solubilização da protopectina na parede celular (DAVIES & HOBSON, 1981). Neste estudo, foi possível observar, o decréscimo da firmeza da polpa dos frutos do híbrido Pizzadoro durante o armazenamento (Figura 6). Os frutos adubados na ocasião da colheita apresentavam, na colheita, firmeza média de 28,1 N, aos 5 dias esse valor foi reduzido em 30 % e em 57 % aos 10 dias. Os valores de firmeza dos frutos do híbrido Pizzadoro obtidos na data da colheita são semelhantes aos relatados por PIRES et al. (2009) em frutos de tomates Vênus, do grupo italiano, cultivados em fibra de coco e casca de café carbonizada e colhidos no estágio vermelho-alaranjado.

A cor do fruto é um atributo de qualidade incisivo na decisão de compra dos consumidores. No tomate é umas das características externas mais complexas e importantes para avaliar a maturação e estimar a vida pós-colheita, pois geralmente, tais frutos são consumidos na sua máxima qualidade organoléptica, que ocorre quando atingem o estágio de cor vermelha completa, mas antes de um amolecimento excessivo (LÓPEZ CAMELO & GÓMEZ, 2004). Ao longo do armazenamento houve aumento da coloração vermelha da casca dos frutos avaliados, como foi observado pelo decréscimo do ângulo Hue (°Hue) (Figura 7A). O ângulo Hue indica o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, contemplando da coloração vermelha (0°), amarela (90°), verde (180°) à azul (270°). Devido a sua variação ampla de cores, é considerado um índice eficaz na avaliação da cor do tomate ao longo da maturação (LÓPEZ CAMELO & GÓMEZ, 2004). A alteração da coloração do fruto

envolve alterações nos pigmentos carotenoides, os quais tornam-se visíveis ou são sintetizados em detrimento da degradação de clorofila, sendo o licopeno o mais abundante no tomate (ALVARENGA, 2013). Pelo menos 85% do licopeno dietético é proveniente do tomate e seus produtos derivados, sendo tal hortaliça uma importante fonte do carotenoide para a saúde humana (FRASER & BRAMLEY, 2004).

Considerando todo o período avaliado, frutos do híbrido Pizzadoro apresentaram teores de licopeno superiores ao ‘Totalle’ (Figura 9B). Na ocasião da colheita, os híbridos apresentaram teores de licopeno na faixa de 30 µg/g, valores condizentes aos encontrados por Shirahige et al. (2010) no híbrido Sahel, também pertencente ao grupo italiano. Ao longo do armazenamento houve síntese e posterior diminuição do teor do carotenoide em ambos híbridos (Figura 9A e 10). Os principais carotenoides encontrados no tomate são o  $\alpha$ -licopeno e o  $\beta$ -caroteno, cuja síntese e decomposição são acentuadas na fase de transição entre a maturação e senescência do fruto (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996).

O tomate possui papel relevante na alimentação humana devido a sua rica composição e, por isso é considerado um alimento funcional. Além de ser rico em licopeno, também é constituído por outros compostos com propriedades antioxidantes, como o ácido ascórbico (CARVALHO, 2006). Ao longo do armazenamento, os teores de ácido ascórbico dos tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ adubados apresentaram oscilações, aos 5 dias de armazenamento foi observado uma redução de 5,5% em relação aos valores observados na colheita. Já aos 10 dias, os teores de ácido ascórbico encontrados eram 24% maiores em relação aos registrados na ocasião da colheita (Figura 15A). Ao longo do amadurecimento do tomate, o conteúdo de ácido ascórbico pode sofrer reações de oxidação e redução. Os produtos resultantes da oxidação consistem de radicais livres do ácido, os quais podem ser revertidos novamente ao ácido ascórbico, indicando possibilidade de aumento desse composto ao longo do amadurecimento do fruto (YAHIA et al., 2001). Os valores observados nos frutos dos híbridos Pizzadoro e Totalle são semelhantes aos relatados por Shirahige et al. (2010) nos seis híbridos de tomate italiano estudados, que variaram de 15,7 a 24 mg/100 mL.

O sabor do tomate está relacionado à presença de diversos constituintes químicos, destacando-se açúcares e ácidos, sendo que os açúcares sacarose e frutose constituem cerca de 65% dos sólidos solúveis totais e se acumulam na fase final da maturação (ALVERENGA, 2013). Davies & Hobsos (1981) relataram que a matéria seca de frutos de tomate maduro possui cerca de 22% de glicose, 25% de frutose, 1% de sacarose, 9% de ácido cítrico, 4% de ácido málico e 0,5% para o ácido ascórbico.

Durante o armazenamento dos tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’ não houve variação dos teores de sólidos solúveis (SS), sendo possível observar que o híbrido Pizzadoro possui maior teor de SS em relação ao ‘Totalle’ (Figura 11A, 11B e 12). Já a acidez titulável (AT), expressa, em função do ácido cítrico, aumentou sutilmente ao longo do armazenamento e o híbrido Pizzadoro mostrou-se mais ácido que o ‘Totalle’ (Figura 13A e 13B). Valores elevados para a relação SS/AT indicam sabor suave devido à excelente combinação de açúcar e ácido, enquanto valores baixos se correlacionam com sabor ácido (FERREIRA et al., 2004). Considerando os 10 dias de armazenamento, frutos adubados de tomate ‘Pizzadoro’, em média, apresentaram teor de sólidos solúveis equivalente a 4,6 °Brix e de acidez titulável igual a 0,27 mg/100 mL, o que resulta em uma relação SS/AT de 17. Já os frutos de ‘Totalle’, apresentaram em média, 3,9 °Brix e 0,18 mg/100 mL de acidez titulável, resultando em de 21,5, ao longo do período avaliado.

