

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Utilização de Película de Fécula de Mandioca e Óleo
de Canela na Conservação Pós-Colheita de Tomate
Cereja**

Cristiana Maia de Oliveira

2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

Utilização de Película de Fécula de Mandioca e Óleo de Canela na Conservação Pós-Colheita de Tomate Cereja

CRISTIANA MAIA DE OLIVEIRA

Sob a Orientação da professora
Regina Celi Cavestré Coneglian

e Co-orientação da professora
Margarida Goréte Ferreira do Carmo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração Produção Vegetal.

Seropédica, RJ
Julho de 2013

664.805642

O48u

T

Oliveira, Cristiana Maia de, 1985-

Utilização de película de fécula de mandioca e óleo de canela na conservação pós-colheita de tomate cereja / Cristiana Maia de Oliveira. - 2013.

77 f.: il.

Orientador: Regina Celi Cavestré

Coneglian.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 68-77.

1. Tomate - Tecnologia pós-colheita - Teses. 2. Tomate - Tecnologia pós-colheita - Armazenamento 3. Tomate - Tecnologia pós-colheita - Conservação - Teses. 4. Tomate - Cultivo - Teses. 5. Tomate - Qualidade - Teses. I. Coneglian, Regina Celi Cavestré, 1964- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

CRISTIANA MAIA DE OLIVEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**,
no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23/07/2013.

Regina Celi Cavestré Coneglian. D^{ra} UFRRJ
(Orientadora)

Ariane Castricini. D^{ra} EPAMIG

Cibelle Vilela Andrade Fiorini. D^{ra} UFRRJ

DEDICATÓRIA

A Deus,

*aos meus pais, Anilso Sampaio de Oliveira e Ana Cristina Maia de Oliveira e
ao meu namorado Leandro Martins Ferreira
por todo amor, carinho e incentivo*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por iluminar meus caminhos durante esta jornada.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela oportunidade concedida para a realização do curso.

A minha família pelo apoio e incentivo para que eu seguisse essa carreira profissional.

Ao meu namorado Leandro Martins Ferreira pela ajuda, paciência e por estar sempre ao meu lado me incentivando.

A professora Regina C. C. Coneglian pela oportunidade, orientação, ensinamentos e confiança durante esse período.

A professora Margarida Goréte F. Carmo pela contribuição e apoio para a realização deste trabalho.

A professora Cibelle Fiorini e a Ariane Castricini por colaborarem na melhoria deste trabalho.

A professora Débora Gonzaga pelos ensinamentos e incentivo durante o período de estágio no Laboratório de Epidemiologia e Patologia de Sementes.

Aos amigos Ciro dos Santos Morais, Rodrigo da Silva e Deividson Silveira pelos momentos de descontração.

Aos amigos Antonio Roberto G. de Farias, Marcelo Oliveira, Camila, Evandro, Carlos e Giovana Kawamura pelo apoio na condução dos trabalhos de campo e laboratoriais.

Ao curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial a Liliane e a Tatiane pela presteza e amizade.

Aos funcionários do Setor de Horticultura pelo auxílio na implantação do experimento.

Ao CNPq pelo fomento.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Cristiana Maia de Oliveira, nascida no Rio de Janeiro – RJ em 04 de fevereiro de 1985. Concluiu o ensino fundamental no colégio Estadual João Paulo II e o ensino médio na UESF (União Educacional Sul Fluminense).

Em junho de 2006 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), diplomando-se em 2011. Durante a graduação estagiou no Laboratório de Epidemiologia e Patologia de Sementes do Departamento de Fitotecnia.

Em 2011 iniciou o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia (UFRRJ) desenvolvendo sua dissertação de mestrado sob a orientação da professora Doutora Regina Celi Cavestré Coneglian e co-orientação da professora Doutora Margarida Goréte Ferreira do Carmo. Recentemente foi aprovada no doutorado no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRRJ.

RESUMO

OLIVEIRA, Cristiana Maia. **Utilização de Película de Fécula de Mandioca e Óleo de Canela na Conservação Pós-Colheita de Tomate Cereja**. 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

O tomate cereja vem sendo amplamente cultivado no Estado do Rio de Janeiro principalmente por pequenos produtores e pela agricultura familiar que fazem uso da agricultura orgânica como forma de agregar valor a cultura. O tomate após a colheita apresenta-se como um fruto altamente perecível, sendo um fruto climatérico seu amadurecimento acarreta uma série de transformações em suas características físicas e químicas. Este trabalho teve por objetivo avaliar a conservação e qualidade pós-colheita de tomates cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot, armazenados em condições ambiente e controlada. Foram realizados três experimentos: 1) longevidade pós-colheita de frutos de tomate cereja; 2) Avaliação do efeito da película de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita e 3) utilização de óleo essencial de casca de canela no controle de podridões. Foram realizadas as seguintes análises físicas e químicas: perda de massa fresca, cor, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico e atividade de pectinametilsterase. No experimento 1 foram utilizados frutos nos estádios de vez, rosado, vermelho e maduro de ambas as cultivares. Em ambiente controlado, a longevidade pós-colheita dos frutos da cultivar Perinha foi de 20 dias para os estádios de vez e rosado e 15 dias para vermelho e maduro. Para ‘Mascot’ a longevidade foi de 24 dias para o estádio de vez, 20 dias para rosado e 15 dias para vermelho e maduro. Em temperatura controlada, a longevidade pós-colheita dos frutos da cultivar Perinha foi de 24 dias para de vez e rosado, 20 dias para vermelho e 15 dias para maduro. Para ‘Mascot’ a longevidade foi de 27 dias para de vez e rosado e 24 dias para vermelho e maduro. No experimento 2 foram utilizados revestimentos de fécula de mandioca nas concentrações de 1%, 3% e 5%. Foi observado que em condições ambiente e controlada, o revestimento de fécula de mandioca na concentração de 3% foi o que promoveu melhores resultados retardando o processo de amadurecimento e senescência além de manter a qualidade dos frutos. A concentração de 1% se assemelhou ao controle durante quase todo período experimental, enquanto que fécula 5% impediu o processo normal de amadurecimento e mostrou alto índice de frutos infectados por fungos comprometendo a aparência e qualidade. A atividade média de PME foi maior nos frutos de ‘Mascot’. O experimento 3 consistiu da combinação água destilada e fécula 3% associada a concentrações de 0,1% e 0,3% de óleo essencial de canela. O óleo essencial de casca de canela promoveu alterações na superfície dos frutos, provocando manchas e queimaduras afetando sua qualidade. O óleo não foi efetivo no controle de podridões.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, revestimento comestível, vida útil.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Cristiana Maia. **Use of Cassava Starch Film and Cinnamon Oil in Postharvest Conservation of Cherry Tomato.** 2013. 77p. Dissertation (Master Science in Agronomy, Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

The tomato has been widely cultivated in the state of Rio de Janeiro mainly by smallholders and family farmers that make use of organic agriculture as a way to add value to the culture. After harvest, the tomato presents itself as a highly perishable fruit, being a climacteric fruit, the ripening involves a number of changes in its physical and chemical characteristics. The main goal of this work was to evaluate the conservation and postharvest quality of cherry tomatoes Perinha Água Branca and Mascot cultivars, stored at room and controlled conditions. Three experiments were carried out: 1) postharvest longevity of fruits cherry tomato, 2) evaluation of the effect of cassava starch film on postharvest quality of fruits and 3) use of cinnamon essential oil to control pathogens. We carried out the following physico-chemical analyzes: weight loss, color, pH, titratable acidity, soluble solids, ascorbic acid and pectin methyl esterase activity. In the first experiment, we used fruits in the intermediate, pinky, red and mature stages to both cultivars. At room temperature, the post-harvest longevity of fruits in Perinha cultivar was 20 days in the pinky and 15 days to red and mature stages. 'Mascot' longevity was 24 days to the intermediate stage, 20 days for pinky and 15 days to red and mature stage. In controlled temperature postharvest longevity of fruits in Perinha cultivar was 24 days in the intermediate and pinky stages, 20 days to red and 15 days to mature. 'Mascot' longevity was 27 days in the intermediate and pinky stages, 24 days to red and to mature. In the second experiment, was used cassava starch coating in the following concentrations: 1%, 3% and 5%. It was observed that at room and controlled conditions cassava starch coating at a concentration of 3% promoted the best results, delaying the ripening and senescence while maintaining fruit quality. The concentration of 1% was similar to the control almost all the experimental period, while starch coating at 5% prevented the normal maturation process and showed high levels of infected fruits by fungi which affect the appearance and quality. The average activity of PME was higher in 'Mascot' fruits. The third experiment consisted in a combination of distilled water and starch coating at 3% associated with 0.1% and 0.3% concentrations of cinnamon essential oil. The cinnamon essential oil made changes on the fruit surface, causing stains and burns affecting the fruit quality. The oil was not effective in diseases control.

Key-words: *Solanum lycopersicum*, edible coating, shelf life.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de perda da massa fresca em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	21
Tabela 2. Valores médios de pH em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	23
Tabela 3. Valores médios de acidez total titulável em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	25
Tabela 4. Valores médios de sólidos solúveis totais em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	26
Tabela 5. Valores médios do teor de ácido ascórbico em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	28
Tabela 6. Valores médios de perda da massa fresca em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)... 30	30
Tabela 7. Valores médios de pH em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).....	32
Tabela 8. Valores médios de acidez total titulável em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)... 34	34
Tabela 9. Valores médios de sólidos solúveis totais em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)... 35	35
Tabela 10. Valores médios do teor de ácido ascórbico em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)... 37	37
Tabela 11. Valores médios de perda da massa fresca em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	40
Tabela 12. Valores médios de pH em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	44
Tabela 13. Valores médios de acidez total titulável em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	45
Tabela 14. Valores médios de sólidos solúveis totais em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	47
Tabela 15. Valores médios do teor de ácido ascórbico em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	49

Tabela 16. Valores médios da atividade de pectinametilsterase em frutos de tomate cereja Perinha Água Branca e Mascot revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).	52
Tabela 17. Valores médios de perda da massa fresca em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).	54
Tabela 18. Valores médios de pH em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)......	57
Tabela 19. Valores médios da acidez total titulável em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)...	59
Tabela 20. Valores médios do teor de sólidos solúveis em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)...	60
Tabela 21. Teor de ácido ascórbico de tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).	61
Tabela 22. Valores médios de ácido ascórbico em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).....	62
Tabela 23. Valores médios da atividade de pectinametilsterase em frutos de tomate cereja Perinha Água Branca e Mascot revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).	64
Tabela 24. Porcentagem (%) de frutos de tomate cereja bons para consumo nas cultivares Perinha Água Branca e Mascot tratados com fécula de mandioca e óleo essencial de casca de canela para o controle de podridões pós-colheita e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e controlada (12°C e UR de 90%), após 20 dias.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desmetilação da Pectina por pectinametilesterase (MICHELI, F. In: Trends in plant Science, 2001).....	9
Figura 2. Detalhe da condução do tomateiro em duas hastes (A). Sistema de condução das cultivares Perinha Água Branca e Mascot (B).....	12
Figura 3. Embalagens plásticas utilizadas para o armazenamento de tomates cereja durante o período experimental.	13
Figura 4. Drenagem do excesso de fécula dos frutos de tomate cereja em tela de ‘nylon’.....	14
Figura 5. Cor em escala de notas, onde nota 1 de vez, nota 2 rosado, nota 3 vermelho e nota 4 maduro, onde A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	16
Figura 6. Longevidade dos frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), no último dia de avaliação. A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	19
Figura 7. Perda de Massa Fresca (%) de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	20
Figura 8. Cor de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	22
Figura 9. pH de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	22
Figura 10. Acidez Total Titulável de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	24
Figura 11. Sólidos Solúveis Totais de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	25
Figura 12. Teor de Ácido Ascórbico de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	27
Figura 13. Longevidade dos frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%), no último dia de avaliação. A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	28
Figura 14. Perda de Massa Fresca (%) de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	29

Figura 15. Cor de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	31
Figura 16. pH de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	31
Figura 17. Acidez Total Titulável de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	33
Figura 18. Sólidos Solúveis Totais de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	35
Figura 19. Teor de Ácido Ascórbico de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	36
Figura 20. Frutos revestidos com fécula 5%, armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C). A) Descamação da película de fécula de mandioca e B) impedimento do processo de amadurecimento e aparecimento de fungos.	38
Figura 21. Perda de Massa Fresca (%) de tomate cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	39
Figura 22. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja variedade Perinha Água Branca revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente.	41
Figura 23. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja híbrido Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente.	41
Figura 24. Cor de tomates cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	42
Figura 25. pH de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	43
Figura 26. Acidez Total Titulável de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura ambiente (25°C ± 2°C). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	45
Figura 27. Sólidos Solúveis Totais de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura ambiente (25°C ± 2°C). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’	46

Figura 28. Teor de Ácido Ascórbico de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	48
Figura 29. Atividade de Pectinametilsterase em tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	51
Figura 30. Perda de Massa Fresca (%) de tomate cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	53
Figura 31. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja variedade Perinha Água Branca revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).	54
Figura 32. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja híbrido Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).	55
Figura 33. Cor de tomates cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	56
Figura 34. Potencial hidrogeniônico (pH) de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	57
Figura 35. Acidez Total Titulável de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	58
Figura 36. Sólidos Solúveis Totais de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	60
Figura 37. Atividade de Pectinametilsterase em tomates revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.....	63
Figura 38. Frutos de tomate em diferentes tratamentos com óleo essencial de casca de canela. A) ‘Mascot’ e B) ‘Perinha Água Branca’, após a aplicação dos tratamentos.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Aspectos Gerais da Cultura do Tomateiro	3
2.2	Manejo e Conservação Pós-Colheita.....	4
2.2.1	Temperatura de armazenamento.....	5
2.2.2	Uso da atmosfera modificada para conservação pós-colheita.....	6
2.2.3	Perda de massa fresca.....	7
2.2.4	Cor.....	7
2.2.5	pH e acidez total titulável.....	8
2.2.6	Açúcares solúveis.....	8
2.2.7	Ácido ascórbico (Vitamina C).....	8
2.2.8	Atividade da pectinametilesterase (PME).....	9
2.3	Principais Doenças Pós-colheita em Tomate.....	9
2.3.1	Uso de óleo essencial de casca de canela no controle de patógenos.....	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1	Experimento 1: Longevidade de Frutos de Tomate Cereja.....	13
3.2	Experimento 2: Avaliação do Efeito da Película de Fécula de Mandioca na Qualidade Pós-colheita de Tomate Cereja.....	14
3.3	Experimento 3: Utilização do Óleo Essencial de Casca de Canela no Controle de Podridões Pós-colheita em Frutos de Tomate Cereja.....	15
3.4	Análises Físicas e Químicas.....	16
3.4.1	Perda de massa fresca (%).....	16
3.4.2	Cor.....	16
3.4.3	pH.....	17
3.4.4	Acidez total titulável.....	17
3.4.5	Sólidos solúveis.....	17
3.4.6	Teor de ácido ascórbico.....	17
3.4.7	Atividade enzimática - Pectinametilesterase (PME).....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	Experimento 1 – Longevidade de Frutos de Tomate Cereja.....	19
4.1.1	Avaliação da Longevidade de Frutos das Cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C).....	19
4.1.2	Avaliação da Longevidade de Frutos das Cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).....	28
4.2	Experimento 2 - Avaliação do Efeito da Película de Fécula de Mandioca na Qualidade Pós-colheita de Tomate Cereja.....	37
4.2.1	Frutos das Cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C).....	37
4.2.2	Frutos das Cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).....	52
4.3	Experimento 3 - Utilização do Óleo Essencial de Casca de Canela no Controle de Podridões Pós-colheita em Frutos de Tomate Cereja.....	64
4.3.1	Frutos das Cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C) e controlada (12°C e UR de 90%), após 20 dias... 64	64
5	CONCLUSÕES.....	67
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

O tomate cultivado, *Solanum lycopersicon*, tem sua origem a partir da espécie selvagem produtora de frutos tipo “cereja”, *L. esculentum* variedade *cerasiforme* (FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro tem como origem a região andina do norte do Chile até o Peru. No Brasil sua introdução ocorreu na época da colonização, contudo seu cultivo teve início a partir da década de 70, onde houve a expansão para todos os Estados (CEAGESP, 2003).

No Estado do Rio de Janeiro, a produção de tomate cereja está ligada a agricultura familiar e a pequenos produtores que vem agregando valor a este produto através da utilização da agricultura orgânica (ROCHA, 2009).

Segundo FILGUEIRA (2008), as cultivares de tomate apresentam-se reunidas nos seguintes grupos, de acordo com as características do fruto e da planta: Santa Cruz, Salada, grupo Italiano, Agroindustrial e Cereja.

O grupo cereja reúne cultivares para mesa, cuja cultura foi introduzida no início da década de 90. Esse grupo é caracterizado pelo minúsculo tamanho dos frutos, biloculares, que apresentam coloração vermelho-brilhante e excelente sabor, lembrando uma cereja. A maioria das cultivares são híbridas e as plantas, de crescimento indeterminado, conduzidas sob tutoramento (FILGUEIRA, 2008).

O tomate é um fruto climatérico e seu amadurecimento inicia pela porção distal e se espalha pelos tecidos vizinhos até que todo o fruto esteja maduro (ALEXANDER & GRIERSON, 2002). Durante este processo os frutos sofrem mudanças em sua composição como na acidez, teor de sólidos solúveis, conteúdo de açúcar, licopeno, na aparência, textura, sabor, tamanho e suculência (MONTEIRO et al., 2008). A perecibilidade está relacionada diretamente com a continuação do processo respiratório mesmo depois da colheita, o que reduz o período de armazenamento e comercialização (COSTA et al., 2011).

O ponto de colheita para tomate irá depender da distância do local de produção até o mercado atacadista ou varejista e do tempo até chegar ao consumidor (FERREIRA et al., 2012). De acordo com as normas de BRASIL (1995), os tomates são classificados em cinco subgrupos de acordo com a sua coloração: verde-maduro, pintado ou de vez, rosado, vermelho e vermelho-maduro. O estágio de maturação influencia diretamente na sua vida pós-colheita, no amadurecimento e por sua vez na escolha do consumidor, por isso o entendimento do processo de maturação e de suas características de qualidade para o armazenamento são fatores fundamentais para a comercialização (FERREIRA et al., 2010).

Várias técnicas visando à conservação de frutos pós-colheita, cuja finalidade é a redução da atividade respiratória, têm sido recomendadas como, por exemplo, o uso de revestimentos comestíveis, aplicação de cera e armazenamento refrigerado (MODOLON et al., 2012).

O uso de películas comestíveis e biodegradáveis vem ganhando espaço entre os métodos de conservação pós-colheita, principalmente devido ao apelo ecológico em reduzir os impactos ambientais causados pelas embalagens plásticas (PIMENTEL et al., 2011). Uma das vantagens das películas é que estas permitem a adição de componentes bioativos como substâncias antimicrobianas e antioxidantes (VASCONCELOS, 2011).

De acordo com SPOTO & MIGUEL (2006), película de revestimento trata-se de uma fina camada de material comestível que é depositada em frutas e hortaliças formando uma cobertura capaz de estender a vida pós-colheita. Essas películas têm como objetivo inibir a migração de umidade, oxigênio, gás carbônico e aromas, dentre outros aos quais constituem barreiras semipermeáveis.

