



Artigo

## Óleos essenciais na qualidade e no controle de podridões pós-colheita em tomate

Roberta Flávia Cipriano Machado<sup>1,\*</sup>, Ednaldo Antônio de Andrade<sup>1</sup>, Carmen Wobeto<sup>1</sup> e Solange Maria Bonaldo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

\* Autor Correspondente: sbonaldo@ufmt.br

Recebido: 03/02/2016; Aceito: 20/06/2017

**Resumo:** A resistência dos patógenos aos fungicidas torna crescente a busca por métodos alternativos de controle que apresentem baixo impacto socioeconômico e ambiental. Além disso, como no Brasil a produção destina-se principalmente ao consumo “in natura”, os aspectos externos e a sua qualidade tornam-se critérios importantes na decisão de compra. Foi avaliado o efeito de óleos essenciais no controle de patógenos pós-colheita e em parâmetros físico-químicos de frutos do tomateiro. Os tratamentos empregados foram fungicida Boscalida (testemunha positiva); óleos essenciais de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), Cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*), Copaíba (*Copaifera* sp.) a 1% e Água destilada (testemunha negativa), via pulverização dos frutos, que foram mantidos em sala climatizada com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12h. As variáveis analisadas foram a redução de massa, cor, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e a incidência de patógenos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quarenta e oito parcelas, totalizando 192 frutos. As análises físico-químicas após a incubação foram realizadas ao 5º e 10º dias de armazenamento. As avaliações de incidência de patógenos e maturação foram realizadas diariamente. Os óleos de copaíba e de alecrim interferiram positivamente nos parâmetros físico-químicos dos frutos, promovendo aumento da vida útil dos frutos. Enquanto que, o fungicida Boscalida ocasionou aumento significativo nos teores de ATT, indicando inibição da respiração celular e indução da fermentação. Os tratamentos não apresentaram eficiência no controle de podridões pós-colheita, porém notou-se comportamento potencial do óleo de copaíba, para o qual recomenda-se a realização de estudos futuros a fim de determinar a dose mínima para comprovação efetiva de sua ação.

**Palavras-chave:** parâmetros físico-químicos, *Solanum lycopersicum*, fitopatógenos, controle alternativo.

### Essential oils in quality and decay control postharvest in tomato

**Abstract:** Resistance of pathogens to fungicides increases the search for alternative control methods that have low socioeconomic and environmental impact. In addition, because in Brazil the production is mainly intended for "in natura" consumption, the external aspects and their quality become important criteria in the purchasing decision. The effect of essential oils on the control of post-harvest pathogens and on physicochemical parameters of tomato fruits was evaluated. The treatments used were: Boscalida fungicide (positive control); Essential oils of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*), Clove (*Caryophyllus aromaticus*), Copaiba (*Copaifera* sp.) 1% and Distilled water (negative control) via fruit spraying, which were kept in an air conditioned room with temperature of 25°C and photoperiod of 12h. The variables analyzed were the reduction of mass, color, hydrogen ionic potential (pH), total soluble solids (TSS), total titratable acidity (ATT), total soluble solids ratio and total titratable acidity (TSS / ATT) and pathogen incidence. A completely randomized design was used, with forty-eight plots, totaling 192 fruits. The physical-chemical analyzes after the incubation were performed at the 5th and 10th days of storage. Pathogen incidence and maturation evaluations were performed daily. The copaiba and rosemary oils interfered positively in the physical-chemical parameters of the fruits, promoting an increase in the useful life of the fruits. While the fungicide Boscalida caused a significant increase in ATT levels, indicating inhibition of cellular respiration and induction of fermentation. The treatments were not efficient in the control of postharvest rot, but it was observed a potential behavior of copaiba oil, for

which it is recommended to carry out future studies in order to determine the minimum dose for effective evidence of its action.

**Key-words:** physical-chemical parameters, *Solanum lycopersicum*, phytopathogens, alternative control.

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) pertence à família Solanaceae, assim como a berinjela, a batata e o pimentão. O tomate é uma hortaliça muito difundida e cultivada no Brasil e no mundo. Sua origem é muito discutida, mas acredita-se que seja da zona andina da América do Sul, embora tenha sido domesticada no México e introduzido na Europa por volta de 1544 (RICK & BUTLER, 1996; FILGUEIRA, 2008).

O cultivo de tomateiro apresenta ciclo relativamente curto, em média de 75 a 80 dias inicia-se a colheita, com possibilidades de alto rendimento, proporcionando ótimas perspectivas econômicas. A produção do Brasil em 2014 foi estimada em quatro milhões de toneladas de frutos de tomateiro, apresentando-se como o nono maior produtor no ranking mundial (AGRIANUAL, 2015).

De acordo com Carvalho & Pagliuca (2007), nos últimos anos, a produção mundial de tomate duplicou devido ao crescimento de seu consumo. Esse crescimento é decorrente de seu elevado valor nutricional. Entre as propriedades funcionais destacadas no fruto do tomate encontram-se flavonoides, fitoalexinas, pigmentos como carotenoides e antocianinas. Apresenta ainda em sua composição baixos teores de gorduras e calorias (0,2 g de gordura em 100 g de tomate e 15 calorias), possui uma boa fonte de fibras (1,5 g), vitaminas (A e C), minerais (fósforo, potássio, cálcio, sódio e ferro), e é rico em  $\beta$ -caroteno, licopeno (30 mg de licopeno/kg) e outros antioxidantes (MANGELS et al., 1993).