O processo de amadurecimento influencia a qualidade do fruto, porém um conjunto de fatores pré-colheita tem influência decisiva para que as frutas e hortaliças expressem a sua qualidade máxima, esses podem ser de caráter ambiental ou cultural. Dentre os fatores ambientais, destacam-se a temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, solo, condições de água e ar. Os culturais são relacionados ao manejo de solo, químicos, cultivares, espaçamento, irrigação e drenagem e à nutrição mineral (MATTIUZ, 2007). Neste estudo, o potássio influenciou ligeiramente algumas das características avaliadas, como a firmeza dos frutos, teor de licopeno, SS e acidez.

O potássio pode promover maior firmeza dos frutos (MONTROYA et al., 2002), provavelmente, devido à sua relação com a condição de água das plantas e manutenção do turgor celular (MARSCHNER, 2012; MENGEL & KIRKBY, 2001). Na data da colheita, os frutos de tomate ‘Pizzadoro’ adubados apresentavam firmeza média de 28,1 N, cerca de 22% maior que a observada nos frutos não adubados (Figura 6). Essa diferença, porém não se manteve na pós-colheita, portanto não podemos afirmar que o potássio foi importante na manutenção da firmeza durante a conservação dos frutos. Ahmad et al. (2015), ao avaliarem o efeito do potássio e seu tempo de aplicação sobre o rendimento e a qualidade de tomates da variedade Nagina, observaram um acréscimo de 31% na firmeza dos frutos que receberam aplicação de potássio de 120 kg ha<sup>-1</sup> em relação aos não adubados.

O teor de licopeno dos frutos foi significativamente influenciado pelos níveis de potássio (236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup>), na data da colheita. Houve um aumento de 20,6% no teor de licopeno dos frutos adubados com tais doses em relação aos adubados com 118 kg ha<sup>-1</sup> e os não adubados, que apresentavam em média 25,34 e 28,13 µg/g, respectivamente (Figura 9A).

Javaria et al. (2012), estudando os efeitos de diferentes doses de fertilizante de potássio na variedade de tomate Galia, relataram um aumento significativo do teor de licopeno com o aumento da aplicação de  $K_2O$  até  $375 \text{ kg ha}^{-1}$ . O aumento da quantidade de licopeno pode ser justificado devido ao papel que o potássio desempenha na aceleração de atividades de enzimas específicas que participam da via biossintética da DOXP (1-desoxi-D-xilulose-5-fosfato), a qual está diretamente envolvida na formação de licopeno em frutos de tomate (TRUDEL & OZBURN, 1970; BRAMLEY, 2003). Embora tenha havido diferença do teor de licopeno com relação à dose de adubação potássica aplicada, essa diferença não se manteve na pós-colheita, portanto não podemos afirmar que o potássio foi importante no aumento do teor de licopeno quando consideramos todo o período de estudo.

Wuzhong (2002) relatou uma tendência crescente do conteúdo de sólidos solúveis em tomateiro com aplicação de fertilizante potássico. Da mesma forma, Javaria et al. (2012) relataram aumento do teor de SS com o aumento das doses de fertilizante de potássio na variedade de tomate Galia, o valor máximo foi obtido no tratamento que recebeu  $375 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  e depois diminuiu em 20,4% com o maior nível K ( $450 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ ). No presente estudo, entretanto, tal tendência não foi observada. Os frutos do híbrido Totalle apresentaram um efeito discreto da adubação potássica, tendo em vista que os maiores teores de sólidos solúveis foram observados nas doses 236, 354 e  $472 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo em torno de 4% maior do os teores obtidos na média dos frutos adubados com  $118 \text{ kg ha}^{-1}$  ou não adubados, uma diferença de apenas 0,16 °Brix (Figura 11B). Os SS dos frutos do híbrido ‘Pizzadoro’, por sua vez, não foram influenciados pelo incremento de potássio, a sua média ao longo do período avaliado foi de 4,6 °Brix, teores similares aos reportados no estudo de Shirahige et al. (2010) com seis híbridos de tomates italianos. A razão pela qual o incremento na adubação potássica eleva o teor de sólidos solúveis pode ser atribuída à importante participação do potássio na biossíntese e transferência de açúcares (MENGEL & KIRKBY, 2001).

Wuzhong (2002), afirmou que o fertilizante potássico tem efeito significativo na acidez titulável e, portanto, no sabor do tomate. Os teores de acidez titulável foram menores nos frutos que não receberam nenhuma ou a menor dose de adubação potássica na ocasião da colheita, cerca de 13% a menos do que os adubados com as maiores doses de  $K_2O$  (Figura 13A). Tal diferença, entretanto, provavelmente não é significativa em termos de alterações no sabor. Os valores de acidez titulável dos frutos adubados tiveram uma média de  $0,27 \text{ mg /100 mL}$  para o híbrido Pizzadoro e  $0,18 \text{ mg /100 mL}$  para o ‘Totalle’, considerando todo o período de avaliação (Figura 13B). Tais resultados são similares aos reportados em frutos de tomateiro italiano no estudo conduzido por Shirahige et al. (2010).

Majumdar et al. (2000) e Ananthi et al. (2004) constataram a importância do papel do potássio no metabolismo e formação de carboidratos ligados à síntese de ácido ascórbico (AA). Neste trabalho, o suprimento de potássio não influenciou no teor de ácido ascórbico dos frutos tanto do híbrido ‘Pizzadoro’ quanto do ‘Totalle’, contrastando com os resultados obtidos por Wuzhong (2002) e Bose et al. (2006), que relataram uma correlação positiva entre o aumento de doses de potássio e teor de ácido ascórbico. Considerando todo o período de avaliação, o valor médio de AA relativo ao ‘Pizzadoro’ foi de 21, 18 e 120,92 mg /100 mL para o ‘Totalle’ (Figura 15B), os resultados são semelhantes aos encontrados por Sampaio & Fontes (1998) em frutos de tomate do cultivar Santa Clara.