Estes revestimentos podem ser formados a partir de polissacarídeos, lipídios e proteínas ou da associação destes compostos. A fécula de mandioca é uma película de

polissacarídeo, caracterizando-se pela formação de filme com boa transparência e resistência a trocas gasosas, por isso é uma das matérias primas mais estudadas (LUVIELMO & LAMAS, 2012).

Dentre as substâncias que podem ser adicionadas aos filmes, os óleos essenciais são considerados como um dos compostos mais promissores e seguros com atividade antifúngica e antimicrobiana, porém estes estudos ocorrem mais para atividade *in vitro*, poucos trabalhos estudam sua atividade *in vivo* (FENG & ZHENG, 2007).

Objetivo Geral

O trabalho teve por objetivo avaliar a conservação e qualidade pós-colheita de tomates cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot, armazenados em condições ambiente e controlada.

Objetivos Específicos

- 1) Estudar a longevidade pós-colheita de frutos das cultivares em diferentes estádios de maturação, em condições ambiente e controlada.
- 2) Estudar a influência da película de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos das cultivares, em condições ambiente e controlada.
- 3) Estudar o efeito do óleo essencial de casca de canela no controle de podridões pós-colheita, em condições ambiente e controlada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais da Cultura do Tomateiro

A distribuição primária do tomateiro ocorreu em uma região limitada ao norte pelo equador, ao sul pelo Chile a oeste e leste pelo oceano pacífico e cordilheira dos Andes. No centro secundário, o México, o tomate foi cultivado e melhorado. Sua introdução na Europa ocorreu entre 1523 e 1524, havendo apenas o uso ornamental, pois se considerava o tomate um alimento tóxico (FILGUEIRA, 2008).

Sua introdução no Brasil ocorreu durante a época da colonização, mas seu cultivo somente se expandiu com o fluxo de imigrações nas regiões sudeste e sul. A partir da década de 70 o cultivo do tomate se expandiu para todos os Estados (CEAGESP, 2003).

O Brasil é o oitavo maior produtor de tomate no mundo com produção de 4.146,466 mil toneladas em uma área colhida de 66.221 ha (IBGE, 2012). O maior produtor é a China com produção de 48,5 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2013).

O sudeste brasileiro teve uma participação de 35, 1% na safra 2011 com produção de 1.456,792 mil toneladas, tendo destaque os Estados de São Paulo e Minas Gerais. O Rio de Janeiro é o terceiro maior produtor desta região com participação de 4,7% (IBGE, 2012).

O tomate apresenta de 93% a 95% de água em sua constituição, os 5% a 7% restantes são formados por compostos inorgânicos, ácidos inorgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em alcoóis entre outros (SILVA et al., 2006). São abundantes fontes de micronutrientes antioxidantes como: β caroteno, luteína, γ caroteno, vitamina C, vitamina E e compostos fenólicos que são benéficos à saúde humana (DUMAS et al., 2003).

O tomateiro é uma planta anual cuja altura pode ultrapassar os dois metros, a cor dos frutos varia do amarelo ao vermelho. Pode-se diferenciar em dois tipos: crescimento determinado e crescimento indeterminado. Tomateiros de crescimento indeterminado são aqueles que continuam seu crescimento após a florescência, enquanto tomateiro do tipo determinado pára o seu desenvolvimento após a florescência (NAIKA et al., 2006).

Possui caule herbáceo e flexível, suas flores são hermafroditas e ocorrem juntamente com a frutificação e a vegetação. Os frutos são bagas carnosas com aspecto, peso e tamanhos variados dependendo da cultivar (FILGUEIRA, 2008).

De acordo com as normas de classificação da CEAGESP (2003), o tomate pode ser classificado pelo seu grupo de durabilidade (normal ou longa vida), pelo estágio de maturação, por sua qualidade, grupo de coloração e por seu tamanho. Para a classificação por tamanho o tomate de mesa pode ser dividido em dois grupos: oblongo e redondo. Frutos oblongos são aqueles cujo diâmetro longitudinal é maior que o diâmetro transversal e frutos redondos são os que apresentam diâmetro longitudinal menor ou igual ao transversal.

FERNANDES et al. (2007), propõem uma classificação de tamanho de frutos de tomate cereja mais detalhada, associando diâmetro e peso dos frutos. Estes sugerem a classificação do tomate cereja em quatro classes e quatro calibres, onde a classe gigante engloba frutos com diâmetro e peso maiores que 35 mm e 20g respectivamente, classe grande frutos com diâmetro maior 30 mm e até 35 mm e peso entre 15 e 20g, classe médio frutos com diâmetro superior 25 mm e até 30 mm de diâmetro e peso entre 10g e 15g e classe pequeno frutos maiores que 20 mm e até 25 mm e peso de 5 a 10g.

Além do peso e tamanho, o tomate pode ser classificado de acordo com a coloração do epicarpo. Para este atributo BRASIL (1995), propõe uma classificação baseada nos estádios de maturação como: verde-maduro, de vez, rosado, vermelho e vermelho-maduro.

2.2 Manejo e Conservação Pós-Colheita

No Brasil dois terços do tomate comercializado é destinado ao consumo *in natura*, por isso o aspecto externo e a qualidade são fatores de suma importância que influenciam diretamente na decisão de compra pelo consumidor (CASA & EVANGELISTA, 2009).

As práticas de manuseio pós-colheita são tão importantes quanto às práticas culturais. Muitos problemas estão relacionados à perda de qualidade e deterioração que decorrem de danos sucessivos e cumulativos ao longo do processo de produção, colheita, manuseio, transporte e armazenamento (SIGRIST et al., 2002).

De acordo com CHITARRA & CHITARRA (2005), os principais causadores de perdas pós-colheita em produtos hortícolas são os fatores de ordem fisiológica, como aqueles decorrentes de mudanças da respiração e transpiração, senescência, brotamento de grãos e tubérculos e condição inadequada de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento. Além desses ocorrem também perdas de ordem fitopatológicas, mecânicas e por fatores biológicos.

Por isso, alguns cuidados devem ser levados em consideração desde o momento da colheita, onde os produtos são manuseados e embalados até o transporte, consumo ou armazenamento (SENHOR et al., 2009).

Após a colheita, o tomate apresenta-se como um fruto altamente perecível. O fruto maduro possui vida útil de uma semana, com perdas na faixa de 25 a 50%, enquanto que o fruto parcialmente maduro chega a uma vida útil de até duas semanas, com perdas pós-colheita na faixa de 20 a 40% (BARRET REINA, 1990 apud ROCHA 2008). Os frutos das cultivares tradicionais possuem vida pós-colheita curta, ao contrário das cultivares longa vida, que possuem vida útil mais prolongada se mantendo mais firmes por maior período de tempo (DELLA VECCHIA & KOCH, 2000). Segundo ALVARENGA (2004), frutos do tipo longa vida, dependendo de sua constituição genética, pode ter vida média pós-colheita de até 49 dias.

A vida pós-colheita dos frutos em geral varia de acordo com o grau de maturação, sendo que frutos verdes apresentam maior vida útil, resistência ao transporte, porém qualidade inferior quando comparado a frutos colhidos em estádios mais avançados, que apesar de apresentarem maior qualidade sensorial são mais perecíveis, portanto apresentam menor tempo de prateleira (BRACKMANN et al., 2007).

No tomate, as alterações pós-colheita ocorrem principalmente devido a danos causados na fase de colheita até a mesa do consumidor. Esses danos podem ser mecânicos, fisiológicos ou patológicos, causando injúrias que comprometem a qualidade dos frutos bem como alterações no processo de senescência (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

De acordo com os mesmos autores, a respiração é o principal processo fisiológico após a colheita do fruto, sendo esta atividade influenciada pela composição e alterações químicas de proteínas, glicídios, lipídios, ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e alguns componentes da parede celular como, pectinas e hemiceluloses decorrentes do processo de maturação.

O princípio básico para a conservação de frutas e hortaliças climatéricas está diretamente relacionado com o controle do processo respiratório (SPOTO & GUTIERREZ, 2006; SANTOS et al., 2007).

Quando o fruto é colhido há interrupção no balanço gasoso, resultando em alto influxo de oxigênio com proporcional perda de CO₂. Nessas condições não há mais renovação das células e o processo respiratório aumenta, o que leva a uma queda metabólica e gradual amadurecimento dos frutos (ASSIS et al., 2009). A vida útil de cada produto irá depender da intensidade e do padrão respiratório de cada espécie (COSTA et al., 2011).

O conjunto de mudanças decorrentes da atividade respiratória é chamado de climatério e de acordo com o padrão respiratório os frutos podem ser classificados em climatéricos e não

climatéricos (SPOTO & GUTIERREZ, 2006). De acordo com COSTA et al. (2011), frutos climatéricos são aqueles que apresentam elevação na taxa respiratória e aumento na síntese de etileno logo após o início da maturação, podendo amadurecer na planta ou fora dela. Frutos não climatéricos são os que necessitam de longo período para completar o amadurecimento, e para que isso ocorra, precisam permanecer ligados a planta, a respiração nesses frutos se mantém em declínio durante todo o processo de envelhecimento.

O tomate, como fruto climatérico, tem o aumento das taxas respiratórias durante o processo de amadurecimento o que acarreta em transformações como mudanças na cor dos frutos, cloroplastos transformados em cromoplastos, a clorofila é degradada e há acúmulo de carotenóides. Além disso, ocorrem mudanças na parede celular resultando em amolecimento, aumento de componentes voláteis e alterações no balanço açúcar-ácido (ALEXANDER & GRIERSON, 2002).

Segundo LEMOS et al. (2008), vários são os problemas relacionados a conservação de frutas e hortaliças, isto devido a alta perecibilidade desses produtos. Por isso, algumas técnicas são utilizadas visando aumentar a vida de prateleira, entre elas pode-se citar o aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, uso de embalagens e atmosfera modificada (AM) como, por exemplo, coberturas comestíveis, entre elas biofilmes.

2.2.1 Temperatura de armazenamento

Durante o período pós-colheita, o tomate, por ser climatérico, tem suas transformações físicas e químicas acentuadas à medida que aumenta a temperatura a qual os frutos estão expostos. Essas transformações são decorrentes de alterações fisiológicas e bioquímicas, identificadas pelos fatores de qualidade como perda de peso, peso específico, sólidos solúveis totais, pH, acidez, açúcares solúveis e vitamina C (FERREIRA, 2004).

De acordo com LUENGO (2001), quanto mais elevada for à temperatura de armazenamento, menor a vida útil dos vegetais, pois o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento e a reprodução de microorganismos, aumenta a velocidade de transpiração e causa aumento exponencial da respiração, que é o principal indicador do funcionamento metabólico da planta. Em consequência disto o produto “murcha” e deteriora muito mais rapidamente que quando armazenados sob refrigeração, na temperatura e umidade recomendada.

A temperatura baixa durante o armazenamento retarda os processos de maturação e senescência, diminuindo as variações de cor, perda de massa, perda de firmeza e as transformações bioquímicas. O tomate, em geral, apresenta sensibilidade ao frio, dependendo do estágio de amadurecimento em que se encontra (CASTRO, 2003). Segundo MORETTI (2003), as temperaturas de armazenamento de tomates irão variar de acordo com o estágio de maturação, sendo de 10° a 13 °C para frutos ‘verde-maduro’ e 8 a 10°C para tomates ‘maduros’.

PINHEIRO et al. (2013), armazenando tomates no estágio verde maduro em diferentes temperaturas (2°C, 5°C, 10°C, 15°C e 20°C), verificaram que estas afetavam diretamente a cor, textura, perda de massa fresca e conteúdo fenólico total. Estes autores verificaram que temperaturas muito baixas, 2°C e 5°C, causavam lesões na superfície dos frutos. Contudo, as temperaturas estudadas revelaram efeitos positivos, principalmente 10°C, promovendo atraso no amadurecimento em termos de cor, firmeza e perda de peso.

Apesar do armazenamento refrigerado ser de extrema importância na conservação de produtos, este vem sendo combinado com outras técnicas como a utilização de atmosfera controlada e modificada. A associação de técnicas permite melhores resultados controlando ainda mais os processos degradativos dos frutos que ocorre após a colheita (AMARIZ et al., 2010).

2.2.2 Uso da atmosfera modificada para conservação pós-colheita

De acordo com SARANTÓPOULOS (2011), o princípio da conservação de frutas e hortaliças através do uso da atmosfera modificada consiste em retardar processos como a respiração, senescência, amadurecimento, perda de umidade, entre outros. Isto irá ocorrer através da redução das concentrações de O₂ e aumento das de CO₂, que pode ser feita com o uso de embalagens plásticas.

O armazenamento do tecido vegetal em local com elevada concentração de CO₂ faz com que haja redução na taxa respiratória, tornando os tecidos vegetais menos sensíveis a ação do etileno. Além disso, o CO₂ pode inibir o crescimento de microrganismos. Contudo, o conteúdo de CO₂ deve ser controlado devido seu efeito fitotóxico. A redução das concentrações de O₂ no interior da embalagem diminui a taxa de respiração dos tecidos vegetais, porém a ausência de oxigênio pode ser danosa aos produtos frescos (CENCI, 2011).

Diante dos recentes interesses em produzir alimentos de alta qualidade e com as preocupações ambientais, vem sendo produzido os revestimentos comestíveis ou degradáveis em substituição às embalagens convencionais que demoram anos para se degradar (HENRIQUE et al., 2008). Estes revestimentos, assim como os filmes plásticos, caracterizam-se pela modificação da atmosfera, reduzindo a perda de água e o processo respiratório (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo GALLO et al. (2000), os revestimentos comestíveis podem ter como base polissacarídeos (derivados de amido, pectina, alginatos, etc.), proteínas (isoladas de soja ou do soro de leite, etc.) e lipídios (ao qual se incluem ceras, óleos hidrogenados, triglicerídeos, entre outros). Estes compostos podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto.

Os polissacarídeos são materiais hidrófilos e formam eficiente barreira contra compostos de baixa polaridade, como os lipídios. Os filmes formados de proteínas possuem propriedades mecânicas e de barreira superiores ao formados por polissacarídeos, enquanto os filmes lipídicos funcionam como excelente barreira a umidade, porém podem causar alterações no sabor e textura dos produtos (SPOTO & MIGUEL, 2006).

Estes revestimentos comestíveis têm ganhado grande importância no Brasil, que é um dos principais países produtores de mandioca (*Manihot esculenta* C.), ocupando o segundo lugar no ranking mundial com uma produção de 26 milhões de toneladas. Essa cultura é explorada e utilizada comercialmente para diversos fins, dentre os quais a extração de amido ou fécula (SEAB, 2012).

De acordo com a ANVISA (1978), há uma distinção entre amido e fécula de mandioca, onde amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes, etc.) enquanto a fécula é o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas).

Segundo VILA (2004), o uso da atmosfera modificada na forma de revestimento comestível com base em fécula de mandioca vem sendo amplamente estudada no envolvimento de frutos cuja finalidade é a preservação da qualidade de frutas e hortaliças.

O revestimento formado a partir de fécula de mandioca apresenta como características: formação de películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, bom aspecto e brilho intenso, o que torna os frutos e hortaliças comercialmente atrativos (CEREDA et al., 1992; VILA, 2004). Não sendo tóxicas podem ser consumidas juntamente com o produto ou serem removidas com o uso de água além de se apresentarem como um produto de baixo custo (CEREDA et al., 1992). Estas permitem a adição de aditivos e ajudam na conservação do produto (SPOTO & MIGUEL, 2006).

A obtenção da película de fécula de mandioca esta baseada no principio da gelatinização do amido, processo este que ocorre acima de 70°C com excesso de água.

Quando resfriada, a fécula forma películas transparentes e resistentes, devido a sua propriedade de retrogradação (OLIVEIRA, 2000).

Alguns estudos foram realizados tendo por objetivo avaliar a viabilidade do uso de película de fécula de mandioca em diferentes concentrações em frutas e hortaliças.

SOUZA et al. (2009), verificaram que frutos de berinjela revestidos com fécula tiveram a aparência externa afetada com perda de brilho, sintomas de murcha, depressões na casca, ataque fúngico além de descascamento da película. Em trabalho realizado por LEMOS et al. (2008), a fécula de mandioca associado a refrigeração em frutos de pimentão não formou eficiente barreira a perda de massa fresca.

DAMASCENO et al. (2003), avaliaram a aplicação de película de fécula de mandioca em tomate em suspensões a 2% e 3% , verificando que estas concentrações não influenciaram na perda de massa e na textura, entretanto os frutos a 3% apresentaram melhor aparência. Em mamões 'Golden' a utilização de revestimento de fécula de mandioca a 3% e 5% reduziram a perda de massa e firmeza, além de manterem a coloração verde durante o armazenamento (CASTRICINI, 2009).

2.2.3 Perda de massa fresca

A perda de massa fresca ocorre principalmente pelo processo de transpiração, resultando na evaporação de água dos tecidos o que provoca murchamento e perda da textura dos frutos. A transpiração é influenciada por fatores morfológicos como relação superfície/volume do fruto, danos na epiderme, além do estágio de maturação e fatores externos tais como temperatura e umidade relativa do ar (PINTO & MORAIS, 2000).

Segundo PFAFFENBACH (2003), a perda de umidade é controlada pela transferência da massa por evaporação ou por difusão da água através das estruturas anatômicas como lenticelas, estômatos e cutículas, além da cicatriz existente no ponto de inserção com o pedúnculo. A transpiração é um dos principais processos físicos que acarreta em perda de massa dos frutos durante a fase pós-colheita (SANTOS et al., 2007).

Os produtos hortícolas possuem uma margem de tolerância à perda de água, porém aquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. Em alguns produtos perdas na faixa de 3% a 6% são suficientes para provocar a queda na qualidade, contudo alguns produtos podem ser comercializados com perda de até 10% (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Para tomate a perda de água máxima admissível fica em torno de 4 a 7% (BEN-YEHOSHUA, 1987; KAYS, 1997 apud DOMINGOS, 2005).

2.2.4 Cor

No decorrer do processo de amadurecimento, as frutas e hortaliças sofrem uma série de mudanças física e químicas que influenciam diretamente no aroma, textura, cor, teores de açúcares, entre outros. E para o tomate a mudança de cor é o principal fator indicativo do estágio de maturação (CHENG et al., 2011). A coloração externa é resultado da pigmentação da polpa e da casca condicionada pela presença de licopeno, betacaroteno e clorofila que irão variar de acordo com o grau de maturação do fruto (SANTOS JÚNIOR et al., 2003).

A coloração avermelhada ou amarelada dos frutos maduros é resultado da síntese de antocianinas e carotenóides e da redução de clorofila. As antocianinas são flavonóides pigmentados que ocorrem em diferentes partes da planta conferindo cores vermelha, púrpura, cor-de-rosa e azul. Já os carotenóides são pigmentos alaranjados que ocorrem junto às clorofilas nos cloroplastos (KERBAUY, 2008).

De acordo com FERREIRA (2010), a cor dos frutos tem influencia direta na aparência, teor de açúcares, acidez, pH, textura, sabor e suculência sendo o aspecto de qualidade que mais atrai os consumidores.