A agricultura tem aumentado exponencialmente a sua potencialidade de produção, o que resulta um aumento significativo de uso de agroquímicos para o controle de pragas e doenças. O controle químico convencional defronta com o surgimento de patógenos resistentes às moléculas químicas utilizadas (PASCHOLATI, 1998). Sobretudo, a resistência dos patógenos aos fungicidas tem conferido certa ineficiência no controle, incentivando a crescente busca por métodos alternativos de controle, de baixo impacto socioeconômico e ambiental.

As perdas pós-colheita em produtos hortifrutícolas decorrem de inúmeros fatores, tais como: perdas fisiológicas, microbiológicas, físicas e mecânicas. Sendo, as perdas causadas por microrganismos patogênicos uma das causas mais importantes nesta fase, podendo ser quantitativas, quando se tem grande parte dos tecidos deteriorados, ou qualitativas, onde as perdas são pequenas, porém, o aspecto visual do produto fica bastante comprometido, tornando-o não comercial ou reduzindo o seu valor econômico (GOMES, 1996; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O uso de extratos brutos aquosos e óleos essenciais de diversas plantas têm sido utilizado e difundido por apresentarem potencial elevado no controle de fitopatógenos, por sua ação fungicida que pode garantir a inibição do crescimento micelial e germinação de esporos (RODRIGUES et al., 2006; CARVALHO et al., 2008).

Neste contexto, torna-se um desafio encontrar medidas alternativas que sejam viáveis tanto no aspecto econômico quanto ambiental. Portanto, este trabalho objetivou avaliar a eficiência de óleos essenciais no controle de podridões pós-colheita e possíveis efeitos sobre os parâmetros físico-químicos em tomate.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Tecnologia de Alimentos e Fitopatologia/Microbiologia, da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop.

### 2.1 Material vegetal e condução do experimento

Os frutos de tomateiro da cultivar Pizzadoro, grupo Italiano, foram obtidos de produtor local e encaminhados ao laboratório de Fitopatologia/Microbiologia – UFMT/Campus Sinop, para sanitização em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 1000 ppm, por 10 minutos.

Em seguida os frutos foram secos com auxílio de papel toalha. Posteriormente foi realizada a avaliação física de massa fresca (g) dos frutos de cada tratamento. Após, os frutos foram colocados em bandejas de isopor devidamente identificados numericamente.

Foram utilizados frutos de tomateiro da cultivar Pizzadoro do grupo Italiano, que após terem sido sanitizados, pesados e identificados, foram submetidos à pulverização com os tratamentos descritos na Tabela 1,

com Tween 80; que é um surfactante não iônico e emulsionante derivado do sorbitol o qual é obtido de diversos tipos de frutas, utilizado como agente dispersante para misturar água e solubilizar fragrâncias e óleos essenciais (GENNARO, 1995).

Os frutos tratados foram acondicionados em bandejas de isopor sem o isolamento destes por plástico filme e permaneceram em fotoperíodo de 12h, com monitoramento da temperatura ( $25 \pm 2$  °C) e da umidade relativa ( $85 \pm 5\%$ U.R.), por um período de 14 dias.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados no controle de podridões pós-colheita via pulverização em tomates cultivar Pizzadoro

Tratamentos	
Test. <sup>1</sup>	Água destilada + Tween a 1%
T1	Óleo essencial de Canela ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> ) + Tween a 1%
T2	Óleo essencial de Cravo-da-índia ( <i>Syzygium aromaticum</i> ) + Tween a 1%;
T3	Óleo essencial de Copaíba ( <i>Copaifera</i> sp.) + Tween a 1%
T4	Óleo essencial de Alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) + Tween a 1%
Test. <sup>2</sup>	Fungicida sistêmico Cantus® (Boscalida) - 2-Chloro-N-(4'-chlorobiphenyl-2- nicotinamide) 0,075 g/L + Tween 1%

<sup>1</sup>Testemunha negativa; <sup>2</sup>Testemunha positiva.

As avaliações foram realizadas diariamente no laboratório de Fitopatologia/Microbiologia, considerando as seguintes variáveis:

**Incidência de patógenos:** onde foi calculada a porcentagem de frutos com sintomas e sinais (AMORIM, 1995), a partir do número de frutos infectados pelos patógenos em cada tratamento, pela fórmula:

$$\% \text{ Incidência} = (\text{N}^\circ \text{ de frutos infectados} / \text{N}^\circ \text{ total de frutos}) \times 100$$

Após o término da coleta dos dados de incidência foi construída a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando a equação proposta por Campbell & Madden (1990):

$$\sum_{i=1}^{n-1} [(X_i + X_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$$