## **6 CONCLUSÃO**

Quando considerado todo o período pós-colheita, a qualidade de tomates ‘Pizzadoro’ e ‘Totalle’, cultivados em ambientes protegido, não foi alterada em função das doses de potássio aplicadas via fertiirrigação.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - Anuário da agricultura brasileira. Tomate. São Paulo, 2015.

AHMAD, N.; SARFRAZ, M.; FAROOQ, U.; ARFAN-UL-HAQ, M.; MUSHTAQ, M.Z.; ALI, M.A. Effect of potassium and its time of application on yield and quality of tomato, **International journal of scientific and research publications**, v.5, p.1-4, 2015.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: Produção em campo, cada de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras. Editora universitária de Lavras, 2013, 455p.

ANANTHI, S.; VEERARAGAVATHATHAM, D.; SRINIVASAN, K. Influence of sources and levels of potassium on quality attributes of chilli (*Capsicum annuum* L.). **South Indian horticulture**, v.52, p.152-157, 2004.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura brasileira**, v.15, p.28-32, 1997.

ARMSTRONG, D.I. Potassium for agriculture. **Better crops with plant food**, v. 82, 1998, 40p.

AYDIN, S.; MORDOGAN, N.; YAGMUR, B.; GURPINAR, A.; KÜÇÜK, S. A. Effects of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> applications on fruit yield and some quality parameters in melon. **International conference on sustainable land use and management**, Canakkale, Turquia, 2002.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. 2. ed. Londrina: Mecnas, 2013.

BASU, H.N., VECCHIO A.J.D., FLIDER F., ORTHOEFER F.T. Nutritional and Potential Disease Prevention Properties of Carotenoids. **Journal of the American oil Chemists' Society**, v.78, p.665-675, 2001.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: From domestication to biopharming. **Biotechnology advances**, v.32, p.170-189, 2014.

BERNARDI, A.C.C.; WERNECK, C.G.; HAIM, P.G.; BOTREL, N.; OIANO NETO, J.; MONTE, M.B.M.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita. **Horticultura brasileira**, v.25, p.306-311, 2007.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. **Food reviews international**, v.25, p.313-325, 2009.

BRAMLEY, P.M. The genetic enhancement of phytochemicals: the case of carotenoids. In: JOHNSON, I.; WILLIAMSON, G. (Ed.). Phytochemical functional foods. **Boca raton: CRC Press**, p.253-279, 2003.

CAKMAK, I. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. **Journal plant nutrition soil science**, v.168, p.521-530, 2005.

- LÓPEZ CAMELO, A.F.; GÓMEZ, P.A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura brasileira**, v.22, p.534-537, 2004.
- CANENE-ADAMS, K.; CAMPBELL J. K., ZARIPHEH, S., JEFFERY, E. H.; ERDMAN, J.W. Jr. The tomato as a functional food. **The journal of nutrition**, v.135, p.1226-1230, 2005.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. Análises Químicas de Alimentos. Campinas: **ITAL**, 1990, 121p. (Manual Técnico)
- CARVALHO, P.G.B; MACHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E.N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura brasileira**, v.24, p.397-404, 2006.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: **UFLA**, 2005, 783p.
- COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (CQH/CEAGESP). Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura: Normas de classificação de tomates. **Centro de qualidade em horticultura**. São Paulo, 2003, 3p. (CQH Doc. 26).
- DAVIES, J.N.; HOBSON, G.E. The constituents of tomato fruit — the influence of environment, nutrition, and genotype. **CRC critical reviews in food science and nutrition**, v.15, p.205-280, 1981.
- DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos?. **Horticultura brasileira**, v.18, p.3-4, 2000.
- DESWAL, I. S.; PATIL, V. K. Effects of N, P and K on the fruit of water melon. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, v.9, p.308-309, 1984.
- DORAIS, M.; PAPADOPOULOS, A.P.; GOSSELIN, A. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural reviews**, v.26, p.238-319, 2001.
- EL-BEHEIDI, M.A.; EL-SHERBEING, A.A.; EL-SAWAH, M.H. Watermelon growth and yield as influenced by nutrition and irrigation methods in new reclaimed sandy soils. **Egyptian journal horticulture**, v.17, p.447-456, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cultivo de Tomate para Industrialização. **Sistemas de Produção**, 2. ed., 2006. (Versão Eletrônica).
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.
- FAVELL D.J. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. **Food chemistry**, v.62, p.59-64, 1998.
- FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 20, p.90-94, 2002.

FELTRIN, D.M.; POTT, C.A.; FURLANI, P.R.; CARVALHO, C.R.L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. **Revista de ciências agroveterinárias**, v.4, p.17-24, 2005.

FERNANDES, L. A. **Manejo da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do melão rendilhado (*Cucumis melo reticulatus* Naud).** 2001. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu,.

FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S.; LAZZARI, E.N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência rural**, v.34, p. 329-335, 2004.

FILGUEIRA; F.A.R. **Novo manual de olericultura:** Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe agropecuário**, v.20, p.64-68, 1999.

FISCHER, R.A. Stomatal opening: role of potassium uptake by guard cells. **Science**, v.160, p.784-785, 1968.

FISH, W.W., PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. **Journal of food compositions and analysis**, v.15, p.309-317, 2002.

FONTES, P.C.R; SAMPAIO, R.A.; INGER, F.L Fuit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, p.21-25, 2000.

FRASER, P.D.; BRAMLEY, P.M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in lipid research**, v.43, p.228–265, 2004.

FUJINO, M. Role of adenosine triphosphate and adenosine triphosphatase in stomatal movement. **Science Bulletin**, v.18, p.1-47, 1967.

GARTNER, C.; STAHL, W.; SIES, H. Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. **The American journal of clinical nutrition**, v.66, p.116-22, 1997.

GENUNCIO, G.C.; SILVA R.A.C.; SÁ N.M.; ZONTA E.; ARAÚJO A.P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura brasileira**, v.28, p.446-452, 2010.