2.2.5 pH e acidez total titulável

A acidez em frutos é resultado da síntese de ácidos orgânicos principalmente ácidos cítricos e ácido málico que podem ser armazenados no vacúolo em grandes quantidades (ETIENNE et al., 2013). Durante o processo de amadurecimento há a redução desses ácidos orgânicos devido à utilização como reserva energética no ciclo de Krebs (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Para a indústria o pH e a acidez dos tomates são atributos de grande importância para o processamento. Os tomates possuem acidez suficiente para manter o pH abaixo de 4,6, sendo considerados frutos ácidos. Essa característica faz com que não precisem de tratamentos térmicos diferentemente daqueles de baixa acidez onde os tratamentos térmicos são necessários para a eliminação de microrganismos (ANTHON & BARRETT, 2012).

2.2.6 Açúcares solúveis

Os açúcares e alcoóis de açúcares mais importantes presentes em tomate são a glicose, frutose, sacarose, galactose e inositol e em menor quantidade estão a maltose, rafinose, glicose 6-fosfato, manitol e sorbitol. Durante o amadurecimento a quantidade de glicose e frutose se mantém iguais e a quantidade de sacarose tende a reduzir devido a sua utilização como fonte de energia no processo respiratório (OSM-OLIU et al., 2011). As invertases são as principais enzimas responsáveis pela manutenção dos teores de frutose e glicose em tomates maduros (KERBAUY, 2008).

O sabor dos frutos esta relacionado ao balanço de açúcares e ácidos. Durante o processo de amadurecimento há incremento na doçura dos frutos devido o aumento nas taxas de açúcares simples e na redução da acidez (CHITARRA & CHITARRA, 2005). KADER et al. (1978), consideram tomates de alta qualidade, aqueles com relação sólidos solúveis/acidez total titulável maior que 10.

Segundo BECKLES (2012), há crescente busca em melhorar o conteúdo de açúcares em tomates, devido ao reconhecimento que o gosto e o aroma são os principais componentes de sua comercialização. Este fato, não era priorizado pela indústria, que visava práticas que tentassem reduzir as perdas pós-colheita e prolongar a vida útil dos frutos, mas sem valorizar sua doçura.

Ainda segundo BECKLES (2012), são vários os fatores que irão afetar os conteúdos de açúcares nos frutos como: fatores endógenos, práticas pré-colheita, a colheita e a pós-colheita com o controle da temperatura no armazenamento, controle e modificação da atmosfera entre outros.

2.2.7 Ácido ascórbico (Vitamina C)

O ácido ascórbico, principal fonte de vitamina C, não é produzido pelo organismo humano, por isso se torna de extrema importância a ingestão de produtos vegetais, pois constituem as principais fontes de vitaminas necessárias ao organismo (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tomates cereja são caracterizados pelo seu elevado conteúdo de componentes antioxidantes tais como vitamina C, fenóis, carotenóides e especialmente, o licopeno (LENUCCI et al., 2006).

A vitamina C existe sob duas formas biologicamente ativas: ácido ascórbico (AA) e ácido dehidroascórbico (DHA) e se mostra considerável quando ocorre a soma dessas duas formas (SALTVEIT, 2005).

O ácido ascórbico sofre significativas reduções durante o amadurecimento, senescência e o armazenamento de frutos, sendo submetidos a reações de oxidação e redução contínua (YAHIA et al., 2001). Tal redução no seu conteúdo se deve à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase) ou através da ação de enzimas oxidantes como a peroxidase. A vitamina C é um ótimo agente oxidant, atuando nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, além de regenerar substratos da forma oxidada para a reduzida (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.2.8 Atividade da pectinametilesterase (PME)

Durante a maturação dos frutos, o amolecimento é parte integrante das alterações progressivas nas macromoléculas constituintes das paredes celulares, o que faz com que elas fiquem mais hidratadas, intumescidas e moles. A textura será determinada pela despolimerização e solubilização enzimática das pectinas da lamela média, que resulta em perda de adesão entre as células (KERBAUY, 2008).

Grande quantidade de enzimas atua na degradação biológica das substâncias pécticas, dentre as quais cabe destacar a ação da Pectinametilesterase e a Poligacturonase (SILVA et al., 2009). A pectinametilesterase (PME) é responsável pela desmetilação do C₆ do grupo carboxílico dos resíduos de galactosil, desesterificando-o (Figura 1). A função da PME é preparar o substrato para ação da poligalacturonase (PG) (RESENDE et al., 2004). Portanto, a PG é mais ativa contra as pectinas desmetiladas (KOCH & NEVINS, 1989).

Geralmente as modificações dos componentes da parede celular podem ocorrer durante o processo de amadurecimento, mas a velocidade dessas reações, o tempo para que ocorra e a extensão dessas modificações vai ser diferente para cada variedade (PINTO et al., 2011). A firmeza irá afetar diretamente a suscetibilidade dos tomates a danos físicos e como consequência sua aceitação para comercialização (VILAS BOAS et al., 2000).

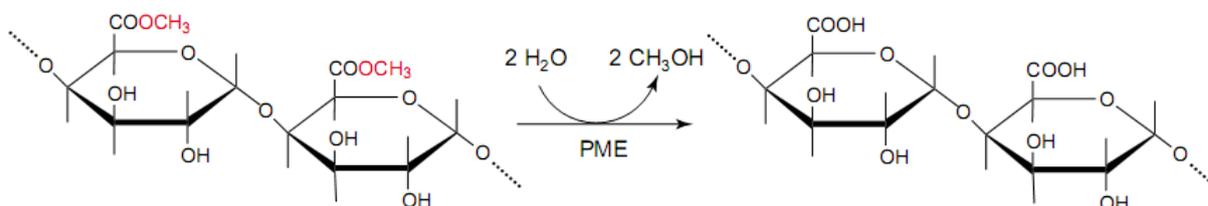


Figura 1. Desmetilação da Pectina por pectinametilesterase (MICHELI, F. In: Trends in plant Science, 2001).

2.3 Principais Doenças Pós-colheita em Tomate

Segundo FISCHER et al. (2010), as doenças pós-colheita podem ser classificadas em duas categorias: as típicas, que ocorrem em frutos após a colheita, principalmente por fermentos e as quiescentes, onde os patógenos infectam os frutos antes da colheita, mesmo com o fruto intacto, permanecendo latentes até a maturação fisiológica. TAVARES (2004)

relata que essas doenças podem causar perdas superiores a 50% da produção antes dos frutos chegarem a mesa do consumidor, e os que chegam nem sempre possuem a qualidade esperada.

Os ferimentos são os principais mediadores do aparecimento de doenças e estes podem ser ocasionados no momento da colheita, devido ao manuseio incorreto do fruto e pelo uso inadequado de materiais ou os ferimentos podem ocorrer no período pós-colheita durante o transporte, manipulação e no mercado consumidor. Por isso, qualquer medida que tente conter o aparecimento de ferimentos é de fundamental importância no controle da incidência das doenças pós-colheita (FISCHER et al., 2011).

De acordo com AGRIOS (2005), as principais doenças pós-colheita são causadas por pequeno número de Ascomycetes e fungos mitosporicos e por algumas espécies de Oomycetes, Zigomycetes, Basidiomycetes e bactérias. As bactérias são principalmente dos gêneros *Erwinia* e *Pseudomonas*. Os Oomycetes são *Pythium* e *Phytophthora* causadores de podridão mole e para os Zigomycetes encontram-se *Rhizopus* e *Murcor*. Já os principais causadores de doenças em Basidiomycetes são *Rhizoctonia* e *Sclerotium*. Os Ascomycetes e fungos imperfeitos são os mais comuns e importantes causadores de doenças pós-colheita dentre eles *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Mucor*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium* e *Geotrichum*.

Em tomates as principais doenças pós-colheita são causadas por bactérias como *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Pseudomonas* e *Xanthomonas*. Dentre os fungos mais comuns encontra-se *Geotrichum candidum*, *Rhizopus stolonifer*, *Phytophthora*, *Alternaria arborescens*, *Phoma*, *Colletotrichum* spp., *Botrytis cinérea* (BARTZ et al., 2009).

2.3.1 Uso de óleo essencial de casca de canela no controle de patógenos

Com o aumento da seleção de microrganismos patogênicos resistentes aos inseticidas sintéticos tem se procurado alternativas, a partir de plantas, que causem menos prejuízos a sociedade e ao meio ambiente (CRUZ et al., 2012). Por isto se justifica a busca por métodos alternativos de controle que reduzam a utilização de agrotóxicos sintéticos.

Os óleos essenciais são compostos voláteis naturais obtidos como componentes secundários de plantas aromáticas. Foram desenvolvidos na Idade Média pelos árabes que os utilizavam pelas propriedades bactericidas, anti-sépticas, virucida, medicinais e pela sua fragrância. Na natureza desempenham importante papel na proteção de plantas contra os agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos e inseticidas, podendo ser encontrados em todo tecido vivo da planta, como na casca, galho, sementes, raízes, frutos, brotos, folhas, flores e são armazenados em células secretoras, células epidérmicas, tricomas glandulares, canais, entre outros (BAKKALI et al., 2008).

Em sua grande maioria, os óleos essenciais são extraídos das plantas através da técnica de arraste a vapor e pela prensagem dos frutos, no caso da casca de frutos cítricos. Tais óleos são compostos por mono e sesquiterpenos e de fenilpropanoides que irão conferir suas características sensoriais (BIZZO et al., 2009).

Segundo PEREIRA et al. (2006), a utilização de substâncias naturais, de origem vegetal, torna o alimento mais atrativo ao consumidor por não apresentarem efeito tóxico, mesmo quando empregadas em concentrações relativamente elevadas. Além dos benefícios proporcionados à saúde, diversos estudos têm demonstrado o efeito inibidor de condimentos, como a canela, no desenvolvimento de microrganismos deterioradores e patogênicos veiculados por alimentos.

O óleo essencial de casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* L.), pertencente à família botânica Lauraceae (BARCELOUX, 2009), tem como principal componente o

cinnamaldeído que pode ser um dos compostos responsáveis por sua atividade antifúngica (XING et al., 2010).

Estudos têm comprovado a eficiência da utilização de extratos e óleos essenciais no controle de doenças em pós-colheita e tais estudos ocorrem tanto *in vivo* como *in vitro*.

CASTRICINI (2009), verificou que utilizando os óleos de bulbilho de alho e casca de canela *in vitro* nas concentrações de 0, 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20% e 40%, estes inibiam o crescimento do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. Contudo nos ensaios *in vivo* na combinação destes óleos nas concentrações de 0,3%, 0,5% e 1% com fécula de mandioca 5%, os óleos essenciais de casca de canela e bulbilho de alho não obtiveram sucesso no controle de podridões pós-colheita.

Trabalho realizado por CARNELOSSI et al. (2009), utilizando óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (capim limão), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Mentha arvensis* (menta) e *Artemisia dracunculul* (estragão) mostraram o efeitos potenciais no controle da antracnose em mamão.

OJAGH et al. (2010), estudaram a combinação de revestimento comestível de quitosana e óleo essencial de casca de canela nas concentrações de 0,4%, 0,8%, 1,5% e 2,0% , o que melhorou as propriedades do filme hidrofílico além de acentuar sua capacidade antimicrobiana.

TZORTZAKIS (2009), testando o óleo essencial de casca de canela *in vitro* nas concentrações de 25ppm, 50ppm, 100ppm e 500ppm, obteve sucesso no controle de *Colletotrichum coccodes*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Rhizopus stolonifer* e *Aspergillus niger*. O autor sugeriu a utilização deste óleo essencial como ferramenta inovadora, útil e alternativa à utilização de fungicida sintético ou a outras técnicas de saneamento utilizadas durante o armazenamento e embalagem, pois reduziu o desenvolvimento de doenças.

O mesmo autor observou redução nas lesões de tomate inoculados com *Botrytis cinerea* e *Colletotrichum coccodes* utilizando a concentração de 500ppm do óleo essencial de casca de canela.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de tomate cereja das cultivares Perinha Água Branca e Mascot, sendo a primeira uma variedade de polinização aberta amplamente utilizada em cultivo orgânico no Estado do Rio de Janeiro e com boa conservação pós-colheita e a segunda, um híbrido, com produção de frutos alongados, firmes, uniformes, alto Brix e elevada produtividade. As sementes da variedade Perinha foram obtidas do banco de germoplasma do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ, enquanto as do híbrido da empresa AGRISTAR do Brasil Ltda.

Os frutos foram obtidos de plantio conduzido sob manejo orgânico no período de junho a outubro de 2012 no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado em Seropédica, RJ. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, em casa de vegetação no total de 4 bandejas, duas de cada cultivar. O transplante das mudas para o campo em canteiros ocorreu no dia 15 de junho, sendo a irrigação ao longo do experimento realizada diariamente com mangueiras. O espaçamento utilizado no campo foi de 0,6 m entre plantas e 2,0 m entre linhas e o sistema conduzido com duas hastes por planta. As desbrotas foram feitas uma vez por semana e a adubação de cobertura foi realizada com cinza de fofalha e esterco (Figura 2).



Figura 2. Detalhe da condução do tomateiro em duas hastes (A). Sistema de condução das cultivares Perinha Água Branca e Mascot (B).

Para cada cultivar de tomate foram montados três experimentos: 1) longevidade pós-colheita de frutos de tomate cereja; 2) avaliação do efeito da película de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de tomate cereja e; 3) utilização do óleo essencial de casca de canela no controle de podridões pós-colheita em frutos de tomate cereja. Todos os experimentos foram conduzidos em temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), temperatura ambiente média obtida da medição diária com termômetro de máxima e mínima, e controlada (12°C e UR 90%) em câmara tipo B.O.D. Os frutos foram armazenados em embalagens plásticas com 8 furos na superfície para permitir a troca de gases com o ambiente (Figura 3).



Figura 3. Embalagens plásticas utilizadas para o armazenamento de tomates cereja durante o período experimental.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ. Antes da instalação dos experimentos os frutos foram selecionados e uniformizados quanto ao grau de maturação e sofreram assepsia em solução contendo 100 mg.L^{-1} de cloro ativo (MEDINA, 1984).

3.1 Experimento 1: Longevidade de Frutos de Tomate Cereja

O primeiro experimento conduzido foi o de longevidade para a variedade Perinha Água Branca e para o híbrido Mascot, sendo realizados dois ensaios, um em temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e outro sob temperatura controlada (12°C e UR 90%) em câmara tipo B.O.D.

Foram colhidos frutos em quatro estádios de maturação: de vez, rosado, vermelho e maduro e avaliados a vida útil em cada estágio.

Procedeu-se as análises de acordo com a durabilidade dos frutos em cada ponto de maturação colhido. As avaliações foram feitas a partir de índices físicos e químicos (perda de massa fresca, cor, sólidos solúveis, pH, acidez total titulável e ácido ascórbico) e avaliação visual (alterações de turgidez e flacidez na casca), indicando que o fruto não se encontrava apto ou atrativo para o consumidor.

Na análise estatística foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 (estádios de maturação) X 6 (tempos de armazenamento na 'Perinha') ou 7 (tempos de armazenamento na 'Mascot'), para frutos em condições ambiente. Em temperatura controlada foram 4 (estádios de maturação) X 7 (tempos de armazenamento na 'Perinha') ou 8 (tempos de armazenamento na 'Mascot'). Utilizou-se 3 repetições de 5 frutos por parcela.

Em função dos períodos de armazenamento os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de regressão de primeiro e segundo grau, ajustando o modelo de acordo com a significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Visando comparar os estádios de maturações dos frutos em cada cultivar, assim como comparar frutos da variedade Perinha Água Branca com híbrido Mascot em seus estádios de maturações, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

As análises qualitativas como cor foi determinada segundo aspecto visual submetendo a uma escala de notas, não sendo necessária a utilização de análise estatística.

O programa utilizado nas análises estatísticas foi SISVAR e para a confecção dos gráficos, o Sigmaplot.

3.2 Experimento 2: Avaliação do Efeito da Película de Fécula de Mandioca na Qualidade Pós-colheita de Tomate Cereja

Foram utilizados frutos colhidos no estágio de maturação de vez para as cultivares Perinha Água Branca e Mascot, sendo realizado 2 ensaios (condições ambiente e controlada) onde avaliou-se 4 diferentes concentrações de fécula:

T1. Controle – constituído por frutos sem revestimentos, somente com imersão em água destilada;

T2. Fécula a 1% – frutos revestidos por película de fécula de mandioca a 1%;

T3. Fécula a 3% – frutos revestidos por película de fécula de mandioca a 3% e

T4. Fécula a 5% – frutos revestidos por película de fécula de mandioca a 5%;

As variáveis avaliadas foram: cor, perda de massa fresca, acidez total titulável, pH, sólidos solúveis, ácido ascórbico e atividade de Pectinametilesterase (PME), sendo essas análises realizadas ao longo de vinte e quatro dias de armazenamento em intervalos de quatro dias (0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias) após aplicação dos tratamentos para ambiente controlado (12°C e UR 90%). Para temperatura ambiente as avaliações foram realizadas ao longo de vinte dias com intervalos de quatro dias após a aplicação dos tratamentos (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias).

As formulações de fécula foram obtidas através do aquecimento sob agitação da suspensão da fécula em água, com volume de dois litros completados em balões volumétricos. Para a obtenção das concentrações de 1, 3 e 5%, foi suspenso em água destilada as respectivas quantidades: 20g. 2L⁻¹ de água destilada, 60g. 2L⁻¹ de água destilada e 100g. 2L⁻¹ de água destilada. Estas foram aquecidas à temperatura máxima de 70°C, com agitação constante, até a geleificação da fécula. As suspensões foram preparadas no dia anterior à colheita dos frutos, para a aplicação fria e sem as bolhas que a agitação provoca. Os frutos foram imersos nessas suspensões e colocados para secar sobre tela de “nylon” (Figura 4), para drenar o excesso de suspensão, de acordo com HENRIQUE (1999). Em seguida foram acondicionados em embalagens plásticas.



Figura 4. Drenagem do excesso de fécula dos frutos de tomate cereja em tela de ‘nylon’.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 (tratamentos) X 6 (tempos de armazenamento na ‘Perinha’) ou 7 (tempos de armazenamento na ‘Mascot’) em temperatura ambiente. Em temperatura controlada, 4 (tratamentos) X 7 (tempos de armazenamento) para as duas cultivares. Foram utilizados 3 repetições de 8 frutos por parcela.

As análises foram realizadas aos 0, 4, 8, 12, 16, 20 dias para temperatura ambiente e aos 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias em temperatura controlada na variedade Perinha Água Branca. Enquanto que para o híbrido Mascot as análises procederam-se aos 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias para temperatura ambiente e controlada.

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de regressão de primeiro e segundo grau, considerando os dados em função do tempo, ajustando o modelo de acordo com a significância do teste F.

Na análise de variância as médias foram submetidas ao teste Tukey, ambos a 5% de significância, visando comparar os tratamentos de fécula utilizada em frutos de cada cultivar, assim como comparar a variedade Perinha Água Branca com o híbrido Mascot.

As análises qualitativas como cor foi determinada segundo aspecto visual submetendo a uma escala de notas, não sendo necessária a utilização de análise estatística.

O programa utilizado nas análises estatísticas foi SISVAR e para a confecção dos gráficos, o Sigmaplot.

3.3 Experimento 3: Utilização do Óleo Essencial de Casca de Canela no Controle de Podridões Pós-colheita em Frutos de Tomate Cereja

O experimento foi conduzido de acordo com a melhor concentração de fécula avaliada no experimento 2 e realizado em condições ambiente e controlada, sendo composto por tratamentos de fécula de mandioca na concentração de 3% e duas concentrações de óleo de canela, onde:

T1. - Fruto somente em água destilada;

T2. - Fécula 3%;

T3. - Água destilada + óleo essencial de canela a 0,1%;

T4. - Água destilada + óleo essencial de canela a 0,3%;

T5. - Fécula 3% + óleo essencial de canela a 0,1% e

T6. Fécula 3% + óleo essencial de canela a 0,3%.