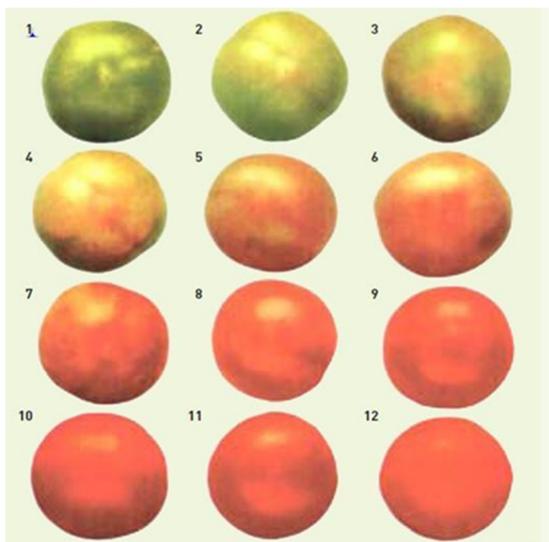
Onde:

N= é o número de avaliações;

X<sub>i</sub> e X<sub>i+1</sub>= são os valores de incidência observados em duas avaliações consecutivas; e

t<sub>(i+1)</sub>-t<sub>i</sub>, o intervalo entre duas avaliações.

**Maduração:** foi utilizada a escala diagramática proposta por Abreu & Fernandes (2001), conforme Figura 1.



**Figura 1.** Escala de cor para a classificação de frutos do tomateiro (ABREU & FERNANDES, 2001).

Para as variáveis listadas a seguir, as análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, no dia da colheita dos frutos, no quinto e no décimo dia após a pulverização dos tratamentos.

**a) Coloração:** os parâmetros da cor foram determinados utilizando-se um colorímetro Minolta CR-400, realizando-se duas leituras na região equatorial em fases opostas. Realizadas as leituras, obtemos os valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Sendo:  $L^*$  representação de luminosidade,  $a^*$  define a transição de cor verde ( $-a^*$ ) para a cor vermelha ( $+a^*$ ) e  $b^*$  representando a transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ) (SEVERO et al., 2011).

**b) Sólidos solúveis totais (SST):** o teor de sólidos solúveis foi determinado através da leitura em um refratômetro portátil em bancada, utilizando-se 1 g do suco, apresentando o resultado em graus Brix ( $^{\circ}$ Brix).

**c) Potencial hidrogeniônico (pH):** o pH foi determinado através do método potenciométrico, calibrando-se o peagâmetro modelo MPA-210 com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com as instruções do manual do fabricante.

**d) Acidez total titulável (ATT):** a Acidez Total Titulável (ATT) foi determinada através da titulação com NaOH (0,1N) até atingir o ponto de virada. O resultado obtido foi expresso em mg de ácido cítrico/100 mL de suco (mg/100 g).

**e) Relação SST/ATT:** foi obtida a partir dos resultados de SST e ATT.

## 2.2 Análise Estatística

Para as análises físico-químicas utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), empregando-se esquema fatorial 6x2 (seis tratamentos por dois períodos de avaliações em função do armazenamento), sendo realizadas no quinto e décimo dia. O ensaio foi realizado em oito repetições, tendo quatro frutos como unidade experimental, totalizando 192 frutos.

Os resultados das análises físico-químicas e das avaliações de maturação e incidência de patógenos foram submetidos à análise de variância e as médias de cada variável, comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Além disso, para as análises físico-químicas foram comparadas por contrate a interação dos tratamentos com os frutos testemunha, avaliados logo após a coleta, ou seja, no dia zero. O programa ASSISTAT foi utilizado para as análises estatísticas (SILVA & AZEVEDO, 2002).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Componentes físico-químicos

Na Tabela 2 são descritos os contrastes não ortogonais comparando-se os Tratamentos x dias vs frutos controle (dia zero). Verificam-se que os parâmetros sólidos solúveis totais (SST), relação sólidos solúveis e acidez total titulável (SST/ATT) e os atributos de cor ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ) dos frutos apresentaram diferenças significativas logo após a colheita (dia zero) e após submetidos aos tratamentos com pulverização de óleos essenciais ao longo do tempo de armazenagem. O aumento nos teores de SST do dia zero para o quinto dia ocorreu devido às reações de amadurecimento que provocam a hidrólise do amido aumentando os níveis de açúcares simples, assim como as alterações de cor em função da decomposição da clorofila destacando a cor dos outros pigmentos, como licopeno e  $\beta$ -caroteno (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os teores médios de ATT, SST, pH e SST/ATT dos tomates cultivar Pizzadoro no ponto de colheita foram 0,49%, 3,9 °Brix, 4,49 e 7,77, respectivamente. Para que não haja a proliferação de microrganismos é necessário que o pH seja inferior a 4,5, deste modo, o teor médio de pH encontrado demonstrou similaridade com os autores mencionados. Quanto maior o teor de SST (°Brix) maior será o rendimento a nível industrial, no entanto, as matérias-primas recebidas pelas indústrias no Brasil têm apresentado teores bastante baixos (4,5 °Brix) (CAVASSA et al., 2004; MONTEIRO et al., 2008).

Ainda de acordo com o balanço entre acidez e açúcar, do ponto de vista sensorial, definem o sabor característico do tomate. A partir dos teores de sólidos solúveis totais (SST) e de acidez titulável total (ATT) pode-se estabelecer para as frutas a relação SST/ATT (°Brix/%), na qual elevado valor na relação indica uma ótima combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave (CAVASSA et al., 2004; MONTEIRO et al., 2008).