GERSTER, H. The potential role of lycopene for human health. **The journal of the American college of nutrition**, v.6, p.109-126, 1997.

HAAG, H.P. Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas. In: XX Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas. Anais, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Fundação Cargill**, p.405-425, 1992.

HARTZ, T.K.; MIYAO, G.; MULLEN, R.J.; CAHN, M.D.; VALENCIA, J.; BRITTAN, K.L. Potassium Requirements for Maximum Yield and Fruit Quality of Processing Tomato. **Journal American society horticultural science**. v.124, p.99-204, 1999.

HARTZ, T.K.; JOHNSTONE, P.R.; FRANCIS, D.M.; MIYAO, E.M. Processing tomato yield and fruit quality improved with potassium fertigation. **HortScience**, v.40, p.1862-1867, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz (IAL)**, 2008, 1020p.

IMAS, P. Quality aspects of K nutrition in horticultural crops, **Workshop on recent trends in nutrition management in horticultural crops**. International Potash Institute, 1999, 11p.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). Tomate. **Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER)**, 2010, 430p.

JAVARIA, S.; KHAN, M.Q.; BAKHSH, I. Effect of potassium on chemical and sensory attributes of tomato fruit. **The journal of animal & plant sciences**, v.22, p. 1081-1085, 2012.

JOHNSON, E.J. The role of carotenoids in human health. *Nutrition in clinical care* v.5, p.47-49, 2002.

KADER, A.A., MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALLBRIGHTT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh Market as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for horticultural science**, v.103, p.6-11, 1978.

KADER, A.A. Pre-and postharvest factors affecting fresh produce quality, nutritional value, and implications for human health. **Proceedings of the International Congress Food production and the quality of life**, v.1, p.109-119, 2002.

KANAI, S.; OHKURA, K.; ADU-GYAMFI, J.J.; MOHAPATRA, P.K.; NGUYEN, N.T.; SANEOKA, H; FUJITA, K. Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p.2917-2928, 2007.

KANO, C. **Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com a adição de potássio e CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KHACHIK, F. Distribution and metabolism of dietary carotenoids in humans as a criterion for development of nutritional supplements. **Pure and applied chemistry**, v.78, p.1551–1557, 2006.

KLUGE, R.A.; CANTILLANO, R.F.F.; BILHALVA, A.B. Colapso de polpa em ameixas 'Santa Rosa' armazenadas em diferentes regimes de temperatura. **Revista Brasileira de agrociência**, v.3, p.125-130, 1997.

- LESTER, G.E., JIFON, J.L.; STEWART, W.M. Foliar Potassium Improves Cantaloupe Marketable and Nutritional Quality. **Better Crops**, v.91, p.24-25, 2007.
- LESTER, G.E., JIFON, J.L.; ROGERS, G. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. **Journal American Society horticultural science**, v.130, p.649-653, 2005.
- LESTER, G.E., JIFON, J.L.; MAKUS, D.J. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactante can enhance netted muskmelon quality. **HortScience**, v.41, p.741-744, 2006.
- LURIE, S.; HANDROS, A.; FALLIK, E.; SHAPIRA, R. Reversible inhibition of tomato fruit gene expression at high temperature (effects on tomato fruit ripening). **Plant physiology**, v.110, p.1207-1214, 1996.
- MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo *in natura*. **Horticultura brasileira**, v.25, p.149-153, 2007.
- MAJUMDAR, S. P.; MEENA, R. L.; BAGHEL, G. D. S. Effect of levels of compaction and potassium on yield and quality of tomato and chilli crops grown on highly permeable soils. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v.48, p.215-220, 2000.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, 638p
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. Academic Press, 2012, 649p.
- MATTIUZ, B.H. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. **Visão Agrícola**, p.18-21, 2007.
- MAYNE, S.T. Beta-carotene, carotenoids, and disease prevention in humans. **The FASEB Journal**, v.10, p.690-701, 1996.
- MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.154-157, 2005.
- MENGEL, K.; FORSTER, H. The effect of the potassium concentration in the soil solution on the yield and the water consumption of sugar beets. **Z. Pflanzenernahr, Bodenk**, v.134, p.148-157, 1973.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001, 849p.
- MONTOYA, R.B.; SPINOLA, A.G.; P.S. GARCÍA; PAREDES, D.G. Demanda de potasio del tomate tipo sadette. **Terra**, v. 20, p.391-399, 2002.
- MORAES, C.A.G. Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT. Jundiaí: **DISQ Editora**, 1997, 143p.

- MORETTI, C.L. Protocolos de avaliação da qualidade química e física de tomate. **Embrapa hortaliças**, 2006, 11p.
- PARKER, R.S. Carotenoids in human blood and tissues. **The Journal Of Nutrition**, v.119, p.101-104, 1989.
- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. **History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae)**. In: RAZDAN, M. K.; MATTOO, A. K. (Eds.). Genetic improvement of solanaceous crops. New Hampshire: Science Publishers, p.1-24, 2007.
- PIRES, C.R.F.; LIMA, L.C.O.; VILAS BOAS, E.V.B.; ALVES, R.R. Qualidade textural de tomates cultivados em substratos orgânicos submetidos à aplicação de substâncias húmicas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, p.1467-1472, 2009.
- PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Instituto Agrônômico (IAC), **Centro de Horticultura**, Campinas, São Paulo, 2006.
- RAO, A.V; RAO, L.G. Carotenoids and human health. **Pharmacological research**, v.55, p.207-216, 2007.
- REIS JÚNIOR, R. A. **Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no pecíolo de batateira em resposta à adubação potássica**. 1995. 108 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, v. 16, p.136-139, 1998.
- SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.292-298, 2010.
- SPOONER, D.M., PERALTA, I.E., KNAPP, S. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. Section *Lycopersicon* (Mill) wettst]. **Taxon**, v.54, p.43-61, 2005.
- STAHL, W.; SIES, H. Uptake of lycopene and its geometric isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. **Journal of Nutrition**, v.122, p.2161-2166, 1992.
- STAHL, W.; SIES, H. Perspectives in biochemistry and biophysics. Lycopene: A biologically important carotenoid for humans?. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 336, p.1-9, 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TRANI, P.E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. rev. ampl. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

TRANI, P.E. Calagem e Adubação para hortaliças sob cultivo protegido. Instituto Agrônômico (IAC), **Centro de Horticultura**, Campinas/São Paulo, 2014.