Para o preparo da concentração de 3% de fécula de mandioca, o material foi suspenso em água destilada e aquecido à temperatura máxima de 70°C, com agitação constante, até a geleificação da fécula, sendo deixada em repouso até o completo resfriamento em temperatura ambiente. Após o resfriamento, o material foi dividido em três recipientes para que pudessem receber as diferentes % de óleos, a fim de obterem diferentes concentrações dos mesmos, em relação à suspensão de fécula. Os frutos foram imersos nesta suspensão por aproximadamente dois minutos e colocados para secar sobre telas de “nylon”, para drenar o líquido, por aproximadamente 12h. Após a drenagem do líquido os frutos foram acondicionados em embalagens plásticas. A avaliação foi feita 20 dias após a instalação do experimento para verificar a incidência de podridões (% de frutos bons e ruins), colônias de fungos formados e aspecto qualitativo (aparência). Foram utilizados vinte e quatro frutos por tratamento (4 repetições de 6 frutos por embalagem) para cada cultivar, em condições ambiente e controlada.

Foram considerados frutos bons aqueles que não apresentaram podridões, manchas e/ou queimaduras causadas pelo óleo, não estavam murchos, entre outros, ou seja, permaneceram com qualidade para serem consumidos.

A quantidade de frutos bons e ruins para consumo foi expressa em porcentagem (%).

3.4 Análises Físicas e Químicas

3.4.1 Perda de massa fresca (%)

A determinação da perda de massa fresca foi obtida por diferença entre a massa inicial das embalagens e a massa final em cada dia de avaliação, através da pesagem das mesmas em balança digital, sendo os resultados expressos em porcentagem através da seguinte equação:

$$PM = (mi - mf) / mi * 100$$

Sendo:

PM – perda de massa fresca expressa em porcentagem (%);

mi – massa inicial das embalagens (g);

mf – massa final das embalagens (g).

3.4.2 Cor

A cor foi avaliada baseando-se nos estádios de maturação segundo BRASIL (1995), onde:

- Verde maduro: quando se evidencia o início do amadurecimento na região apical do fruto.
- De vez ou Pintado: as cores amarela, rosa ou vermelho evidenciam-se entre 10% e 30% da superfície do fruto;
- Rosado: quando 30% a 60% da superfície do fruto encontra-se vermelha;
- Vermelho: o fruto apresenta entre 60% a 90% de sua superfície vermelha; e
- Vermelho maduro (Maduro): quando mais de 90% de sua superfície encontra-se vermelha.

Aos estádios de maturação foram atribuídos notas (Figura 5):

- Nota 0: Verde maduro;
- Nota 1: De vez ou pintado;
- Nota 2: Rosado;
- Nota 3: Vermelho;
- Nota 4: Maduro.

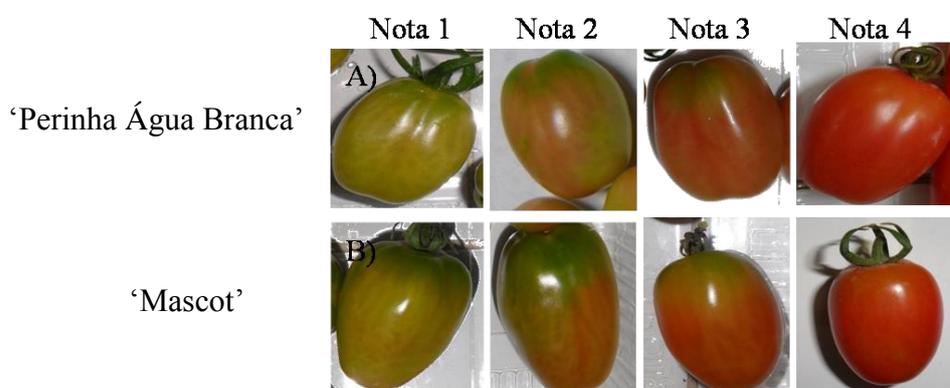


Figura 5. Cor em escala de notas, onde nota 1 de vez, nota 2 rosado, nota 3 vermelho e nota 4 maduro, onde A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

3.4.3 pH

Utilização de peagâmetro após padronização, a leitura foi realizada a partir de 10 g de polpa diluída em 100 mL de água destilada. A mesma amostra foi utilizada para a determinação da acidez total titulável seguindo as normas do IAL (1987).

3.4.4 Acidez total titulável

A acidez total titulável foi obtida utilizando 10 g da amostra diluída em 100 mL de água destilada sob agitação moderada. Essa solução foi titulada com NaOH 0,1N até a faixa de pH 8,2 a 8,4 (IAL, 1987). O resultado foi expresso em mg de ácido cítrico/100g de polpa.

3.4.5 Sólidos solúveis

Determinado por leitura direta em refratômetro manual, com resultados expressos em °Brix (IAL, 1987).

3.4.6 Teor de ácido ascórbico

Em frutos de tomate cereja o teor de ácido ascórbico foi determinado segundo o método de Tillmans modificado (PEARSON, 1976; BRASIL, 1986; ITAL, 1990), com valores expressos em mg de ácido ascórbico em 100g de polpa. Esta metodologia baseia-se na redução do indicador 2,6-diclorofenol indofenol-sódio (DCFI), que tem forte ação redutora, pelo ácido ascórbico presente na amostra.

DCFI em meio básico é azul.

DCFI em meio ácido é rosa.

DCFI em meio neutro é azul.

DCFI na forma reduzida é incolor.

O ponto final de titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota do DCFI é introduzida no sistema com todo ácido ascórbico já consumido.

Após a titulação determinou-se mg de ácido ascórbico por 100g de polpa, pelo seguinte cálculo:

$$\text{Ácido ascórbico (mg/100g de polpa)} = \frac{100 \times n'}{n/5 \times P}$$

Onde:

n' = volume de DCFI em mL gastos na titulação de amostra;

P = massa da amostra em gramas;

n = volume de DCFI em mL gastos na padronização.

3.4.7 Atividade enzimática - Pectinametilesterase (PME)

A atividade de pectinametilesterase (PME) foi determinado segundo HULTIN et al. (1966), e RATNER et al. (1969). Obteve-se o extrato enzimático homogeneizando 10 g de polpa de tomate com 20 mL de NaCl 0,2 N (gelado), em Mixer . Quatro mililitros de extrato enzimático foram adicionados sobre 30 mL de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2N. O pH da solução foi mantido em torno de 7,0 por dez minutos, com NaOH 0,01N (titulação) e uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação

de pectina correspondente ao consumo de $1 \mu\text{mol de NaOH min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de massa fresca, nas condições de ensaio, expressa em $\text{U.g}^{-1}\text{min}^{-1}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1 – Longevidade de Frutos de Tomate Cereja

A vida útil dos frutos foi avaliada segundo índices físicos e químicos, além da aparência externa. Por isso apesar de alguns frutos estarem aparentemente com boa qualidade visual, apresentavam características físicas e químicas alteradas devido ao processo natural de amadurecimento e senescência.

4.1.1 Avaliação da longevidade de frutos das cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

A vida útil dos frutos variou de acordo com cada cultivar e estágio de maturação colhido, chegando aos 20 dias para o estágio de vez e rosado e 15 dias para os estádios vermelho e maduro na variedade Perinha Água Branca. Os frutos do híbrido Mascot apresentaram longevidade de 24 e 20 dias para os estádios de vez e rosado e de 15 dias para os estádios vermelho e maduro, respectivamente (Figura 6). Nesses tempos de armazenamento, os frutos se apresentavam com boa qualidade visual, sem sinais de flacidez ou turgidez na casca, indicando que estavam aptos a serem utilizados pelo consumidor. Segundo FERREIRA (2004), a vida de prateleira depende do grau de maturação, cultivar, manejo pós-colheita e embalagem, sendo a deterioração mais rápida em frutos que são expostos a temperatura ambiente quando comparada a ambiente refrigerado.

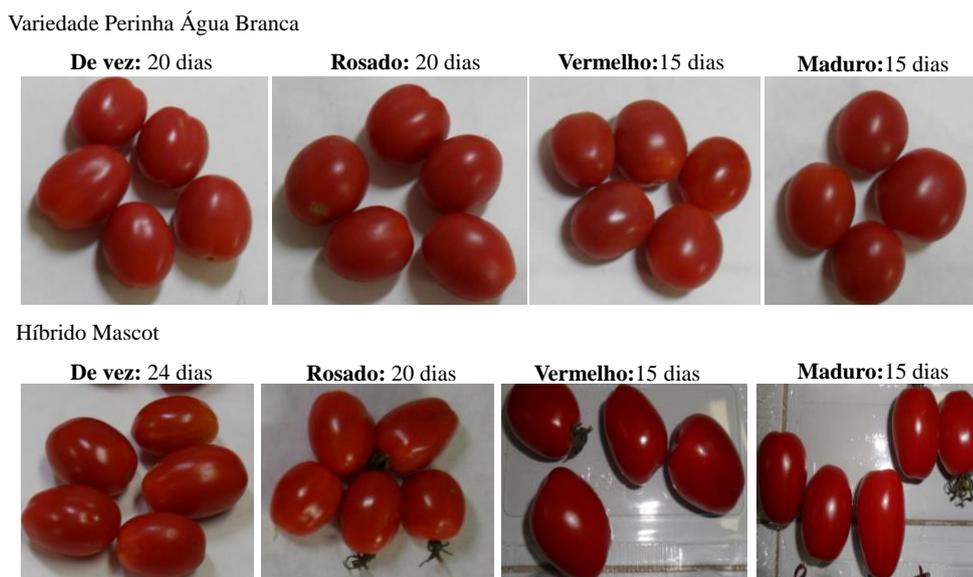


Figura 6. Longevidade dos frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), no último dia de avaliação. A) 'Perinha Água Branca' e B) 'Mascot'.

A perda de massa fresca para os frutos nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro de frutos da 'Perinha' e 'Mascot', armazenados em temperatura ambiente seguiram comportamentos semelhantes, havendo tendência de aumento da perda de massa fresca ao longo do período de armazenamento (Figuras 7A e 7B). De acordo com BRACKMAN et al. (2007), o aumento da perda de massa fresca em frutos armazenados são

decorrentes da água eliminada pela transpiração e dos processos metabólicos da respiração. Nas Figuras 7A e 7B, considerando a taxa referencial máxima de perda de massa fresca de 7% para tomates (CHITARRA & CHITARRA, 2005), os frutos nos estádios de vez e rosado da ‘Perinha’ aos 20 dias e nos estádios de vez, rosado e maduro na cv. Mascot aos 15 dias seriam considerados impróprios para consumo. Porém, estes frutos visualmente não se apresentavam com suas características alteradas.

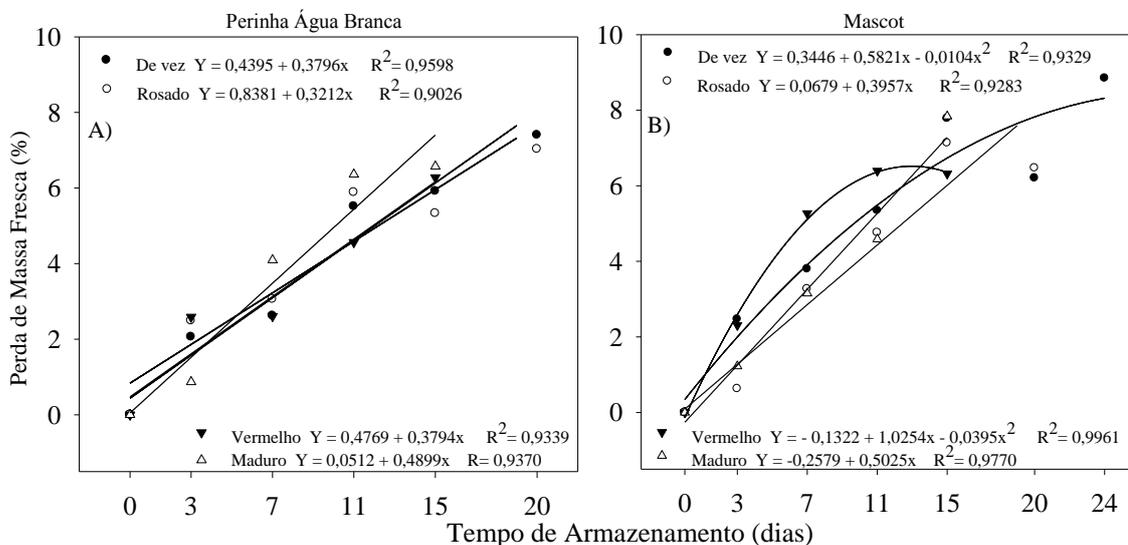


Figura 7. Perda de Massa Fresca (%) de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Na Tabela 1 verificou-se que os frutos no estágio de vez do híbrido Mascot apresentaram maior média de % perda de massa fresca, fato esse que se deve a sua maior durabilidade pós-colheita quando comparado aos outros estádios e com a variedade Perinha. O mesmo ocorreu para a cv. Perinha que apresentou nos diferentes estádios de maturação maior perda de massa fresca para os estádios de vez e rosado que foram os frutos que tiveram maior vida útil. Essa maior perda de massa nos frutos de vez e rosado, ocorreu porque os outros estádios de maturação já haviam entrado em senescência, enquanto que os frutos de vez e rosado continuaram a perder água até o final do armazenamento.

O tomate é um fruto com alto teor de água e está sujeito a variações do ambiente em que se encontra. A perda de água contribui para a perda de peso e da aparência, reduzindo dessa forma a qualidade dos frutos (CASA & EVANGELISTA, 2009). Essa perda de massa fresca é maior em frutos armazenados em temperatura ambiente devido ao aumento nas taxas transpiratórias (JAVANMARDI & KUBOTA, 2006 e PINHEIRO et al., 2013).

Fazendo o comparativo entre a variedade Perinha e o híbrido Mascot entre os diferentes estádios verificou-se que os estádios de vez e vermelho na ‘Mascot’ apresentaram a maior perda de massa fresca, enquanto os estádios rosado e maduro não diferiram estatisticamente em relação aos mesmos estádios na ‘Perinha’ (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de perda da massa fresca em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Estádios de maturação	Perda de Massa Fresca (%)	
	Perinha	Mascot
De vez	3,92Ba	4,92Aa
Rosado	3,97Aa	3,69Abc
Vermelho	3,21Bb	4,06Ab
Maduro	3,58Aab	3,36Ac
CV (%)	17,71	

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

Na ‘Perinha’ (Figura 8A) em relação à cor da casca, ocorreu avanço da síntese de pigmentos para os frutos de vez, atingindo a nota máxima aos 15 dias de armazenamento. Para os frutos rosados esta nota máxima foi alcançada aos 7 dias de armazenamento. Já para os frutos colhido no estágio de maturação vermelho, aos 3 dias de armazenamento alcançaram a coloração máxima. Os frutos colhidos em estágio vermelho e maduro só puderam ser avaliados até o 15º dia de armazenamento, devido ao avanço da senescência.

Os frutos da ‘Mascot’ no estágio de vez (nota 1) também alcançaram a coloração maduro aos 15 dias, enquanto que os estádios rosado e vermelho esta ocorreu aos 11 dias (Figura 8B). Geralmente com a maturação dos tecidos, há degradação da clorofila e a síntese de novos pigmentos que conferem a coloração característica dos frutos de cada espécie ou cultivar. Estes pigmentos são compostos por colorações variadas presentes em frutas e hortaliças e podem ser classificados em: clorofilas, carotenóides, flavonóides (antocianinas) e betalaínas (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo LOPEZ CAMELO & GÓMES (2004), a cor é o parâmetro externo mais importante para determinar a maturação e a vida útil dos frutos, além de ser um dos fatores que interferem na decisão de compra pelo consumidor.

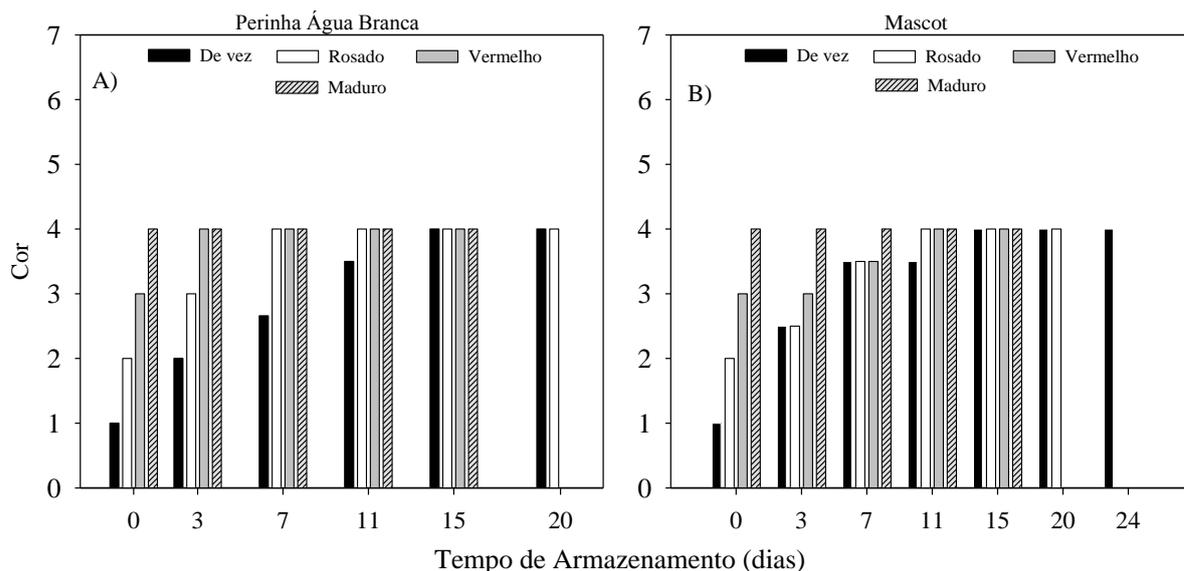


Figura 8. Cor de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) 'Perinha Água Branca' e B) 'Mascot'.

Os valores de pH de ambas as cultivares estudadas apresentaram tendência de aumento ao longo do tempo (Figuras 9A e 9B). GAUTIER et al. (2008), observaram incremento nos valores de pH durante o processo de amadurecimento em tomate, onde valores mínimos foram encontrados no estágio verde maduro e máximos no fruto maduro.