Os frutos avaliados no dia zero exibiram valores para a relação SST/ATT abaixo de 10, sendo considerados impróprios para o consumo in natura no ponto de colheita em que foram analisados. O que atesta que os frutos estavam ainda no estágio verde maduro, ou seja, verde para maduro (FERREIRA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010).

**Tabela 2.** Contrastes não ortogonais e suas estimativas para sólidos solúveis (SST), Acidez total titulável (ATT), o Potencial Hidrogeniônico (pH), relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT) e os parâmetros da cor L, a, b de tomates Pizzadoro

Contraste de interesse (QM)		
Parâmetros	Tratamentos x dias vs frutos controle (dia zero)	CV %
SST	1,67*	11,65
ATT	0,02 <sup>ns</sup>	20,20
SST/ATT	26,04*	24,33
pH	0,34**	3,90
L	159,43**	4,94
a	1630,05**	11,91
b	1100,29**	14,27

<sup>ns</sup>, \*\*, \* Não significativo, significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Na Tabela 3 são descritos os teores médios de SST, ATT e relação SST/ATT nos tomates Pizzadoro analisados no quinto e décimo dia após terem sido submetidos aos tratamentos de controle de podridões pós-colheita, através de pulverização de óleos essenciais. Em relação aos níveis de SST os tratamentos T1-Canela, T2-Cravo, T3-Copaíba e T5-Cantus® não apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento T4, tendo somente a testemunha apresentado diferença significativa no quinto e décimo dia de armazenamento.

Shirahige et al. (2010) analisando frutos de tomate do segmento Santa Cruz e Italiano, encontraram valores entre 3,8 e 5,0 °Brix, deste modo, os valores encontrados neste estudo foram semelhantes. Em função do período de armazenamento, apenas a testemunha diferiu significativamente, havendo um decréscimo do teor de SST do quinto para o décimo dia de avaliação, decorrente da degradação pelo processo de respiração celular. Enquanto que, nos tratamentos T3-Copaíba e T4-Alecrim observou-se acréscimo do teor de SST dos frutos ao longo do armazenamento, porém este comportamento não foi significativo. O aumento do teor de SST ocorre devido a hidrólise do amido nas reações de amadurecimento. Estes resultados diferentes, comparando-se a testemunha com os tratamentos, demonstram que a pulverização com óleos essenciais em pós-colheita aumenta a vida útil do produto.

Os teores de ATT nos frutos demonstraram que os tratamentos não diferiram entre si no quinto dia, havendo variação significativa do tratamento T5-Cantus® em relação aos demais, somente no décimo dia de armazenagem. É possível que o aumento dos níveis de ATT no T5 seja decorrente do efeito do fungicida que atua inibindo a respiração celular nas mitocôndrias, provocando a fermentação (AGROFIT, 2009).

Os teores de ATT foram superiores aos relatados (0,38% a 0,41%) por Carvalho & Tessarioli Neto (2005), possivelmente devido às diferenças genéticas entre os cultivares ou ainda devido as diferentes condições edafoclimáticas.

A testemunha e os tratamentos T1-Canela, T2-Cravo, T3-Copaíba e T4-Alecrim apresentaram comportamento semelhante no decorrer do período de armazenamento, ou seja, os teores de ATT sofreram decréscimo do quinto ao décimo dia, contudo somente para os dois primeiros estas diferenças foram significativas. A redução do teor de ácidos orgânicos ocorre devido a sua utilização como substratos em processos

de respiração e maturação (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Por outro lado, o tratamento T5-Cantus® diferiu significativamente, porém houve acréscimo do teor de ATT.

**Tabela 3.** Teores médios de Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT) e SST/ATT de tomate, cultivar Pizzadoro, submetidos aos tratamentos de controle de patógenos pós-colheita, após o quinto e décimo dia de armazenamento

Tratamentos	SST (°Brix)		ATT (g/100g)		SST/ATT	
	5º dia	10º dia	5º dia	10º dia	5º dia	10º dia
Testemunha	4,71 aA*	3,96 aB	0,55 aA	0,39 bB	8,70 aA	10,25 bA
T1 Canela	4,36 aA	4,01 aA	0,57 aA	0,40 bB	7,81 aB	10,35 bA
T2 Cravo	4,39 aA	4,10 aA	0,49 aA	0,43 bA	9,16 aA	10,36 bA
T3 Copaíba	4,11 aA	4,52 aA	0,50 aA	0,40 bA	8,49 aB	12,54 aA
T4 Alecrim	3,99 aA	4,26 aA	0,49 aA	0,46 bA	8,40 aA	9,40 bA
T5 Cantus®	4,34 aA	4,09 aA	0,55 aB	0,80 aA	8,01 aA	5,17 cB

\*Em cada parâmetro avaliado, valores com letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais nas linhas, não diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Para a relação SST/ATT (Tabela 3) observam-se variações de 7,81 a 9,16 entre os tratamentos, no quinto dia de armazenamento e de 5,17 a 12,54, no décimo dia. Embora os valores obtidos ao quinto dia estejam abaixo do valor ideal de relação SST/ATT de 10, os valores foram bem próximos do desejado (KADER et al., 1978; ZAMBRANO et al., 1995). Para o décimo dia, encontraram-se melhores resultados, ou seja, estiveram próximos ou ultrapassando o valor considerado ideal, exceto os frutos submetidos ao tratamento T5 que apresentaram uma relação SST/ATT muito baixa devido ao aumento do teor de ATT, logo possivelmente este tratamento inibiu a respiração celular dos frutos e induziu a fermentação (AGROFIT, 2009).