TRANI, P.E et al. **Calagem e adubação do tomate de mesa**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2015. 35 p. Online. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 215).

TRUDEL, M.J.; OZBUN, J.L. Relationship between chlorophylls and carotenoids of ripening tomato fruit as influenced by potassium nutrition. **Journal of experimental botany**, v.21, p.881-886, 1970.

TRUDEL, M.J.; OZBUN, J.L. Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. **Journal American society horticultural science**, v.96, p.763-765, 1971.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). USDA National nutrient database for standard reference. **United States Department of Agriculture: Agricultural Research Service USDA Food Composition Databases**, release 28, released September 2015, slightly revised May 2016.

USHERWOOD, N.R. **The role of potassium in crop quality**. In: Potassium in Agriculture (Ed: R.S. Munson). **American Society of Agronomy - Crop Science Society of America - Soil Science Society of America (ASA-CSSA-SSSA)**, Madison, WI. p.929-954, 1985.

WESTERMANN, D.T., TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes yield and specific gravity. **American potato journal**, v.71, p.417-431, 1994.

WUZHONG, N. Yield and quality of fruits of solanaceous crops as affected by potassium fertilization. **Better crops**, v.13, p. 6-8, 2002.

YAHIA, E.M.; CONTERAS-PADILLA, M.; GONZALEZ-AGUIAR, G. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.34, p.452-457, 2001.

YUAN, H; ZHANG, J.; NAGESWARAN, D. LI, L. Carotenoid metabolism and regulation in horticultural crops. **Horticulture research**, 2, 15036, 2015.

ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomia Tropical**, v. 46, p. 61-72, 1996.

## 8 ANEXOS

**Anexo 1** - Análise química do solo da área experimental após a condução do experimento na camada de 0-20 cm e 20-40 cm.

|           | PROF. | K <sub>2</sub> O    | pH   | M.O.               | K                      | Ca    | Mg    | H + Al | C.T.C. | V%    | Fe                  | Mn    | Cu   | Zn   | B    |
|-----------|-------|---------------------|------|--------------------|------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|---------------------|-------|------|------|------|
|           | cm    | kg ha <sup>-1</sup> |      | g dm <sup>-3</sup> | mmolc/dm <sup>-3</sup> |       |       |        |        | (%)   | mg dm <sup>-3</sup> |       |      |      |      |
| Pizzadoro | 0-20  | 0                   | 6,50 | 18,67              | 0,57                   | 81,67 | 26,33 | 12,00  | 120,57 | 88,67 | 10,67               | 8,70  | 7,47 | 5,83 | 0,52 |
|           |       | 118                 | 6,20 | 18,00              | 0,53                   | 64,67 | 21,67 | 16,00  | 102,87 | 84,00 | 13,33               | 12,33 | 8,30 | 7,93 | 0,83 |
|           |       | 236                 | 6,27 | 16,67              | 2,30                   | 62,00 | 22,00 | 14,00  | 100,30 | 86,33 | 10,67               | 9,83  | 6,73 | 6,03 | 0,68 |
|           |       | 354                 | 6,47 | 18,67              | 3,13                   | 71,67 | 25,67 | 12,67  | 113,13 | 88,67 | 12,00               | 9,80  | 6,87 | 6,90 | 0,86 |
|           |       | 472                 | 6,63 | 16,33              | 7,37                   | 68,00 | 27,33 | 10,00  | 112,70 | 90,67 | 9,33                | 7,63  | 6,20 | 6,03 | 0,59 |
|           | 20-40 | 0                   | 5,57 | 12,00              | 0,43                   | 30,00 | 13,67 | 24,00  | 68,10  | 62,00 | 9,33                | 4,43  | 5,20 | 0,67 | 0,22 |
|           |       | 118                 | 5,67 | 12,00              | 0,40                   | 31,67 | 14,00 | 21,33  | 67,40  | 63,00 | 8,67                | 6,10  | 5,47 | 0,77 | 0,31 |
|           |       | 236                 | 5,80 | 11,33              | 1,33                   | 30,00 | 13,67 | 19,33  | 64,33  | 69,67 | 7,67                | 4,37  | 5,57 | 0,60 | 0,31 |
|           |       | 354                 | 6,57 | 16,67              | 0,50                   | 67,67 | 26,67 | 11,00  | 105,83 | 89,33 | 9,67                | 9,17  | 6,73 | 6,50 | 0,52 |
|           |       | 472                 | 5,70 | 12,00              | 1,63                   | 23,67 | 11,33 | 20,67  | 57,30  | 62,67 | 8,67                | 3,97  | 5,23 | 0,37 | 0,27 |
| Totalle   | 0-20  | 0                   | 6,67 | 16,67              | 0,53                   | 79,67 | 27,33 | 10,67  | 118,20 | 90,67 | 10,00               | 7,87  | 6,63 | 6,20 | 0,59 |
|           |       | 118                 | 6,57 | 16,67              | 0,50                   | 67,67 | 26,67 | 11,00  | 105,83 | 89,33 | 9,67                | 9,17  | 6,73 | 6,50 | 0,52 |
|           |       | 236                 | 6,57 | 16,00              | 1,63                   | 77,67 | 26,00 | 11,00  | 116,30 | 90,00 | 10,33               | 8,57  | 6,33 | 6,23 | 0,62 |
|           |       | 354                 | 6,10 | 17,33              | 3,63                   | 63,00 | 21,67 | 16,67  | 104,97 | 83,67 | 15,33               | 11,50 | 7,30 | 9,77 | 0,82 |
|           |       | 472                 | 6,37 | 17,00              | 6,83                   | 67,33 | 24,67 | 13,67  | 112,50 | 87,33 | 11,67               | 9,60  | 6,83 | 7,63 | 0,59 |
|           | 20-40 | 0                   | 5,57 | 10,33              | 1,10                   | 28,67 | 12,67 | 23,33  | 65,77  | 60,67 | 7,00                | 2,77  | 4,67 | 0,40 | 0,28 |
|           |       | 118                 | 5,40 | 10,00              | 0,50                   | 25,00 | 11,67 | 24,00  | 61,17  | 58,00 | 8,33                | 2,77  | 5,30 | 0,47 | 0,26 |
|           |       | 236                 | 5,73 | 11,00              | 1,50                   | 28,67 | 12,67 | 20,00  | 62,83  | 67,00 | 8,33                | 4,30  | 5,53 | 0,53 | 0,25 |
|           |       | 354                 | 5,93 | 11,33              | 2,43                   | 30,67 | 14,00 | 18,00  | 65,10  | 72,00 | 8,67                | 4,40  | 5,50 | 0,87 | 0,28 |
|           |       | 472                 | 5,83 | 13,00              | 2,77                   | 32,33 | 13,00 | 18,33  | 66,43  | 69,67 | 8,33                | 4,50  | 5,53 | 0,63 | 0,25 |