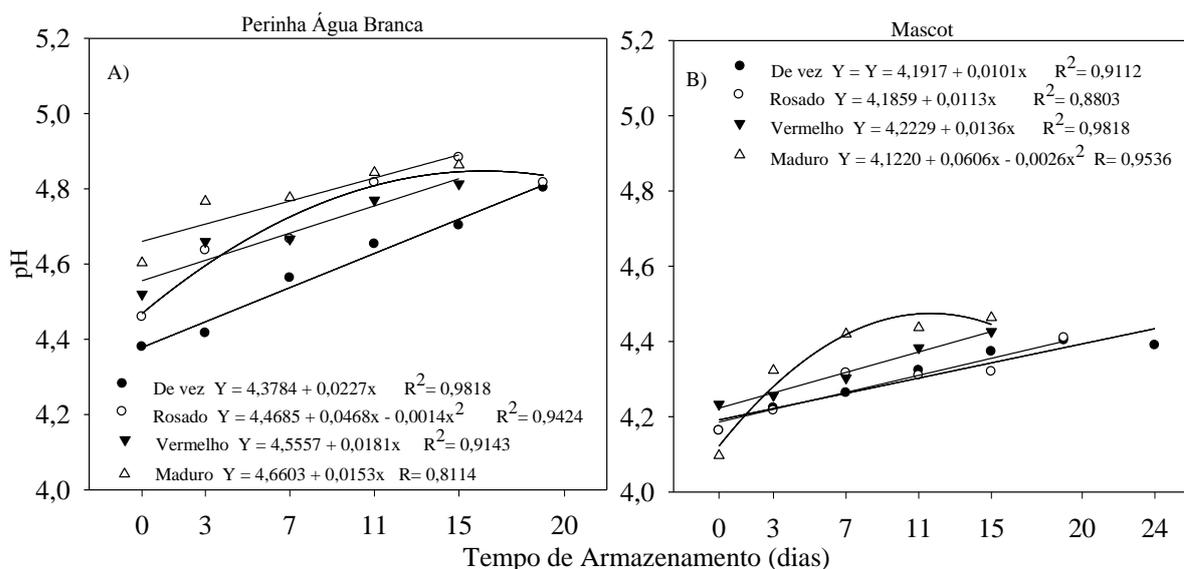


Figura 9. pH de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) 'Perinha Água Branca' e B) 'Mascot'.

Para frutos da variedade Perinha os valores médios foram de 4,59 no estágio de vez a 4,77 no estágio maduro que correspondem, respectivamente, ao menor e maior valores de pH. Frutos rosado e vermelho não diferiram significativamente. Quanto mais avançado o estágio de maturação colhido, maiores valores de pH foram observados. Para o híbrido Mascot os

valores médios de pH foram maiores para o estágio maduro seguido do estágio vermelho e de vez, não diferindo estatisticamente entre si, e o menor valor de pH foi obtido pelo estágio rosado, que também não apresentou diferenças estatísticas do estágio de vez e vermelho (Tabela 2).

Ainda na Tabela 2, quando se compara as duas cultivares, verificou-se que a ‘Perinha’ obteve maiores valores de pH em todos os estádios avaliados.

Os frutos da ‘Perinha’, segundo GOULD (1974), podem ser classificados como não ácidos devido o pH estar acima de 4,5. Enquanto os frutos da ‘Mascot’ podem ser classificados como ácidos devido aos valores de pH abaixo de 4,5.

Tabela 2. Valores médios de pH em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Estádios de maturação	pH	
	Perinha	Mascot
De vez	4,59Ac	4,30Bab
Rosado	4,71Ab	4,29Bb
Vermelho	4,68Ab	4,32Bab
Maduro	4,77Aa	4,35Ba
CV (%)	1,37	

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

Em termos de acidez BORGUINI (2006), preconiza ser um dois principais índices que analisa o nível de aceitação do tomate no mercado.

Os valores de acidez no fruto maduro da variedade Perinha não foram significativos ao longo do tempo, por isso não foram representados no gráfico (Figura 10A).

Observou-se nas Figuras 10A e 10B que a acidez, em todos os estádios avaliados nas duas cultivares, apresentou uma tendência de queda ao longo do tempo, exceto nos frutos da ‘Mascot’ nos estádios vermelho e maduro em que essa redução ocorreu até o 11º dia, com leve acréscimo na última avaliação (15 dias após a colheita).

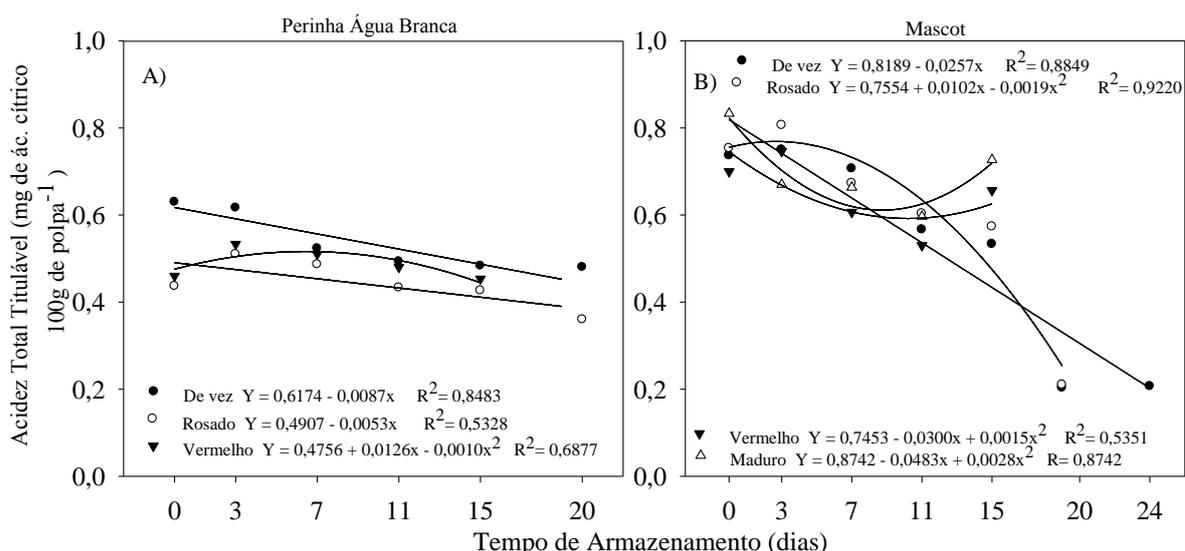


Figura 10. Acidez Total Titulável de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

*Os tratamentos não apresentados na figura não diferiam significativamente pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Os frutos da ‘Mascot’ apresentaram maiores valores médios de acidez titulável, 0,60, 0,65 e 0,70 mg de ácido cítrico 100g de polpa⁻¹, respectivamente, para rosado, vermelho e maduro quando comparados ao estágio de vez (0,53 mg ácido cítrico 100g de polpa⁻¹), ou seja, os valores de acidez foram maiores para os estádios de maturação mais avançados. Para a cv. Perinha a acidez foi maior no estágio de maturação inicial, estágio de vez, seguido dos estádios vermelho e maduro, não diferindo significativamente entre si. O estágio rosado apresentou-se menos ácido quando comparado a de vez e se assemelhou estatisticamente aos estádios vermelho e maduro (Tabela 3). Segundo BRON (2006), a acidez durante o processo de amadurecimento pode aumentar ou reduzir. O aumento estaria ligado à formação de ácido galacturônico, proveniente da degradação de pectinas, enquanto a redução da acidez ocorreria em função do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo que os ácidos são uma excelente fonte energética nos frutos, através de sua oxidação no ciclo de Krebs.

O sabor dos frutos é determinado pela acidez, conteúdo de sólidos solúveis, além de outros componentes voláteis (MATHIEU et al., 2009; SOBREIRA et al., 2010). A relação sólidos solúveis e pH ou sólidos solúveis e acidez são parâmetros utilizados para a determinação do sabor de frutos, sendo que quanto maior essa relação mais saborosos são considerados (MONTEIRO et al., 2008, SOBREIRA et al., 2010).

Quando comparada ‘Perinha’ com ‘Mascot’ verificou-se que não há diferença significativa no estágio de maturação de vez, entretanto nos outros estádios avaliados a ‘Mascot’ se apresentou mais ácida (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de acidez total titulável em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Estádios de maturação	Acidez Total Titulável (mg ácido cítrico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
De vez	0,54Aa	0,53Ac
Rosado	0,44Bb	0,60Ab
Vermelho	0,49Bab	0,65Aab
Maduro	0,47Bab	0,70Aa
CV (%)	14,40	

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

O teor de sólidos solúveis das duas cultivares colhidas nos estádios de vez, vermelho e maduro não variaram ao longo do período de armazenamento e por isso não foram representados graficamente. No entanto, houve diferença significativa nas duas cultivares ao longo do tempo quando colhido no estágio rosado (Figuras 11A e 11B). Tais teores de sólidos solúveis, acima de 6,0, corroboraram com os valores encontrados por ROCHA (2008), ao qual avaliou diferentes acessos de tomate do grupo cereja e três tipos comerciais incluindo ‘Perinha Água Branca’. Para a variedade Perinha o °Brix oscilou entre 6 e 7 e para o híbrido Mascot entre 6 e 7,5, com valores máximos aos 7 e 15 dias (Figuras 11A e 11B).

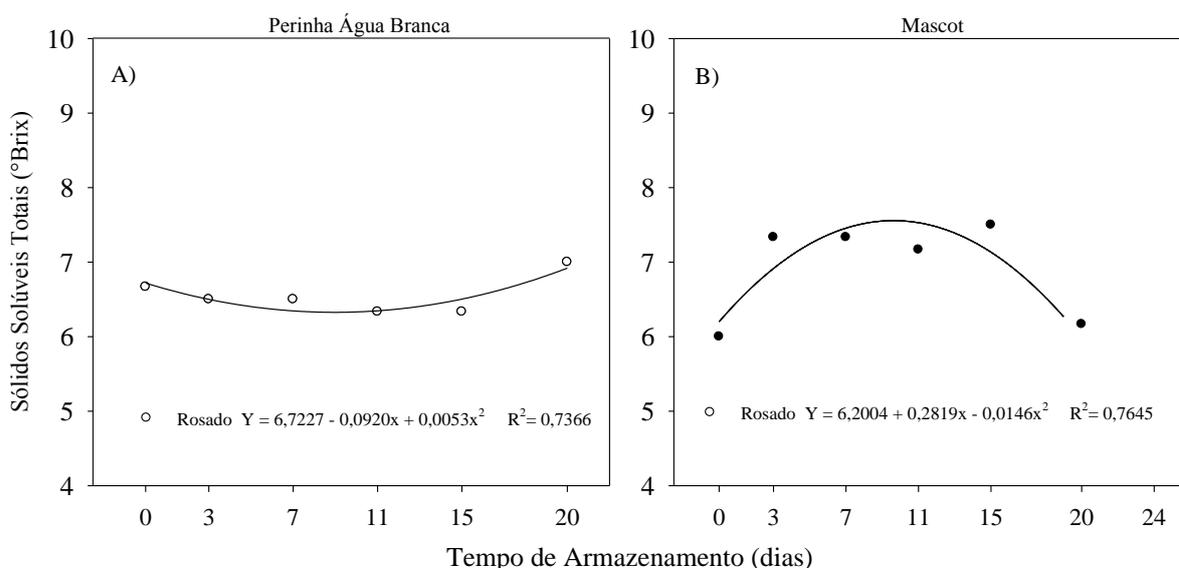


Figura 11. Sólidos Solúveis Totais de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

*Os tratamentos não apresentados na figura não diferiam significativamente pelo teste F ao nível de 5% de significância.

De acordo com a Tabela 4, a cv. Perinha não apresentou diferenças significativas quanto aos teores de sólidos solúveis entre os diferentes estádios de maturação. Já na cv. Mascot esses teores evoluíram com o avanço dos graus de maturação, ficando na faixa de 6,62 a 8,43 °Brix. Trabalho realizado por OPARA et al. (2012), também observaram um acréscimo no conteúdo de sólidos solúveis em tomates cereja durante a maturação, do estágio verde-maduro ao vermelho-intenso, ficando na faixa de 5 a 8,7 °Brix, respectivamente. Fazendo a comparação entre os diferentes estádios nas duas cultivares verificou-se que somente no estágio de vez não houve diferenças significativas, entretanto nos estádios rosado, vermelho e maduro as médias de °Brix apresentaram-se maior no híbrido Mascot.

Tabela 4. Valores médios de sólidos solúveis totais em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Estádios de maturação	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	
	Perinha	Mascot
De vez	6,50Aa	6,62Ac
Rosado	6,55Ba	6,92Ac
Vermelho	6,83Ba	7,80Ab
Maduro	6,83Ba	8,43Aa
CV (%)	5,95	

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

O conteúdo de ácido ascórbico não variou de forma significativa para o estágio maduro em ambas as cultivares ao longo do tempo, por isso não foi representado nas figuras 12A e 12B. Para os outros estádios os valores tiveram grandes oscilações, sendo os valores máximos encontrados no estágio vermelho (Figuras 12A e 12B). É importante salientar que essas análises são realizadas com frutos diferentes em cada dia de avaliação. Além disso, o conteúdo de ácido ascórbico é muito sensível a reações de oxidação e redução, o que pode influenciar nos resultados.

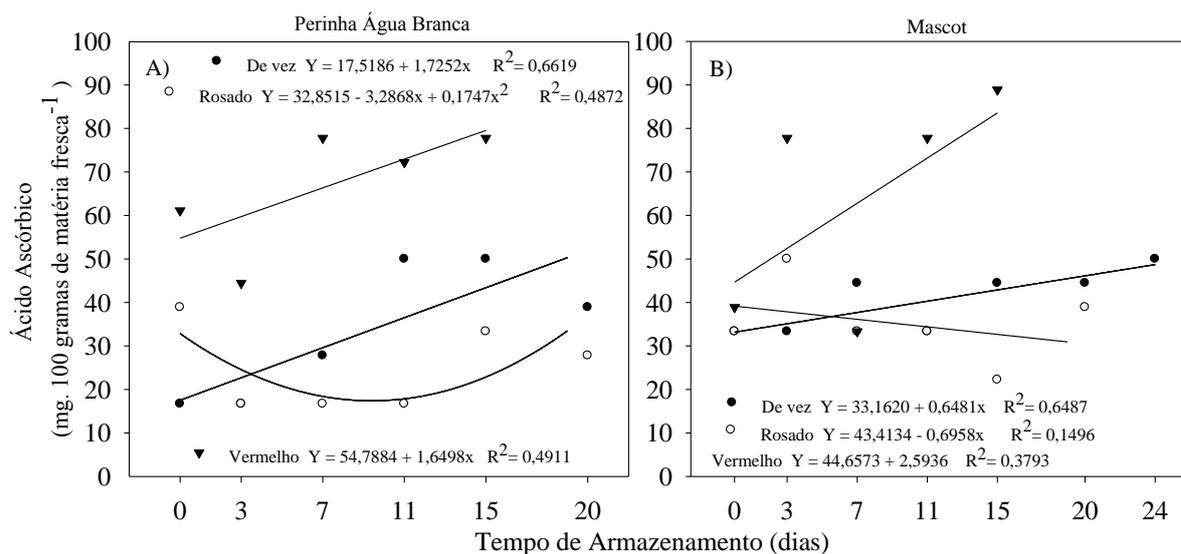


Figura 12. Teor de Ácido Ascórbico de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

*Os tratamentos não apresentados na figura não diferiam significativamente pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Os teores médios de ácido ascórbico da cv. Perinha variaram de 25 a 66,67 mg.100g de matéria fresca⁻¹, com maiores teores nos estádios vermelho e maduro e os menores nos estádios de vez e rosado. Para ‘Mascot’ os frutos no estágio maduro apresentaram os maiores teores de ácido ascórbico seguido do estágio vermelho, enquanto que nos estádios de vez e rosado apresentaram-se menores e não houve diferenças estatísticas, assim como na ‘Perinha’ (Tabela 5). Possivelmente esses maiores valores nos estádios vermelho e maduro se devem ao fato desses frutos terem sido colhidos em estágio de completa maturação quando comparados aos frutos que completaram seu processo de maturação fora da planta mãe (FERREIRA, 2004; SOUZA et al., 2011). Fazendo um comparativo entre as médias das duas cultivares, nos diferentes estádios de maturação observou-se que houve diferença significativa entre os estádios rosado e maduro enquanto que nos estádios de vez e vermelho não foram observadas diferenças significativas (Tabela 5).

Os valores de ácido ascórbico encontrados neste trabalho estão de acordo com a faixa de vitamina C estimada por SALTVEIT (2005), que varia de 8 a 120 mg. 100g de matéria fresca⁻¹, em frutos de tomate.

Tabela 5. Valores médios do teor de ácido ascórbico em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Estádios de maturação	Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
De vez	33,33Ac	40,47Ac
Rosado	25,00Bc	35,18Ac
Vermelho	66,67Aa	63,33Ab
Maduro	47,78Bb	86,67Aa
CV (%)	27,17	

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

4.1.2 Avaliação da longevidade de frutos das cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)

A vida útil dos frutos da variedade Perinha foi de 24 dias para os estádios de vez e rosado e 15 e 20 dias respectivamente para os estádios maduro e vermelho. Para o híbrido Mascot a vida útil dos frutos colhidos nos estádios de vez e rosado foram de 27 dias e para os frutos nos estádios vermelho e maduro 24 dias (Figura 13). Nestas avaliações, os frutos das duas cultivares se apresentavam com boa aparência visual e sem sinais de flacidez na casca. Os frutos da ‘Mascot’ apresentaram maior durabilidade quando comparado a variedade Perinha em todos os estádios avaliados.

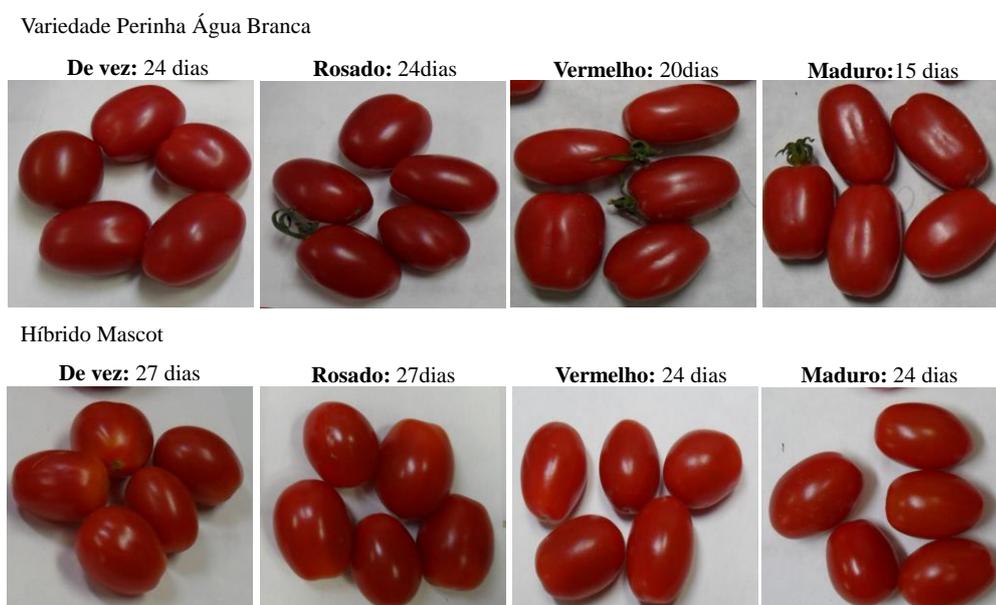


Figura 13. Longevidade dos frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%), no último dia de avaliação. A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Fazendo um comparativo da utilização de temperatura controlada (12°C e UR de 90%) com frutos avaliados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C), verificou-se que na cv. Perinha a vida útil dos frutos aumentou em 4 dias para frutos de vez e rosado e 5 dias para frutos vermelhos. Frutos no estágio maduro apresentaram o mesmo tempo de conservação pós-colheita. Os frutos neste estágio quando avaliados já se apresentavam bem macios assim como na mesma data de avaliação para frutos maduros em temperatura ambiente. Para ‘Mascot’ a vida útil foi aumentada em 3 dias para frutos de vez, 7 dias para rosado e 9 dias para frutos nos estádios vermelho e maduro. Estes aumentos na longevidade dos frutos ressaltam a importância da utilização de ambiente refrigerado.