Na Tabela 4 são descritos os teores de pH e massa fresca dos frutos no em quinto e décimo dia após a pulverização com os óleos essenciais.

**Tabela 4.** Teores médios de pH e massa fresca (g) de tomate, cultivar Pizzadoro, submetidos aos tratamentos de controle de patógenos pós-colheita, após o quinto e décimo dia de armazenamento

Tratamentos	pH		Massa fresca (g)	
	5º dia	10º dia	5º dia	10º dia
Testemunha	4,57aA*	4,78aB	110,58 bB	104,28 aA
T1 Canela	4,65aA	4,87abB	121,94 fB	108,97 bA
T2 Cravo	4,46aA	4,85aB	113,19 dA	115,59 fB
T3 Copaíba	4,66aA	4,83aB	111,90 cA	115,58 eB
T4 Alecrim	4,57aA	5,13bB	116,93 eB	111,93 dA
T5 Cantus®	4,49aA	4,77aB	109,09 aA	111,54 cB

\*Em cada parâmetro avaliado, valores com letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais nas linhas, não diferem pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Os níveis de pH obtidos demonstraram que os tratamentos não diferiram entre si no quinto e décimo dia de avaliação, porém ao décimo dia de armazenamento todos os tratamentos apresentaram diferença significativa, sendo que apresentaram acréscimo nos valores de pH do quinto para o décimo dia de avaliação.

Verificam-se valores de potencial hidrogeniônico (pH) deste estudo entre 4,46 e 5,13, portanto, superiores a faixa de variação de 4,07 a 4,23 reportados na literatura científica. Estas oscilações ocorreram possivelmente devido as características genéticas dos diferentes cultivares avaliados (CARVALHO & TESSARIOLI NETO, 2005; SHIRAHIGE et al., 2010).

Quanto a massa fresca dos frutos (Tabela 4) os tratamentos diferiram entre si para os dois dias avaliados, devido à distinção das características de cada fruto especificamente. A testemunha e os tratamentos T1 e T4 apresentaram diferenças significativas durante o armazenamento do quinto dia para o décimo, havendo uma

redução da massa, fator este que é decorrente do processo de maturação dos frutos. Entretanto, os tratamentos T2 e T3 também diferiram significativamente no decorrer da armazenagem, porém houve manutenção da massa dos frutos, que apresenta indícios de aumento na vida útil do produto.

Os valores médios obtidos demonstram semelhança aos relatados em outros estudos, com variações de 80 a 200 g (DA GRAÇA, 2003; MONTEIRO et al., 2008). Além disso, segundo Monteiro et al. (2008) os tomates deste segmento raramente ultrapassam 140 g, sendo um bom tamanho utilizado para a indústria.

Na Tabela 5 são descritos os parâmetros que avaliam a cor dos frutos no quinto e décimo dia após a pulverização dos óleos essenciais, tratamento testemunha (sem aplicação) e tratamento com fungicida comercial (T5 Cantus®) Para os valores de L\* não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados no quinto dia de armazenagem. Ao décimo dia houve acréscimo dos valores, exceto pelo tratamento T5, que permaneceu semelhante ao quinto dia. A testemunha e os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram diferenças não significativas, diferentemente do tratamento T1 que diferiu significativamente dos demais. Em relação ao período de armazenagem, a testemunha e os tratamentos T1 e T4 diferiram significativamente. Os resultados obtidos portaram-se semelhantes aos encontrados no primeiro dia em que foram avaliados e aos resultados encontrados que variaram de 46,38 a 64,08 (BINOTI et al., 2013).

**Tabela 5.** Valores médios de L\* (luminosidade), a\* (transição da cor verde para vermelha), b\* (transição da cor azul para amarela), de frutos cultivar Pizzadoro, no quinto e décimo dia após a pulverização dos óleos essenciais

Tratamentos	L		a		b	
	5º dia	10º dia	5º dia	10º dia	5º dia	10º dia
Testemunha	43,43 aB*	45,94 aA	22,01 aA	19,21 aB	22,09 aA	12,86 aB
T1 Canela	44,49 aB	47,26 aA	20,91 aA	17,37 aB	22,02 aA	13,53 aB
T2 Cravo	44,21 aA	46,28 aA	20,23 aA	16,78 aB	20,41 aA	12,68 aB
T3 Copaíba	43,89 aA	45,32 aA	20,13 aA	19,95 aA	19,36 aA	13,94 aB
T4 Alecrim	43,71 aB	46,33 aA	19,99 aA	20,05 aA	19,21 aA	13,10 aB
T5 Cantus®	43,66 aA	43,87 aA	20,81 aA	20,01 aA	20,17 aA	15,76 aB