**Anexo 2** - Quadro da análise de variância do teor de potássio nas folhas aos 70 e 109 DAT, teor de potássio nos frutos do baixeiro e ponteiro, produção total e comercial no esquema de parcela subdivida.

| CAUSAS DE VARIÇÃO          | GL | Pr > F               |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                            |    | K NA FOLHA           |                      | K NO FRUTO           |                      | PRODUÇÃO             |                      |
|                            |    | 70 DAT               | 109 DAT              | BAIXEIRO             | PONTEIRO             | TOTAL                | COMERCIAL            |
| Doses K <sub>2</sub> O (D) | 4  | 0,0003*              | 0,0000*              | 0,5878 <sup>ns</sup> | 0,0077*              | 0,0037*              | 0,0017*              |
| Híbridos (H)               | 1  | 0,6101 <sup>ns</sup> | 0,0003*              | 0,0000*              | 0,0000*              | 0,1502 <sup>ns</sup> | 0,3682 <sup>ns</sup> |
| Interação D* H             | 4  | 0,1950 <sup>ns</sup> | 0,4472 <sup>ns</sup> | 0,0635 <sup>ns</sup> | 0,0551 <sup>ns</sup> | 0,9589 <sup>ns</sup> | 0,9092 <sup>ns</sup> |

\* Significativo e ns não significativo pelo teste Tukey a 5%.

**Anexo 3** - Quadro da análise de variância da perda de massa (PM), firmeza da polpa, cor da casca, teor de licopeno, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ácido ascórbico (AA) em blocos casualizados no esquema de parcela sub-subdivida.

| CAUSAS DE VARIÇÃO          | GL | Pr > F               |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                            |    | PM                   | FIRMEZA              | COR                  | LICOPENO             | SS                   | AT                   | AA                   |
| Doses K <sub>2</sub> O (D) | 4  | 0,5038 <sup>ns</sup> | 0,4289 <sup>ns</sup> | 0,4262 <sup>ns</sup> | 0,1632 <sup>ns</sup> | 0,0074*              | <,0001*              | 0,163 <sup>ns</sup>  |
| Híbridos (H)               | 1  | 0,0246*              | <,0001*              | <,0001*              | 0,0002*              | <,0001*              | <,0001*              | 0,4103 <sup>ns</sup> |
| Interação D* H             | 4  | 0,3051 <sup>ns</sup> | 0,3708 <sup>ns</sup> | 0,3457 <sup>ns</sup> | 0,2697 <sup>ns</sup> | 0,1254 <sup>ns</sup> | 0,4845 <sup>ns</sup> | 0,3434 <sup>ns</sup> |
| Tempo (T)                  | 2  | <,0001*              | 0,0002*              | <,0001*              | <,0001*              | 0,2780 <sup>ns</sup> | 0,0002*              | <,0001*              |
| Interação D*T              | 8  | 0,6045 <sup>ns</sup> | 0,0005*              | 0,0371*              | 0,0062*              | 0,8721 <sup>ns</sup> | <,0001*              | 0,9913 <sup>ns</sup> |
| Interação H*T              | 2  | <,0001*              | <,0001*              | <,0001*              | <,0001*              | 0,2551 <sup>ns</sup> | <,0001*              | <,0001*              |

\* Significativo e ns não significativo pelo teste Tukey a 5%.

**Anexo 4** - Quadro da análise de variância da firmeza da polpa em blocos casualizados no esquema de parcela subdivida.

| CAUSAS DE VARIÇÃO          | GL | FIRMEZA              |
|----------------------------|----|----------------------|
| Doses K <sub>2</sub> O (D) | 4  | 0,2695 <sup>ns</sup> |
| Tempo (T)                  | 2  | <,0001*              |
| Interação D* T             | 8  | 0,0026*              |

\* Significativo e ns não significativo pelo teste Tukey a 5%.