SANINO et al. (2002), demonstraram que tomates cv. ‘Débora’ colhidos no ponto de colheita comercial e armazenados em ambiente refrigerado tiveram vida útil de 9 dias quando em temperatura ambiente e de 17 dias quando armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%), apresentando em ótimo estado para consumo *in natura*.

A perda de massa fresca ao longo do armazenamento aumentou nas cultivares Perinha e Mascot independente do ponto de maturação. Nos frutos do híbrido Mascot todos os estádios apresentaram valores próximos ao longo dos tempos avaliados, enquanto que nos de ‘Perinha’ houve maiores diferenças entre os estádios. A maior perda de massa fresca ocorreu para os frutos no estágio maduro na cv. Perinha com valor ao final de 15 dias de 10,45%. Nessa mesma data de avaliação, os frutos no grau maduro da ‘Mascot’ apresentaram perda de massa fresca de apenas 3% (Figuras 14A e 14B). Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), a perda aceitável de água em tomates é de 7%; acima deste valor há uma perda de turgor das células com conseqüente murchamento dos tecidos, o que torna o fruto inapto para a comercialização. Na cultivar Mascot, perdas de massa fresca maiores que 7% ocorreram aos 27 dias para o estágio de vez e aos 24 dias para os estádios rosado e vermelho. Contudo, estes se apresentavam visualmente com boa qualidade.

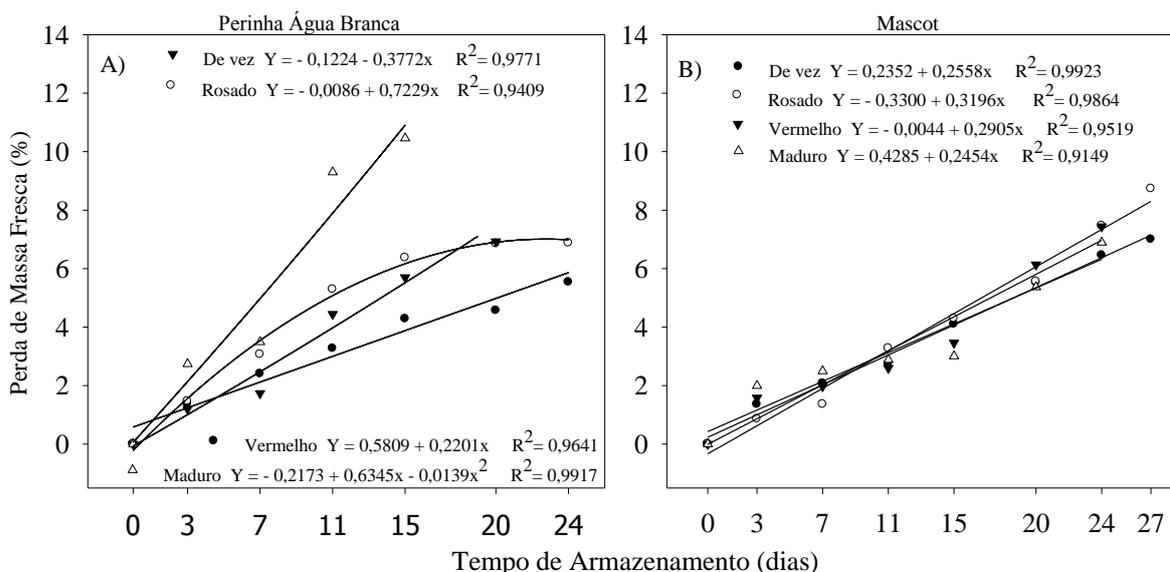


Figura 14. Perda de Massa Fresca (%) de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Na Tabela 6 fazendo o desdobramento dentro dos estádios de maturação na cv. Perinha verificou-se que a maior perda de massa fresca ocorreu para o estágio maduro seguido por rosado, vermelho e de vez. Na cv. Mascot os estádios de maturação não

apresentaram diferença estatística. Segundo KLUGE et al. (1996), frutos mais maduros oferecem menor resistência a perda de massa fresca quando comparados a frutos mais verdes, devido ao fato de estarem em processo final de senescência. Fazendo um comparativo entre as duas cultivares nos diferentes estádios de maturação, verificou-se que somente os estádios maduro se diferenciaram significativamente e que os frutos da cv. Perinha neste estágio apresentaram maior perda de massa fresca (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de perda da massa fresca em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Estádios de maturação	Perda de Massa Fresca (%)	
	Perinha	Mascot
De vez	3,06Ac	3,66Aa
Rosado	4,28Aab	3,94Aa
Vermelho	3,33Abc	3,32Aa
Maduro	5,20Aa	3,23Ba
CV (%)	33,90	

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

As Figuras 15A e 15B mostram que para a variedade Perinha somente os frutos no estágio de maturação de vez alcançaram a coloração máxima aos 20 dias de armazenamento. Já para os demais estádios de maturação, a coloração máxima dos frutos foi alcançada aos 7 dias. Para o híbrido Mascot a coloração máxima foi atingida aos 11 dias para frutos rosados e vermelhos. Os frutos de vez alcançaram nota 4 somente aos 20 dias de armazenamento, ou seja, a refrigeração não foi efetiva em retardar o avanço da coloração dos tomates colhidos nos estádios rosado e vermelho em ambas as cultivares, já que os frutos alcançaram a coloração máxima próximo da metade do período total de armazenamento. Porém para o estágio de vez nas cultivares Perinha e Mascot a refrigeração retardou o avanço da coloração quando comparada a temperatura ambiente.

JAVANMARDI & KUBOTA (2006), verificaram que tomates armazenados em temperatura controlada (5°C e 12°C), reduziram a produção de licopeno quando comparado aos frutos armazenados em temperatura ambiente, ou seja, as taxas de amadurecimento que estão associadas com o aumento do teor de licopeno foram mais lentas em frutos armazenados em temperatura controlada. A coloração avermelhada ou amarelada dos frutos maduros se deve à síntese de antocianinas e carotenóides e à redução de clorofila. Tomates verdes possuem os carotenóides betacaroteno, luteína e violaxantina que são os mesmos encontrados em folhas. Quando ocorrem as mudanças de coloração nos frutos há início da síntese e acúmulo de licopeno, que representa no fruto maduro 90% do total de carotenóides (KERBAUY, 2008).

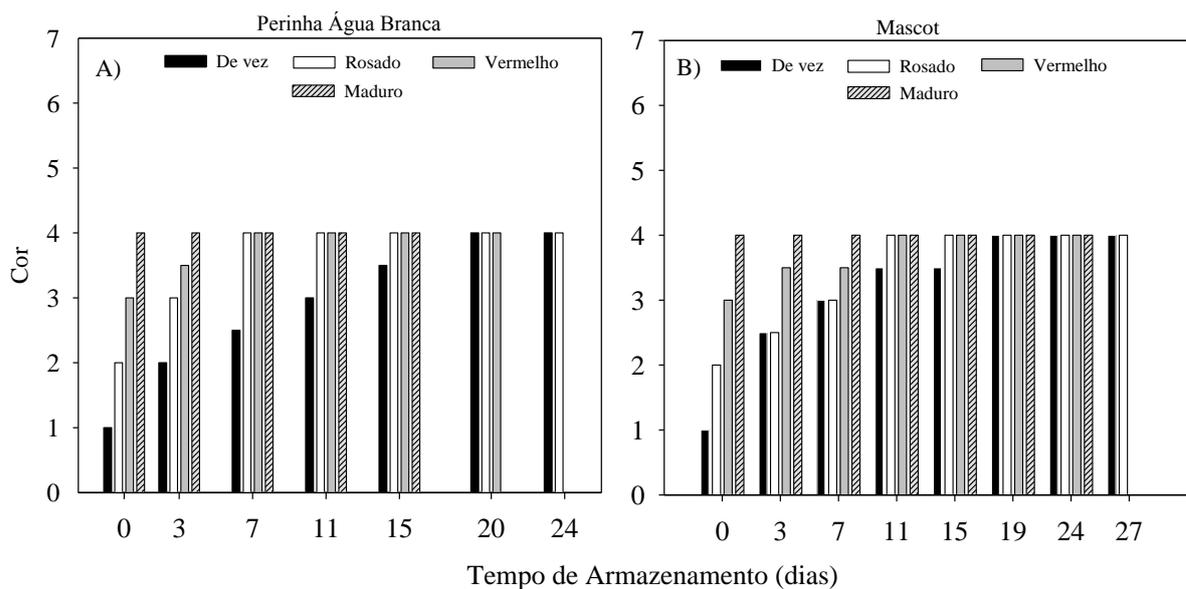


Figura 15. Cor de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

No estágio maduro para a variedade Perinha e para o híbrido Mascot, as variações nos valores de pH não foram significativas ao longo do tempo, por isso não foram representados graficamente (Figuras 16A e 16B).

Na variedade Perinha, o pH teve tendência de aumento, exceto no estágio rosado cujos valores variaram bastante durante o período de armazenamento, aumentando até quinze dias com posterior decréscimo em 20 e 24 dias. Para ‘Mascot’ também foi observado grandes oscilações dos valores de pH nos estádios de maturação estudados (Figuras 16A e 16B).

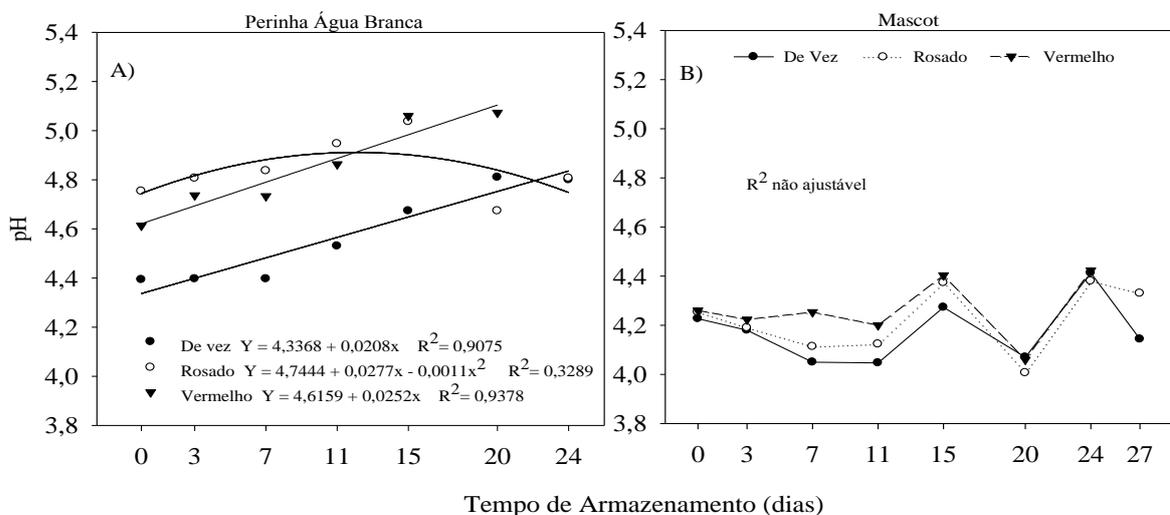


Figura 16. pH de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

*Os tratamentos não apresentados na figura não diferiam significativamente pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Na tabela 7 pode-se observar que o pH da cv. Perinha foi maior para os frutos colhidos em estádios de maturação mais avançados, ou seja, o maior pH correspondeu ao estágio maduro, seguido por vermelho que obteve valores intermediários se assemelhando estatisticamente a rosado e maduro, seguidos pelos estádio rosado e de vez. Na ‘Mascot’ maior valor de pH também foi obtido por frutos maduro quando comparado a frutos rosado e de vez. O estágio vermelho se assemelhou estatisticamente a todos os outros estádios. Os frutos da variedade Perinha mostraram-se com pH superior ao híbrido Mascot em todos os estádios avaliados.

ANTHON et al. (2011), verificaram o aumento do pH em frutos à medida que estes amadureciam, ou seja, o pH aumentou do estágio verde para o rosado e deste para o vermelho. E esse incremento do pH nos frutos foi maior naqueles que atingiam o estágio vermelho-maduro na planta.

Tabela 7. Valores médios de pH em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Estádios de maturação	pH	
	Perinha	Mascot
De vez	4,57Ac	4,17Bb
Rosado	4,84Ab	4,22Bb
Vermelho	4,85Aab	4,26Bab
Maduro	4,93Aa	4,31Ba
CV (%)	2,49	

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

Na Figura 17A os estádios de vez e maduro não foram representados no gráfico, pois estes não diferiram significativamente pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A acidez dos frutos da ‘Perinha’ reduziu ao longo do processo de amadurecimento onde obteve valores de máximo e mínimo de 0,59 e 0,43 respectivamente, que correspondem à avaliação inicial e final do estágio rosado. XIN et al. (2010), também observaram um decréscimo na acidez titulável com o amadurecimento de frutos de tomate. Para ‘Mascot’, assim como os valores de pH, os valores de acidez apresentaram grande oscilação durante o tempo de armazenamento (Figuras 17A e 17B).

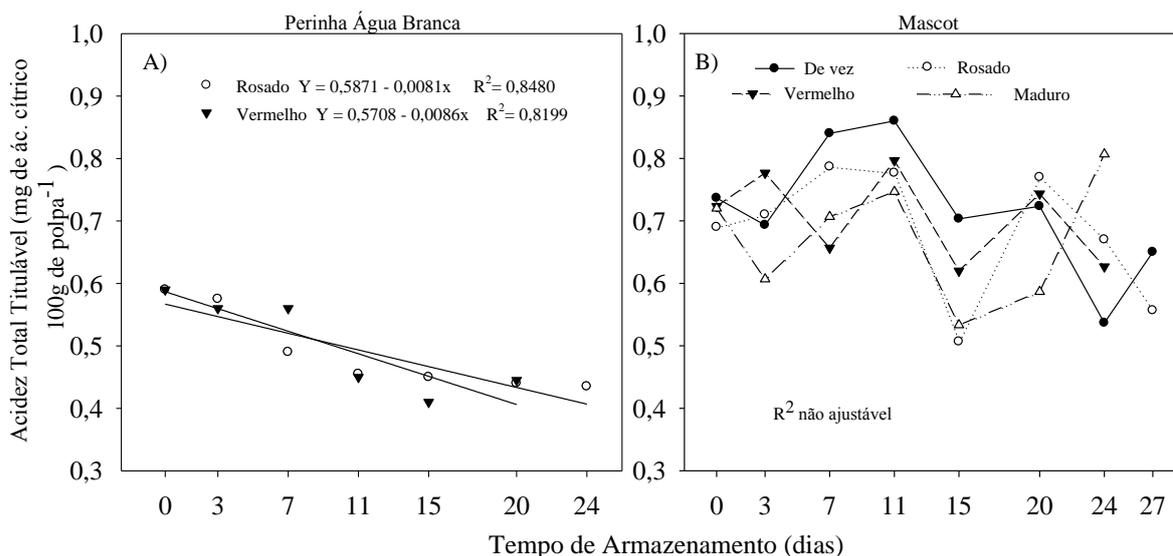


Figura 17. Acidez Total Titulável de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Segundo FERREIRA (2004), a acidez tende a diminuir com o avanço do estágio de maturação dos frutos e alcança maiores valores no estágio de vez, reduzindo progressivamente com o amadurecimento dos frutos. Isto foi verificado entre os estádios de maturação da ‘Perinha’ onde frutos de vez diferiram significativamente dos demais, sendo os mais ácidos. Os outros estádios apresentaram frutos com valores médios estatisticamente iguais (Tabela 8).

Observando a Tabela 8 verifica-se que na cv. Mascot os teores de acidez nos estádios avaliados não apresentaram diferenças significativas entre si. BRACKMANN et al. (2007), avaliando o efeito do estágio de maturação e da temperatura na qualidade pós-colheita de tomate de mesa ‘Cronus’ em frutos parcialmente maduros e maduros, verificaram que a acidez titulável não foi influenciada pelo estágio de maturação dos frutos, como ocorreu no presente trabalho.

Na comparação das cultivares Perinha e Mascot entre os estádios de maturação foi observado que os frutos da ‘Mascot’ apresentavam maior acidez em todos os estádios avaliados variando de 0,67 a 0,72 mg de ácido cítrico 100g de polpa⁻¹, enquanto que na ‘Perinha’ esses valores ficaram na faixa de 0,49 a 0,60 mg de ácido cítrico 100g de polpa⁻¹.

Tabela 8. Valores médios de acidez total titulável em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Estádios de maturação	Acidez Total Titulável (mg ácido cítrico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
De vez	0,60Ba	0,72Aa
Rosado	0,49Bb	0,68Aa
Vermelho	0,49Bb	0,71Aa
Maduro	0,50Bb	0,67Aa
CV (%)	12,44	

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

Observando a Figura 18A para teor de sólidos solúveis, pode-se verificar que o estágio de vez e rosado na ‘Perinha’ apresentaram grandes oscilações em seus valores. Já em vermelho e maduro foi observada redução nos valores sem grandes variações no decorrer do armazenamento. Maior teor de sólidos solúveis foi obtido pelo estágio maduro e os outros estádios não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 9). Para ‘Mascot’ os valores de sólidos solúveis dos estádios de vez e maduro aumentaram durante todo o tempo de armazenamento, enquanto frutos rosado e vermelho tiveram aumento nos teores de sólidos solúveis até 15 dias com posterior queda nos valores (Figura 18B). Essa redução no conteúdo de açúcares também ocorreu em trabalho realizado por LEÓN-SÁNCHEZ et al. (2009), em frutos de tomate armazenados em ambiente refrigerado no último dia de avaliação. Verificou-se também na cv. Mascot que nos estádios rosado, vermelho e maduro os teores de sólidos solúveis não diferiram entre si, porém foram superiores que do estágio de vez (Tabela 9).

De acordo com OSM-OLIU et al. (2011), o amadurecimento dos frutos envolve mudanças em sua fisiologia e dentre essas mudanças o aumento no teor de açúcares como glicose e frutose e a redução da quantidade de sacarose. Além da degradação dos polissacarídeos, a perda de massa fresca, durante o processo de amadurecimento é outro fator que resulta no aumento do teor de sólidos solúveis devido o acúmulo de açúcares (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

CENTENO & NEVES (2009), encontraram maiores níveis de sólidos solúveis totais em frutos maduros quando comparado a frutos verdes. Tal aumento foi marcado pelo acréscimo de frutose e glicose e redução dos níveis de sacarose. Os teores de frutose associados ao decréscimo de alguns ácidos orgânicos contribuem diretamente para o sabor de tomates maduros.

Ainda na Tabela 9 pode ser observado que no estágio de vez o conteúdo de sólidos solúveis dos frutos da ‘Perinha’ foram superiores a da ‘Mascot’, enquanto que no estágio maduro não diferiram estatisticamente. Já nos estádios rosado e vermelho verificou-se o inverso, a cv. Mascot foi superior a cv. Perinha. No entanto esses valores sempre ficaram acima do valor preconizado por MORGAN (2004) apud RINALD et al. (2011), onde valores de sólidos solúveis maiores que 5,0 °Brix indicam frutos de tomate com alta qualidade.