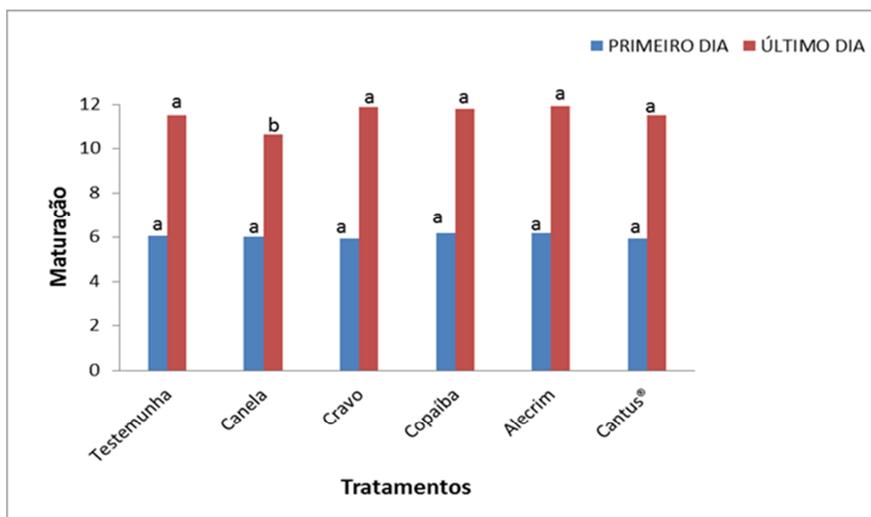
\*Em cada parâmetro avaliado, valores com letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais nas linhas, não diferem pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Enquanto que, para o componente de cor a\* os valores obtidos variaram de 19,99 a 22,01 para o quinto dia e para o décimo 16,78 a 20,05. Conforme Borelli (2012) valores entre -8,59 a -11,51 foram encontrados, essa variação é devido à utilização de cultivares diferentes e pontos de maturação diferentes. Os tratamentos não diferiram entre si tanto para o quinto, quanto para o décimo dia de armazenagem. A testemunha e os tratamentos T1 e T2 apresentaram diferença significativa em função do período de armazenagem dos frutos, os quais apresentaram decréscimos nos valores de a\*. Os demais tratamentos não diferiram entre si.

A componente de cor b\* apresentou no quinto dia valores que variaram entre 19,21 a 22,09 enquanto para o décimo dia variaram entre 12,68 a 15,76, dentro dos valores esperados de acordo com McGuire (1992) podendo variar de -60 a +60. Os tratamentos não diferiram entre si tanto para o quinto, quanto para o décimo dia de armazenagem. Todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas do quinto para o décimo dia de armazenagem, devido ao decréscimo nos valores da componente de cor b\*.

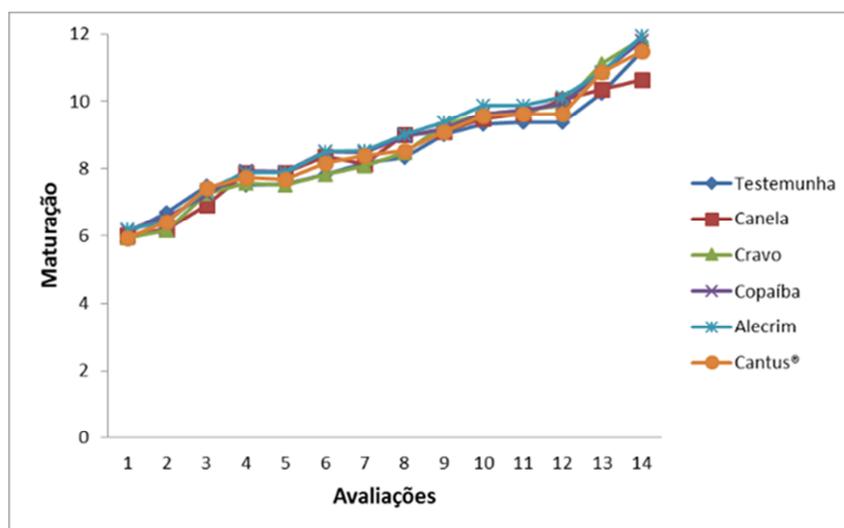
### 3.2 Conservação Pós-Colheita

Não houve diferença estatística entre o grau de maturação dos frutos no primeiro dia de avaliação (Figura 1). No entanto, na avaliação realizada no último dia do experimento, o tratamento com óleo essencial de canela apresentou diferença significativa quando comparado com os demais, tendo seu grau de maturação de 10,64, um pouco abaixo dos demais que apresentaram 11,50 a 11,94. Esse resultado é positivo, afirmando-se que o tratamento a base de óleo essencial de canela é eficiente para que se tenha um aumento no tempo de prateleira, o que permite ao produtor e ao consumidor melhor aproveitamento do produto.



**Figura 2.** Maturação dos frutos de tomate segundo escala de Abreu & Fernandes (2001), do dia zero ao décimo quarto dia de avaliação, após pulverização com óleos essenciais de Alecrim, Canela, Cravo, Copaíba e fungicida Cantus®, incubados em fotoperíodo de 12h e 25 °C. As letras iguais para cada dia de avaliação significa que os tratamentos não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante ao longo do tempo avaliado (Figura 3), porém, o tratamento com óleo essencial de canela ao final do experimento obteve um resultado de 10,64, inferior aos demais tratamentos, diferindo-o em relação à conservação de maturação ao longo das 14 avaliações realizadas, conferindo controle de maturação; no entanto, deve ser melhor estudado para que se conheça qual a melhor dose e tempo de aplicação do tratamento.