**Anexo 5** - Perda de massa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média da perda de massa dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | PERDA DE MASSA (%) |    |        |    |         |    |
|--------------------------------------------|--------------------|----|--------|----|---------|----|
|                                            | 0 DIAS             |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| 0                                          | 0,00               | aC | 2,94   | aB | 6,01    | aA |
| 118                                        | 0,00               | aC | 2,67   | aB | 5,48    | aA |
| 236                                        | 0,00               | aC | 2,85   | aB | 5,76    | aA |
| 354                                        | 0,00               | aC | 3,04   | aB | 6,11    | aA |
| 472                                        | 0,00               | aC | 3,21   | aB | 6,4     | aA |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 6** - Perda de massa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média da perda de massa dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | PERDA DE MASSA (%) |    |         |    |
|--------------------------------------------|--------------------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO          |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 2,73               | aA | 3,24    | aA |
| 118                                        | 2,36               | aA | 3,07    | aA |
| 236                                        | 2,98               | aA | 2,76    | aA |
| 354                                        | 2,94               | aA | 3,17    | aA |
| 472                                        | 2,72               | aB | 3,69    | aA |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 7** - Perda de massa observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média considerando a média da perda de massa dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | PERDA DE MASSA (%) |    |        |    |         |    |
|-----------|--------------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS             |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 0                  | aC | 2,91   | aB | 5,32    | bA |
| TOTALLE   | 0                  | aC | 2,97   | aB | 6,58    | aA |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 8** - Firmeza da polpa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média da firmeza dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | FIRMEZA (N) |     |        |     |         |     |
|--------------------------------------------|-------------|-----|--------|-----|---------|-----|
|                                            | 0 DIAS      |     | 5 DIAS |     | 10 DIAS |     |
| 0                                          | 16,11       | ABa | 15,87  | aA  | 17,95   | aA  |
| 118                                        | 15,54       | bAB | 14,01  | aB  | 17,81   | aA  |
| 236                                        | 20,02       | aA  | 15,31  | aB  | 15,91   | abB |
| 354                                        | 20,05       | aA  | 16,15  | aB  | 16,19   | abB |
| 472                                        | 18,33       | abA | 15,70  | aAB | 12,90   | aB  |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 9** - Firmeza da polpa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média da firmeza dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | FIRMEZA (N) |    |         |    |
|--------------------------------------------|-------------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO   |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 18,86       | aA | 14,43   | aB |
| 118                                        | 19,35       | aA | 12,23   | aB |
| 236                                        | 20,01       | aA | 14,15   | aB |
| 354                                        | 21,93       | aA | 13,00   | aB |
| 472                                        | 18,64       | aA | 12,64   | aB |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 10** - Firmeza da polpa observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média considerando a média da firmeza dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | FIRMEZA (N) |    |        |    |         |    |
|-----------|-------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS      |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 27,09       | aA | 19,97  | aB | 12,21   | bC |
| TOTALLE   | 8,93        | bB | 10,85  | bB | 20,09   | aA |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 11** - Firmeza da polpa observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a firmeza dos frutos do híbrido Pizzadoro.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | FIRMEZA (N) |     |        |     |         |     |
|--------------------------------------------|-------------|-----|--------|-----|---------|-----|
|                                            | 0 DIAS      |     | 5 DIAS |     | 10 DIAS |     |
| 0                                          | 23,01       | bA  | 21,09  | aA  | 12,48   | abB |
| 118                                        | 23,50       | bA  | 18,30  | aAB | 16,24   | aB  |
| 236                                        | 33,40       | aA  | 18,42  | aB  | 8,21    | bC  |
| 354                                        | 30,13       | abA | 21,08  | aB  | 14,58   | abB |
| 472                                        | 25,41       | bA  | 20,96  | aA  | 9,55    | abB |