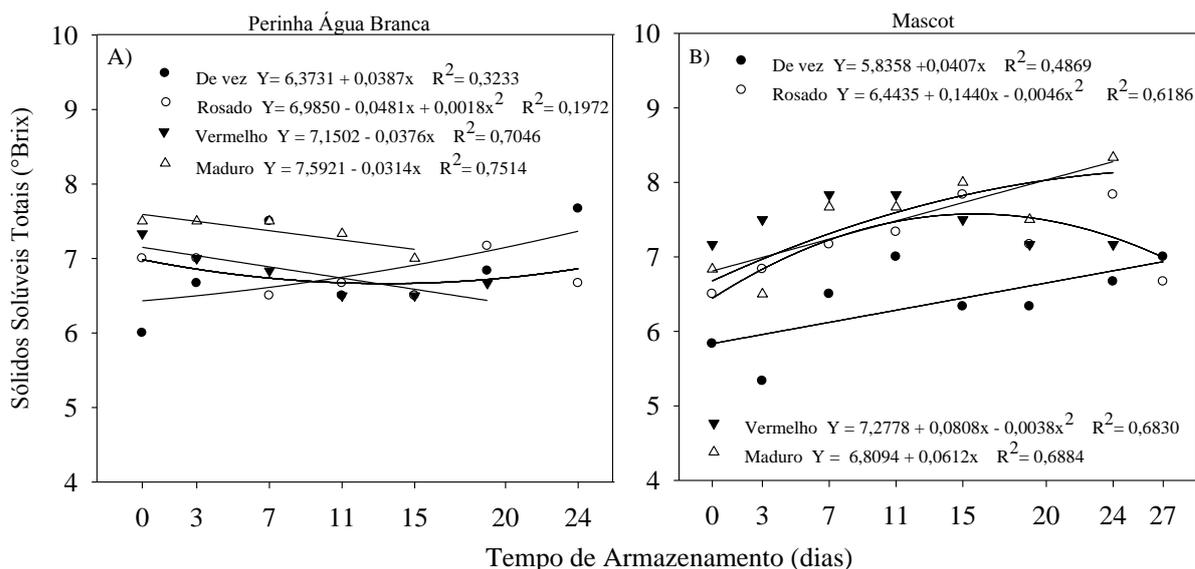


Figura 18. Sólidos Solúveis Totais de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Tabela 9. Valores médios de sólidos solúveis totais em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Estádios de maturação	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	
	Perinha	Mascot
De vez	6,81Ab	6,37Bb
Rosado	6,78Bb	7,17Aa
Vermelho	6,80Bb	7,45Aa
Maduro	7,37Aa	7,50Aa
CV (%)	6,88	

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

Na cultivar Perinha, o conteúdo de ácido ascórbico nos estádios vermelho e maduro não foram significativos ao longo do tempo pelo teste F a 5% de significância, por isso não foram representados graficamente (Figura 19A).

Para o conteúdo de ácido ascórbico na cv. Perinha verificou-se que estes tiveram aumento até 11 dias para o grau de vez e até 7 dias para rosado com um decréscimo logo em seguida (Figura 19A). FERREIRA et al. (2012), observaram o mesmo comportamento para tomates ‘Mariana’ e ‘SM-16’. GIOVANELLI et al. (1999), estudando o comportamento do conteúdo de antioxidantes, incluindo ácido ascórbico, em frutos de tomate amadurecidos na planta e frutos amadurecidos após a colheita, observaram que frutos amadurecidos fora da planta apresentavam conteúdo inicial de ácido ascórbico baixo com um considerável aumento e posterior decréscimo nos últimos estádios como ocorreu para a cv. Perinha neste trabalho.

Diferentemente da cv. Perinha, a cv. Mascot apresentou tendência de aumento no conteúdo de ácido ascórbico durante o tempo de avaliação (Figura 19B). ANDREUC CETTI et al. (2007), trabalhando com tomates cultivar ‘Andrea’ também observaram tendência de aumento nos teores de ácido ascórbico ao longo do tempo. Segundo FERREIRA (2004), o teor de ácido ascórbico aumenta com o avanço do estágio de maturação dos frutos, pois utiliza como substrato açúcares.

No entanto, o ácido ascórbico pode sofrer variações contínuas aumentando ou reduzindo ao longo do tempo como ocorreu no presente trabalho. Para YAHIA et al. (2001), essas oscilações se devem a reações contínuas de oxidação e redução onde a redução é marcada pelo início do amadurecimento, indicado pela alteração da cor e com o aumento da atividade da ascorbato oxidase, porém os produtos de oxidação consistem em radicais livres do ácido que podem ser novamente convertidos em ácido ascórbico e terem seu conteúdo aumentado durante o amadurecimento.

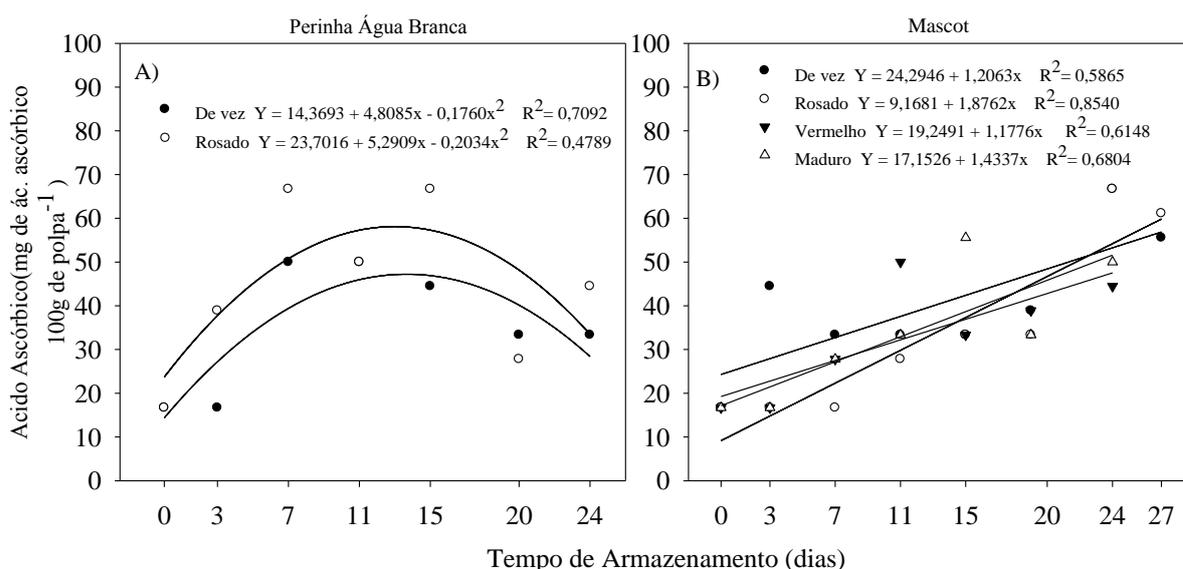


Figura 19. Teor de Ácido Ascórbico de frutos de tomate cereja nos estádios de maturação de vez, rosado, vermelho e maduro, armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

*Os tratamentos não apresentados na figura não diferiam significativamente pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Os valores médios de ácido ascórbico na ‘Perinha’ variaram de 29,63 a 44,44 mg.100g de polpa⁻¹ que correspondem respectivamente aos estádios vermelho e rosado. Na ‘Mascot’ esses valores ficaram na faixa de 32,54 a 40,28 mg.100g de polpa⁻¹ mas não diferenciaram estatisticamente entre si (Tabela 10).

SOUZA et al. (2011), obtiveram valores médios de 33,83 e 42,66 mg de ácido ascórbico. 100g⁻¹ de polpa, respectivamente para o acesso 18 e acesso 209 de tomate cereja colhidos no ponto de maturação comercial. Tais valores estão próximos aos valores da ‘Perinha’ e ‘Mascot’ encontrados neste trabalho.

Comparando as cultivares dentro de cada estágio de maturação pode-se observar que o híbrido Mascot foi superior somente no estágio de vez, nos estádios rosado e maduro o conteúdo de ácido ascórbico se mostrou superior na ‘Perinha’ e no estágio vermelho não foi observada diferença significativa entre as duas cultivares estudadas (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios do teor de ácido ascórbico em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Estádios de maturação	Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
De vez	34,92Bab	40,28Aa
Rosado	44,44Aa	34,03Ba
Vermelho	29,63Ab	32,54Aa
Maduro	43,33Aa	33,33Ba
CV (%)	31,72	

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

4.2 Experimento 2 - Avaliação do Efeito da Película de Fécula de Mandioca na Qualidade Pós-colheita de Tomate Cereja

4.2.1 Frutos das cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente (25°C ± 2°C)

Para a variedade 'Perinha' as avaliações pós-colheita foram realizadas até o 20º dia para o controle e revestimentos de fécula nas concentrações 1% e 3%. Em fécula 5% as avaliações se encerraram no 12º dia. O aparecimento de podridões inviabilizou a realização das análises até o 24º dia como proposto para estes tratamentos. Já para o híbrido Mascot as análises procederam até o 24º dia para o controle, fécula 1% e fécula 3%, enquanto que para fécula 5% estas foram realizadas até o 16º dia. A avaliação de 4 dias da cv. Mascot foi desconsiderada na discussão devido a grandes alterações em seus valores que entravam em discrepância com os dados encontrados nos demais períodos.

A concentração de 5% em ambas as cultivares era de difícil secagem. No entanto, após a secagem ocorreu processo de contração dos frutos, fazendo que alguns expelissem pequena quantidade de seu conteúdo pelo ápice, o que pode ter favorecido o desenvolvimento de fungos nessa região. Além disso, em alguns frutos esta concentração não formou película íntegra, se tornando quebradiça com o manuseio, e quando formava película íntegra, não permitia a troca de gases do fruto com o ambiente, impedindo o processo normal de amadurecimento. Ainda nesse tratamento registrou-se alto índice de frutos infectados por fungos diversos (Figuras 20A e 20B).



Figura 20. Frutos revestidos com fécula 5%, armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) Descamação da película de fécula de mandioca e B) impedimento do processo de amadurecimento e aparecimento de fungos.

Nas figuras 21A e 21B pode-se observar que todos os frutos das cultivares Perinha e Mascot apresentaram tendência à perda de massa fresca ao longo do tempo em todos os tratamentos. Os frutos da cv. Perinha revestidos com fécula 5% tiveram os maiores valores de perda de massa fresca até o 12º dia, último dia de avaliação realizado para essa concentração. O mesmo ocorreu com a cv. Mascot na concentração de 5% de fécula, que também proporcionou maior perda de massa, apesar das análises terem sido realizadas até o 16º dia.

Aos 20 dias, fécula 1% e fécula 3% da cultivar Perinha apresentaram perdas de massa fresca maiores que 7% (Figura 21A). Para a cultivar Mascot, isto ocorreu aos 24 dias para o controle e féculas 1% e 3% e a partir do 8º dia para fécula 5% (Figura 21B). De acordo CHITARRA & CHITARRA (2005), esses frutos seriam considerados impróprios para comercialização e consumo, no entanto os frutos das cultivares trabalhadas se apresentavam visualmente com boa qualidade.

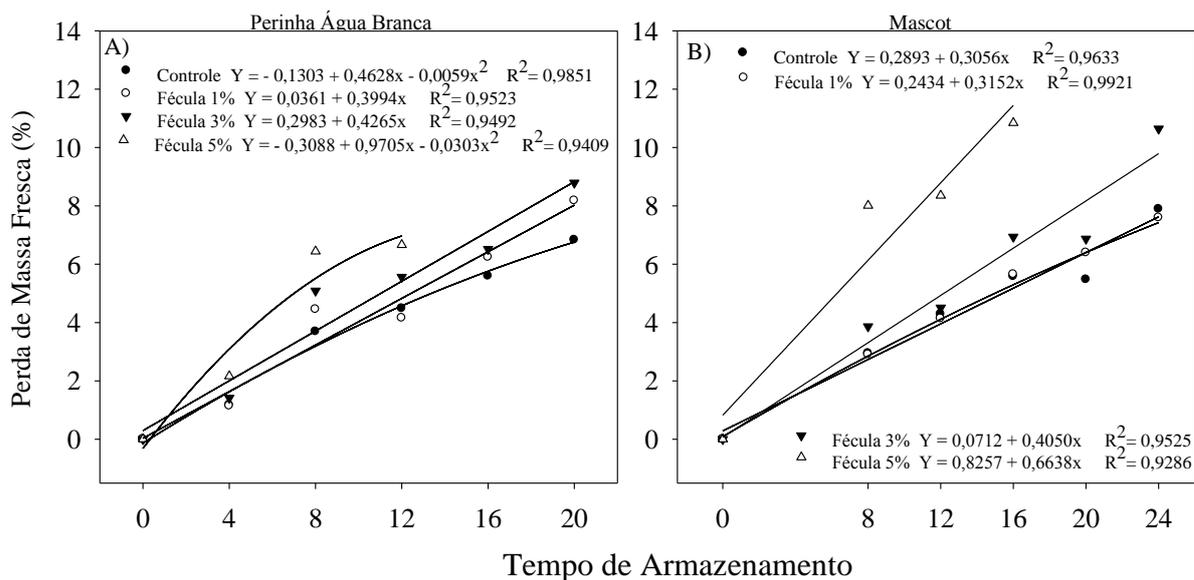


Figura 21. Perda de Massa Fresca (%) de tomate cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

* O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

Para ‘Perinha’ as médias de perda de massa fresca no controle e nos frutos revestidos não diferiram estatisticamente. Na cv. Mascot a maior média de perda de massa fresca foi para fécula 5% seguido da concentração de 3%. As menores médias ocorreram para o controle e fécula 1% que foram estatisticamente iguais entre si (Tabela 11), ou seja, os revestimentos mais concentrados foram os que proporcionaram maiores perdas de massa fresca.

SOUZA et al. (2009), observaram maiores perdas de massa fresca em frutos de berinjela revestidos com fécula de mandioca em relação ao controle. Entretanto, bons resultados foram encontrados por SANTOS et al. (2011), onde o revestimento de fécula de mandioca controlou a perda de massa fresca ao longo do tempo de frutos de mangas ‘Tommy Atkins’, o que demonstra o efeito do uso de revestimento na redução da perda de água por transpiração.

Os revestimentos comestíveis formados por polissacarídeos, como por exemplo, o filme de fécula, são caracterizados por estender à vida útil de frutas frescas exibindo excelente propriedade mecânica como flexibilidade e tensão, propriedades estruturais e contenção do processo respiratório, porém possuem baixa capacidade contra a transferência de umidade (FALGUERA et al., 2011). Estes possuem a capacidade de selar pequenas feridas presente na pele dos frutos o que faz com que atrase mais o processo de desidratação (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2008). Porém, como relatado anteriormente, a concentração de fécula 5% não formou película íntegra, sofrendo descascamento ao longo do tempo. Isso fez com que não se tornasse barreira efetiva à perda de massa fresca. Além disso, a película acelerou o processo de deterioração por serem basicamente carboidratos, disponíveis aos patógenos.

Durante o amadurecimento os frutos sofrem mudanças em seus processos fisiológicos com o aumento da atividade respiratória, síntese de etileno e transpiração e conseqüentemente, ocorre perda de massa fresca (CHITARRA & CHITARRA, 2005). No presente trabalho observou-se que as películas em maiores concentrações (3% e 5%) podem ter provocado com sua contração durante o período de secagem aumento da atividade respiratória, que também pode ter favorecido a perda de massa. A transpiração é influenciada

por diversos fatores, como danos na epiderme dos frutos, estágio de maturação e fatores externos, tais como temperatura e umidade relativa do ar (PINTO & MORAIS, 2000).

Comparando os tratamentos para as duas cultivares verificou-se que as perdas de massa fresca na ‘Mascot’ foram superiores a ‘Perinha’ nos tratamentos controle, fécula 3% e fécula 5%. Na concentração de 1 % não foi observada diferença significativa (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios de perda da massa fresca em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tratamentos	Perda de Massa Fresca (%)	
	Perinha	Mascot
Controle	3,63Ba	4,36Ac
Fécula 1%	4,03Aa	4,45Ac
Fécula 3%	4,56Ba	5,47Ab
Fécula 5%	3,81Ba	6,80Aa
CV (%)	22,95	

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

Para a característica cor dos frutos, as Figuras 22 e 23, mostram o efeito do uso de fécula de mandioca ao longo do tempo de armazenamento em tomates cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot.

Variedade Perinha Água Branca

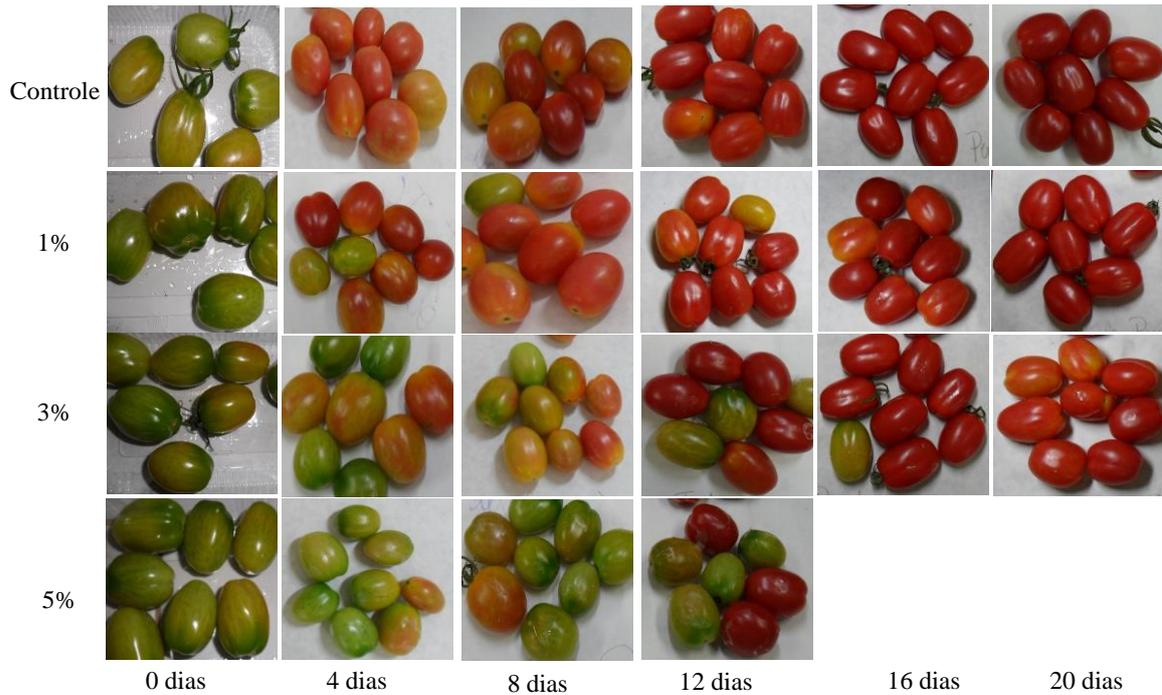


Figura 22. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja variedade Perinha Água Branca revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente.