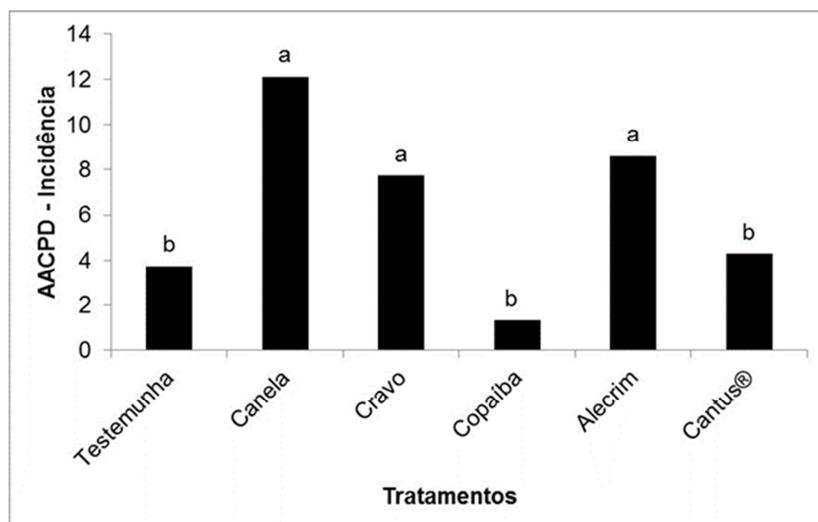


**Figura 3.** Maturação dos frutos de tomate segundo escala de Abreu & Fernandes (2001), do dia zero ao décimo quarto dia de avaliação, após pulverização com óleos essenciais de Alecrim, Canela, Cravo, Copaíba e fungicida Cantus® e, incubados em fotoperíodo de 12h, a 25 °C.

### 3.3 Área abaixo da curva de progresso da incidência de podridão em frutos

Os tratamentos utilizados foram ineficientes no controle da podridão em frutos pós-colheita ao serem comparados com a testemunha (Figura 4). Porém, estatisticamente a testemunha, o óleo essencial de copaíba e o fungicida Cantus® diferiram significativamente dos demais tratamentos, que apresentaram maior incidência de podridão em frutos. Embora o óleo de copaíba não tenha controlado a incidência de patógenos efetivamente, observou-se que esse óleo apresenta certo potencial, pois obteve melhores resultados quando comparado ao fungicida Cantus®, sendo assim, deve ser mais bem estudado de forma a determinar o tempo e a concentração adequada de aplicação do óleo essencial no fruto. Assim, recomenda-se que sejam realizadas avaliações no tempo

com pelo menos três avaliações a fim de se comprovar os efeitos do óleo de copaíba tanto na redução dos processos de maturação quanto para o efeito de controle de incidência de podridão.



**Figura 4.** Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPD) de podridão em frutos de tomate da cultivar Pizzadoro (Italiano), tratados por pulverização com óleo essenciais de plantas medicinais de Alecrim, Canela, Cravo, Copaíba e fungicida Cantus®. As letras iguais significam que os tratamentos não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Estudos relatam que grande parte dos óleos essenciais de plantas medicinais apresentam propriedades antifúngicas. No entanto, essas propriedades podem sofrer interferência de fatores inerentes às plantas, como órgão utilizado, idade, estágio vegetativo, e época de colheita. Fatores do ambiente, como o pH do solo, bem como, a estação do ano e temperatura. A eficiência do produto também dependerá da espécie envolvida, do tipo de patógeno a ser controlado e dos processos de obtenção e manipulação do extrato (HERNÁNDEZ, 1996; SILVA, 2005).

Os fungos fitopatogênicos mais frequentemente encontrados em tomate pós-colheita são: *Alternaria*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Cladosporium* e *Colletotrichum* (MAHOVIC et al., 2004). Destes, foram observados os gêneros *Fusarium*, *Cladosporium* e *Colletotrichum*.

#### 4. CONCLUSÕES

Os tratamentos a base de óleos essenciais de copaíba e alecrim interferiram positivamente nos parâmetros físico-químicos dos frutos, podendo ter efeito na vida útil dos frutos. Os óleos essenciais demonstraram efeitos na redução da taxa de respiração dos frutos, contudo a comprovação necessita da mensuração das doses utilizadas. Os tratamentos com óleos essenciais não foram eficientes no controle de fungos pós-colheita, via pulverização dos frutos. No entanto, nota-se potencial fitossanitário do óleo de copaíba, necessitando de estudos de doses mínimas e tempo de aplicação, a fim de comprovar sua capacidade no controle de podridões pós-colheita.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.J.; FERNANDES, T. **Manual de Boas Práticas**, Tomate. Porto: ESB/UCP para Agência de Inovação, Programa Praxis XXI, 2001. Disponível em: <http://www2.esb.ucp.pt/twt/disqual>. Acesso em 13 março de 2013.
- AGRIANUAL. AGRIANUAL 2015: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2015.472 p.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em março de 2013.
- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, p. 647–671.