Cada média representa 8 frutos levando em consideração o híbrido Pizzadoro, com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 12** - Cor da casca observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média da cor da casca dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | COR (°HUE) |     |        |     |         |    |
|--------------------------------------------|------------|-----|--------|-----|---------|----|
|                                            | 0 DIAS     |     | 5 DIAS |     | 10 DIAS |    |
| 0                                          | 45,28      | aA  | 43,01  | aB  | 41,12   | aC |
| 118                                        | 42,53      | bA  | 42,70  | aA  | 41,33   | aA |
| 236                                        | 43,47      | abA | 42,32  | aAB | 41,59   | aB |
| 354                                        | 44,37      | abA | 42,64  | aB  | 41,31   | aB |
| 472                                        | 43,97      | abA | 42,81  | aA  | 40,98   | aB |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 13** - Cor da casca observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média da cor da casca dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | COR (°HUE) |    |         |    |
|--------------------------------------------|------------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO  |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 39,94      | aB | 46,33   | aA |
| 118                                        | 39,39      | aB | 44,97   | aA |
| 236                                        | 39,73      | aB | 45,19   | aA |
| 354                                        | 40,48      | aB | 45,07   | aA |
| 472                                        | 39,57      | aB | 45,61   | aA |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 14** - Cor da casca observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média considerando a média da cor da casca dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | COR (°HUE) |    |        |    |         |    |
|-----------|------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS     |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 41,43      | bA | 40,38  | bB | 37,65   | bC |
| TOTALLE   | 46,41      | aA | 45,01  | aB | 44,88   | aB |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 15** - Teor de licopeno observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | LICOPENO (µg/g) |     |        |    |         |     |
|--------------------------------------------|-----------------|-----|--------|----|---------|-----|
|                                            | 0 DIAS          |     | 5 DIAS |    | 10 DIAS |     |
| 0                                          | 28,13           | bB  | 40,46  | aA | 28,45   | aB  |
| 118                                        | 25,34           | bB  | 43,51  | aA | 30,93   | aB  |
| 236                                        | 31,24           | abB | 37,07  | aA | 33,48   | aAB |
| 354                                        | 30,15           | abB | 40,58  | aA | 29,36   | aB  |
| 472                                        | 35,37           | aB  | 42,40  | aA | 30,38   | aB  |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 16** - Teor de licopeno observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | LICOPENO (µg/g) |    |         |    |
|--------------------------------------------|-----------------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO       |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 34,77           | aA | 29,92   | aB |
| 118                                        | 34,21           | aA | 32,31   | aA |
| 236                                        | 34,92           | aA | 32,94   | aA |
| 354                                        | 37,11           | aA | 29,62   | aB |
| 472                                        | 38,66           | aA | 33,44   | aB |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 17** - Teor de licopeno observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | LICOPENO (µg/g) |    |        |    |         |    |
|-----------|-----------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS          |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 35,72           | aB | 45,82  | aA | 26,26   | bC |
| TOTALLE   | 24,37           | bB | 35,79  | aB | 34,78   | aA |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 18** - Teor de sólidos solúveis (SS) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | SS (°Brix) |    |        |    |         |    |
|--------------------------------------------|------------|----|--------|----|---------|----|
|                                            | 0 DIAS     |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| 0                                          | 4,12       | aA | 4,13   | aA | 4,06    | aA |
| 118                                        | 4,11       | aA | 4,22   | aA | 4,19    | aA |
| 236                                        | 4,25       | aA | 4,30   | aA | 4,23    | aA |
| 354                                        | 4,32       | aA | 4,31   | aA | 4,28    | aA |
| 472                                        | 4,19       | aA | 4,28   | aA | 4,28    | aA |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 19** - Teor de sólidos solúveis (SS) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | SS (°Brix) |    |         |     |
|--------------------------------------------|------------|----|---------|-----|
|                                            | PIZZADORO  |    | TOTALLE |     |
| 0                                          | 4,49       | aA | 3,72    | bB  |
| 118                                        | 4,56       | aA | 3,78    | bB  |
| 236                                        | 4,63       | aA | 3,90    | abB |
| 354                                        | 4,60       | aA | 4,00    | aB  |
| 472                                        | 4,68       | aA | 3,82    | abB |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 20** - Teor de sólidos solúveis (SS) observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | SS (°Brix) |    |        |    |         |    |
|-----------|------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS     |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 4,56       | aA | 4,6    | aA | 4,61    | aA |
| TOTALLE   | 3,84       | bA | 3,9    | bA | 3,8     | bA |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 21** - Teor de acidez titulável (AT) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | AT (Ácido cítrico/100g) |      |        |    |         |    |
|--------------------------------------------|-------------------------|------|--------|----|---------|----|
|                                            | 0 DIAS                  |      | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| 0                                          | 0,1768                  | cB   | 0,20   | aA | 0,1966  | bA |
| 118                                        | 0,2143                  | bA   | 0,22   | aA | 0,2107  | bA |
| 236                                        | 0,2256                  | abAB | 0,21   | aB | 0,2357  | aA |
| 354                                        | 0,2279                  | abAB | 0,21   | aB | 0,245   | aA |
| 472                                        | 0,2459                  | aA   | 0,22   | aB | 0,2543  | aA |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 22** - Teor de acidez titulável (AT) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | AT (Ácido cítrico/100g) |    |         |     |
|--------------------------------------------|-------------------------|----|---------|-----|
|                                            | PIZZADORO               |    | TOTALLE |     |
| 0                                          | 0,2337                  | bA | 0,15    | cB  |
| 118                                        | 0,263                   | aA | 0,1663  | bcB |
| 236                                        | 0,2644                  | aA | 0,1844  | abB |
| 354                                        | 0,2699                  | aA | 0,1883  | abB |
| 472                                        | 0,2878                  | aA | 0,1925  | aB  |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 23** - Teor de acidez titulável (AT) observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | AT (Ácido cítrico/100g) |    |        |    |         |    |
|-----------|-------------------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS                  |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 0,2727                  | aA | 0,2383 | aB | 0,2803  | aA |
| TOTALLE   | 0,1635                  | bC | 0,1888 | bA | 0,1767  | bB |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 24** - Teor de ácido ascórbico (AA) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos dos híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados.

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | AA (mg /100mL) |    |        |    |         |    |
|--------------------------------------------|----------------|----|--------|----|---------|----|
|                                            | 0 DIAS         |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| 0                                          | 18,45          | aB | 18,30  | aB | 23,47   | aA |
| 118                                        | 19,63          | aB | 18,64  | aB | 24,40   | aA |
| 236                                        | 19,77          | aB | 18,87  | aB | 23,98   | aA |
| 354                                        | 19,10          | aB | 18,17  | aB | 23,69   | aA |
| 472                                        | 20,78          | aB | 19,29  | aB | 26,26   | aA |

Cada média representa 16 frutos levando em consideração os 2 híbridos avaliados, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 25** - Teor de ácido ascórbico (AA) observando a interação entre as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) aplicadas e os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados, considerando a média dos teores dos frutos ao longo de todo o período de armazenamento (0, 5 e 10 dias).

| K <sub>2</sub> O<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | AA (mg /100mL) |    |         |    |
|--------------------------------------------|----------------|----|---------|----|
|                                            | PIZZADORO      |    | TOTALLE |    |
| 0                                          | 20,61          | aA | 19,53   | aA |
| 118                                        | 20,15          | aA | 21,63   | aA |
| 236                                        | 21,58          | aA | 20,16   | aA |
| 354                                        | 20,96          | aA | 19,68   | aA |
| 472                                        | 22,03          | aA | 22,19   | aA |

Cada média representa 24 frutos levando em consideração os 3 tempos de avaliação, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).

**Anexo 26** - Teor de ácido ascórbico (AA) observando a interação entre os híbridos (Pizzadoro e Totalle) avaliados e o tempo de armazenagem (0, 5 e 10 dias), considerando a média dos teores dos frutos adubados com todas as doses (0, 118, 236, 354 e 472 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

| HÍBRIDO   | AA (mg /100mL) |    |        |    |         |    |
|-----------|----------------|----|--------|----|---------|----|
|           | 0 DIAS         |    | 5 DIAS |    | 10 DIAS |    |
| PIZZADORO | 21,98          | aA | 17,66  | bB | 23,56   | aA |
| TOTALLE   | 17,11          | bC | 19,65  | aB | 25,16   | aA |

Cada média representa 40 frutos levando em consideração as 5 doses de K<sub>2</sub>O aplicadas, cada qual com 4 repetições compostas por 2 frutos. Letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (P < 0,05).