- BINOTI, R. M.; DALUTO, E. R.; LOPES, R. V.; MAGALHÃES, C. N.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; DE CARVALHO, L. R. Radiação (UV-C) na conservação de tomate ‘Pizzadoro’ orgânico colhido em dois estádios de maturação. **Rev. Iber. Tecnología Postcosecha**, v.14, n. 2, p. 204-216, 2013.
- BORELLI, R. P. Caracterização físico-química em pós-colheita de diferentes cultivares de tomateiros. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, 2012.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, cap.6, p.107-128, 1990.
- CARVALHO, J.B.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F; BONALDO, S.M.; CRUZ, M.E.S.; CARLOS, M.M.; STANGARLIN, J.R. Fungitoxicidade de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* a *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, p.88-93, 2008.
- CARVALHO, L.A; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 986-989, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000400025>.
- CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, 2007, v.58, p.6-14. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/full.pdf>. Acesso em 13 de janeiro de 2016.
- CAVASSA, A.L.C.; FERREIRA, M.D.; TAVARES, M.; VIGATTO, R. Conservação Pós-colheita de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. “Kátia”, utilizando coberturas comestíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., São Paulo. Anais... São Paulo, 2004. p.1-4, 2004.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. amp. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783p.
- DA GRAÇA, A.J.P. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) prospectadas para dupla finalidade (Dissertação de Mestrado). Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuária, Universidade Federal do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, p. 3-8, 2013.
- FERREIRA, S.M.R.; QUADROS, D.A. de; KARKLE, E.N.L.; LIMA, J.J. De; TULLIO, L.T.; FREITAS, F.J.S. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.858-864, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000400004>.
- FILGUEIRA; F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3a Ed. rev. e ampli. - Viçosa. MG. Ed UFV, 2008. 421p.
- GENNARO, A.R. **Remington: The Science and Practice of Pharmacy – Nineteenth Edition** - Mack Publishing Company – Pennsylvania, v. II, p. 1404, 1995.
- GESTER, H.Y. The potential role of lycopene for human health. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 16, p.109-126, 1997.
- GOMES, A.M.A.; SILVEIRA, E.B.; MARIANO, R.L.L. Tratamento pós-colheita com cálcio e microrganismos para controle de podridão mole em tomate. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.108-111, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100023>.
- GOMES, M.S.O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 1996. 130p.
- HERNÁNDEZ, C.R. **Control alternativo de insectos plaga**. México: Colegio de Postgraduados y Fundacion Mexicana para la Educacion Ambiental A.C. Tepetzotlan, 1996.
- KADER, A.A. Effects of postharvest handling procedures on tomato quality. **Acta Horticulturae**, v.190, p.209-221, 1986. DOI: 10.17660/ActaHortic.1986.190.21.
- MAHOVIC, S.; MANDIC, L.; AGIC, D.; GOJO, M. A Contribution to the AM and FM Screening in the Graphic Reproduction Process. **Annals of Daaam for 2004**. & Proceedings of 15th International DAAAM Symposium, p.265-266, 2004.

- MANGELS, A.R.; HOLDEN, J.M.; BEECHER, G.R.; FORMAN, M.R.; LANZA, E. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic. **Journal of the American Dietetic Association**, v.93, n.3, p. 284-296, 1993.
- MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, p.1254-1255, 1992.
- MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P da S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p.25-38, 2008.
- OLIVEIRA, G.H.H de. **Características físico-químicas do tomate submetido a esforço controlado de compressão**. Viçosa, 2010. 96 p. (Dissertação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.
- PASCHOLATI, S.F. **Potencial de *Saccharomyces cerevisiae* e outros agentes bióticos na proteção de plantas contra patógenos**. Piracicaba, 1998. 123p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- RICK, C.M.; BUTLER, L. Cytogenetics of the tomato. **Advances Genetics**. v.8, p.267-402. 1956.
- RODRIGUES, E.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S.; FIORI-TUTIDA, A.C.G. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de gengibre e eucalipto in vitro e em fibras de bananeira infectadas com *Helminthosporium* sp. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.28, n.1, p.123-127, 2006. DOI: 10.4025/actasciagron.v28i1.1696.
- SEVERO, J.; TIECHER, A.; CHAVES, F.C.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C. V. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during developmental stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry**, v.126, p.995-1000, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.107>.
- SILVA, F.; SANTOS, R.H.S.; ANDRADE, N.J.; BARBOSA, L.C.A.; CASALI, V.W.D.; LIMA, R.R.; PASSARINHO, R.V.M. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.323-328, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000400002>.
- SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Versão do programa computacional Assisat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.71-78, 2002.
- SHIRAHIGE FH; MELO PCT; MELO AMT; JACOMINO AP; PURQUERIO LFV; ROQUEJANI MS. Yield and qualitative characterization of fresh market tomato hybrids of Italian and Santa Cruz. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.292-298, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000300009>.
- SOARES, R.N.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; STANGARLIN, J.R. Potencial de *Artemisia camphorata* (cânfora) no controle de fungo fitopatogênicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 31, Fortaleza, 1998. Resumos. **Fitopatologia Brasileira**, v.23 (Suplemento), p.284, 1998.
- ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto Del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomia Tropical**, v.46, n.1, p.61-72, 1995.