Híbrido Mascot

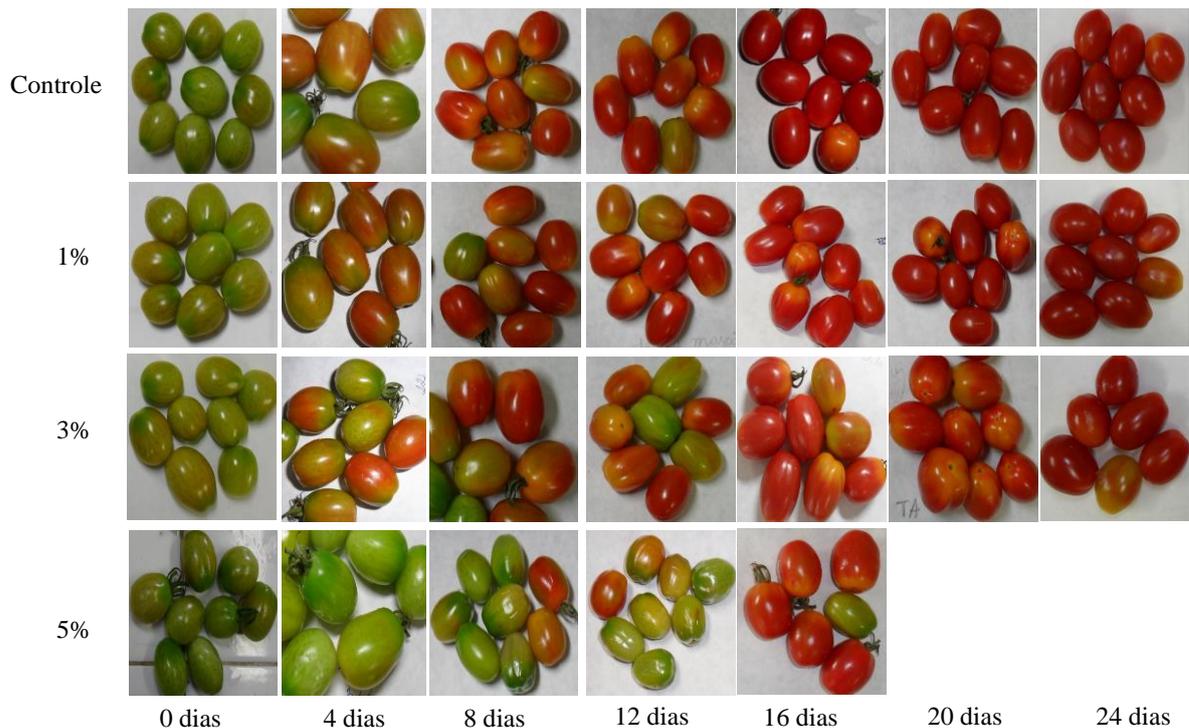


Figura 23. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja híbrido Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente.

Para tomates ‘Perinha’ a coloração da casca não foi retardada com a utilização de fécula de mandioca na concentração de 1% que se assemelhou ao controle durante todo o período de armazenamento. O mesmo ocorreu até o 8º dia para a concentração de 3%, sendo que nas avaliações posteriores, aos 12 e 20 dias, o revestimento retardou o amadurecimento atingindo notas 2,66 e 3,5, respectivamente, ou seja, no último dia de avaliação (20 dias) ainda havia frutos no estágio vermelho (Figura 24A). Para ‘Mascot’ foi encontrado resultado próximo a cv. Perinha, os frutos revestidos com fécula 1% não diferiram do controle até o 16º dia, porém nas últimas datas de avaliação se mostrou eficiente. A Fécula 3% conseguiu retardar o amadurecimento nos frutos ao longo de todo o tempo de armazenamento (Figura 24B).

Resultados semelhantes foram encontrados por PEREIRA et al. (2006), para o revestimento de 3% de fécula em frutos de mamão formosa, que retardou a pigmentação alaranjada dos frutos em quatro dias.

Na cv. Perinha a fécula 5% foi melhor que todos os tratamentos. Apesar disso, já aos 16 dias não pode ser mais avaliado. Esta concentração na ‘Mascot’ também apresentou bons resultados em termos de retenção da mudança de cor, tendo resultados semelhantes à fécula 3% até o 12º dia. Por isso, em termos de retenção de coloração, na cv. Mascot, ao final do período de avaliação, a fécula teve bons resultados para as concentrações de 1% e 3%. Para ‘Perinha’ ao final das avaliações a fécula 3% foi a que teve melhores resultados (Figuras 24A e 24B).

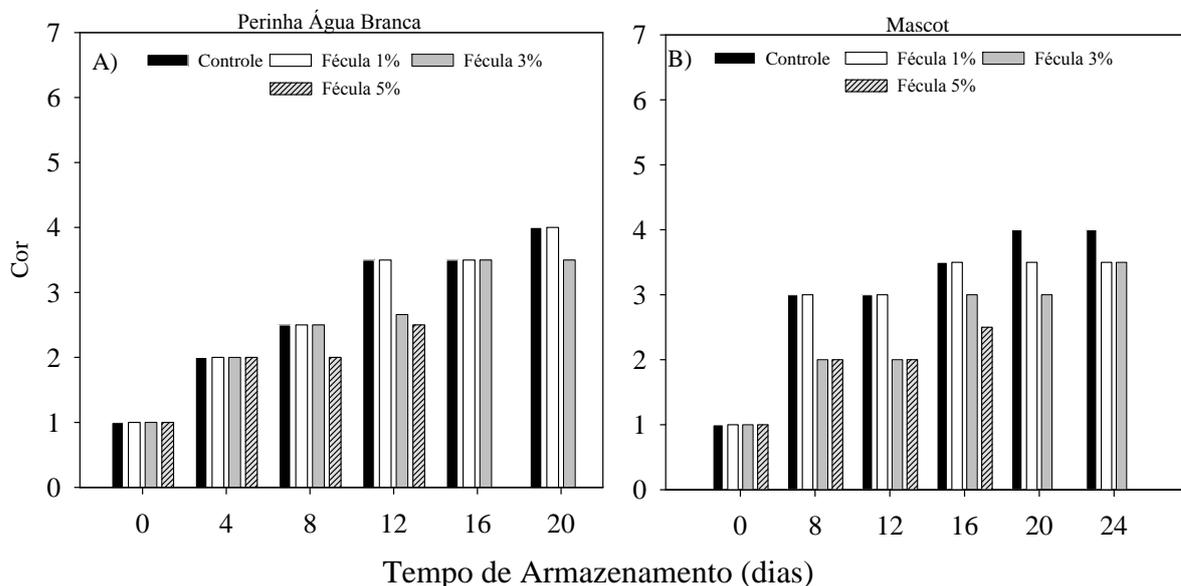


Figura 24. Cor de tomates cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

* O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

Os valores de pH apresentaram tendência de aumento ao longo do tempo para a cv. Perinha em todos os tratamentos e para a cv. Mascot no controle e revestimentos de 1% e 3% de fécula. Em fécula 5% foi observado uma aumento até o 12º dia e logo em seguida uma queda no 16º dia (Figuras 25A e 25B). Na figura 25A verifica-se que frutos controle e fécula 1% apresentaram valores de pH muito próximos e frutos com revestimentos 3% e 5%

apresentam maiores valores quando comparados ao controle até os 16 e 12 dias de armazenamento respectivamente. Na ‘Mascot’ o que se observa é que os valores de pH nos frutos controle e revestidos com fécula 1% e 3% seguiram valores próximos enquanto que fécula 5% apresentou os maiores valores de pH (Figura 25B).

DAMASCENO et al. (2003), também observaram aumento nos valores de pH ao longo do amadurecimento e início da senescência, além de maiores valores de pH em frutos de tomate com revestimento de fécula de mandioca na concentração de 2%.

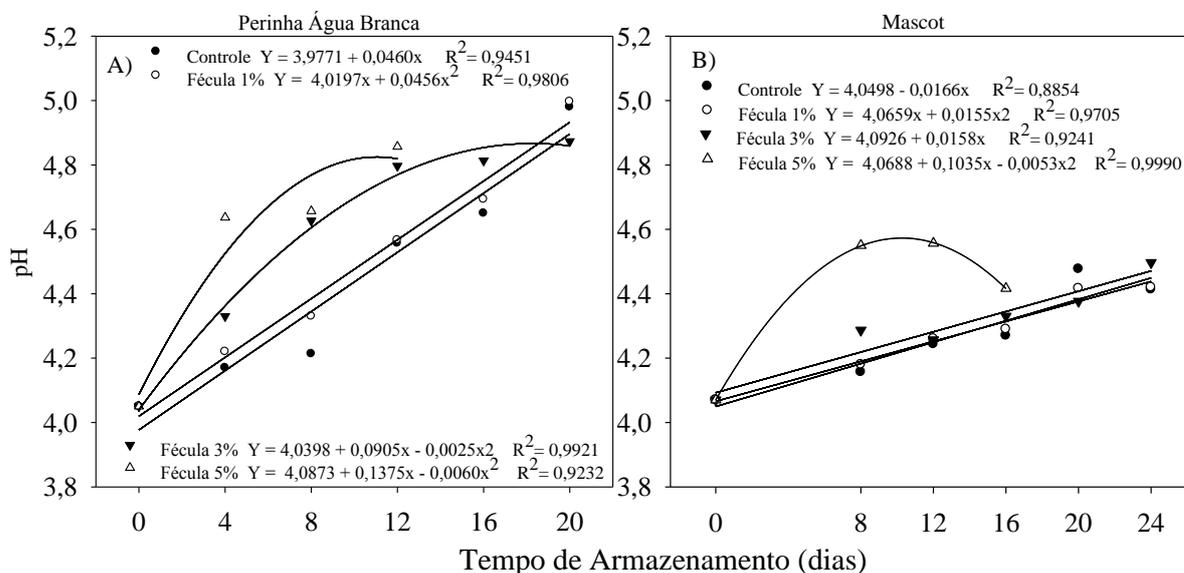


Figura 25. pH de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

* O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

As médias de pH para os tratamentos não diferiram significativamente na cv. Perinha e Mascot. Quando comparada ‘Perinha’ e ‘Mascot’ dentro de cada tratamento verificou-se que todas as médias de pH na ‘Perinha’ foram superiores ao da ‘Mascot’ (Tabela 12).

PINTO et al. (2011), atribuem a redução do pH a presença de ácidos orgânicos oriundos da degradação da parede celular por enzimas pécticas. O aumento do pH e conseqüente redução dos ácidos orgânicos estaria ligado a utilização destes como substrato no processo respiratório durante o processo de amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tabela 12. Valores médios de pH em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tratamentos	pH	
	Perinha	Mascot
Controle	4,44Aa	4,27Ba
Fécula 1%	4,48Aa	4,27Ba
Fécula 3%	4,58Aa	4,30Ba
Fécula 5%	4,55Aa	4,38Ba
CV (%)	3,73	

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

A acidez titulável reduziu ao longo do armazenamento em todos os tratamentos para as duas cultivares. Foi observado na ‘Perinha’ que, assim como o pH, os valores de acidez dos frutos controle e fécula 1% apresentaram-se próximos e frutos com 3% e 5% apresentaram-se menores (Figura 26A). O mesmo ocorreu na cv. Mascot, onde os valores de acidez do controle, féculas 1% e 3% ficaram próximas quando comparados aos valores dos frutos revestidos com fécula 5% que apresentaram tendência diferente dos outros tratamentos, assim como ocorrido para pH (Figura 26B). Isto sugere que as concentrações de fécula utilizadas não foram eficientes no controle do processo de amadurecimento, já que mostraram valores de acidez próximos ou menores que o controle. ALI et al. (2010), estudando o efeito do revestimento de goma arábica nas concentrações de 5%, 10%, 15% e 20% em tomates, também observaram redução da acidez titulável ao longo do tempo. Porém, neste trabalho, maiores valores de acidez encontrados foram proporcionais a concentração de revestimento utilizado, ou seja, a menor acidez do controle quando comparada aos frutos com revestimento sugere que a goma arábica reteve o amadurecimento por formar uma barreira semipermeável no fruto.

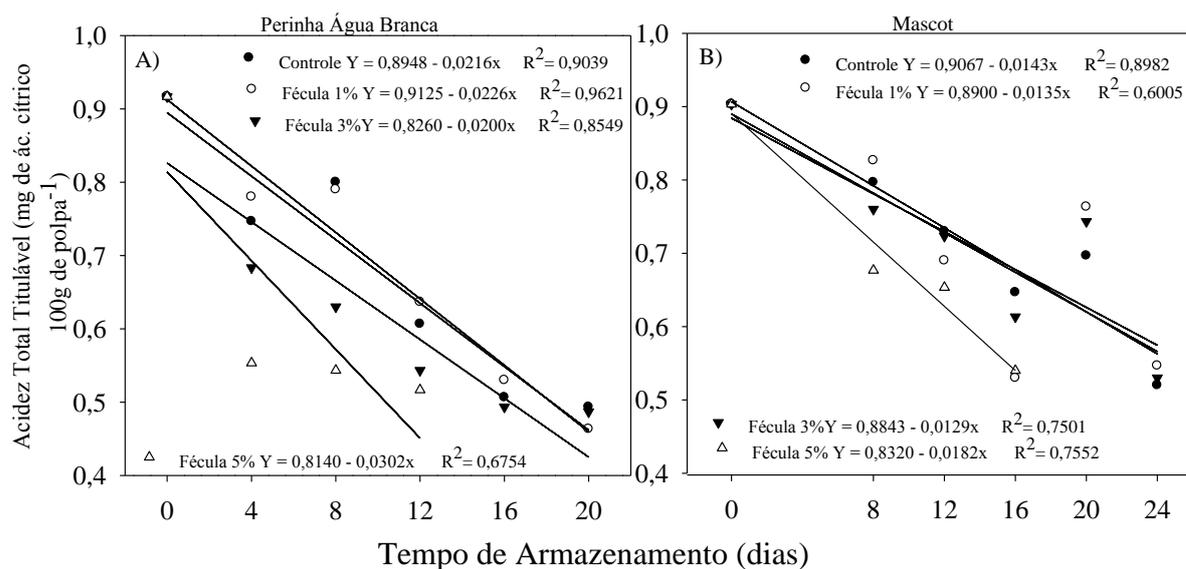


Figura 26. Acidez Total Titulável de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

* O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

Na Tabela 13, observa-se que não houve diferenças significativas para a acidez entre os tratamentos controle, fécula 1%, fécula 3% e fécula 5% nas duas cultivares estudadas, assim como na comparação destes dentro de cada tratamento.

Tabela 13. Valores médios de acidez total titulável em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tratamentos	Acidez Total Titulável (mg ácido cítrico 100g de polpa ¹)	
	Perinha	Mascot
Controle	0,68Aa	0,71Aa
Fécula 1%	0,69Aa	0,71Aa
Fécula 3%	0,64Aa	0,69Aa
Fécula 5%	0,63Aa	0,69Aa
CV (%)	13,81	

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

Para a variedade Perinha os sólidos solúveis apresentaram aumento até os 12 dias em todas as concentrações de fécula e inclusive no controle com posterior queda em seus valores, exceto para fécula 5% que seguiu tendência linear até seu último dia de avaliação. Foi

verificado que os frutos revestidos por fécula 3% mantiveram seus valores mais altos a partir do 12º dia quando comparado aos demais tratamentos (Figura 27A). No híbrido Mascot observou-se tendência de crescimento dos sólidos solúveis apesar da grande oscilação dos valores, sendo que para fécula 3% no 24º dia houve redução (Figura 27B).

Este aumento do teor de sólidos solúveis segundo AROUCHA et al. (2012), está ligado ao processo bioquímico de amadurecimento. Enquanto a queda pode estar ligada ao consumo dos próprios sólidos solúveis nos processos respiratórios (HOJO et al., 2009).

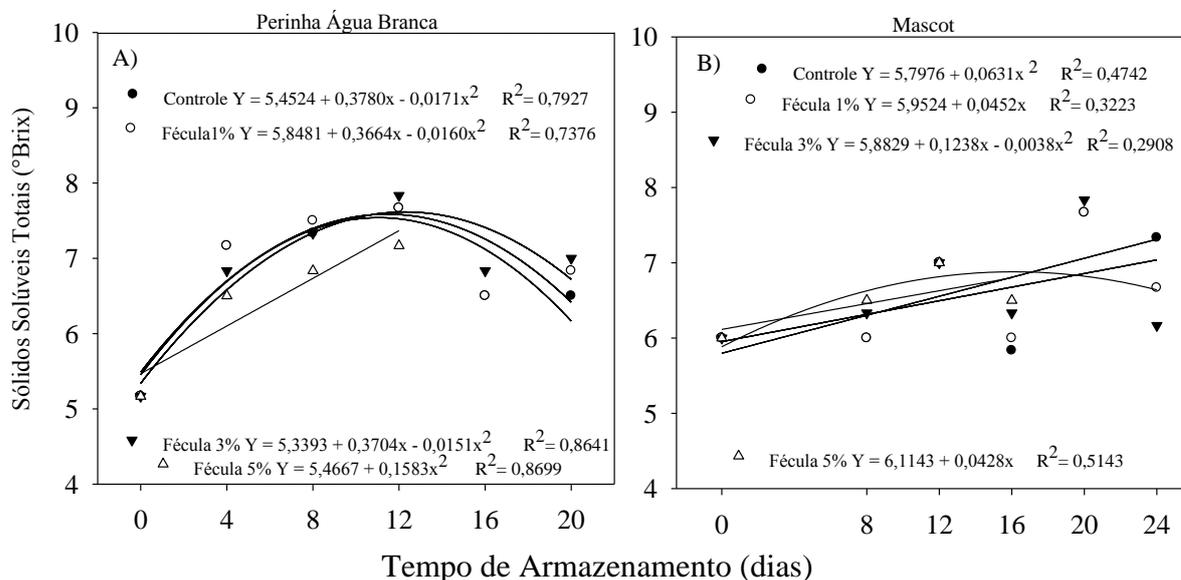


Figura 27. Sólidos Solúveis Totais de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

* O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

Não houve diferença estatística para sólidos solúveis avaliados em °Brix entre os tratamentos dentro da ‘Perinha’ e da ‘Mascot’, assim com na comparação entre os tratamentos nas duas cultivares estudadas (Tabela 14).

A acidez dos frutos assim como o teor de sólidos solúveis indica o potencial dos frutos para o processamento industrial. Os tomates cerejas devido a seu elevado °Brix e acidez podem ser considerados genótipos adequados a essa finalidade (GEORGE et al., 2004).

Tabela 14. Valores médios de sólidos solúveis totais em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tratamentos	Sólidos Solúveis Totais ($^{\circ}\text{Brix}$)	
	Perinha	Mascot
Controle	6,72Aa	6,64Aa
Fécula 1%	6,80Aa	6,55Aa
Fécula 3%	6,83Aa	6,61Aa
Fécula 5%	6,42Aa	6,50Aa
CV (%)	7,67	

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

Para o conteúdo de ácido ascórbico, fécula 1% na cv. Mascot não apresentou diferença estatística ao longo do tempo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, por isso não foi representado graficamente.

Os valores de ácido ascórbico na ‘Perinha’ e ‘Mascot’ oscilaram durante o armazenamento, com tendência a redução e posterior aumento nos últimos períodos de avaliação. Em fécula 5% foi observado somente uma redução com tendência linear no conteúdo de ácido ascórbico (Figuras 28A e 28B). Segundo CASTRICINI (2009), é comum ocorrer à redução no conteúdo de ácido ascórbico ao longo do tempo e o aumento nos últimos dias de avaliação podendo ser justificado como defesa antioxidante devido a uma série de reações que estão ocorrendo durante a senescência dos frutos.

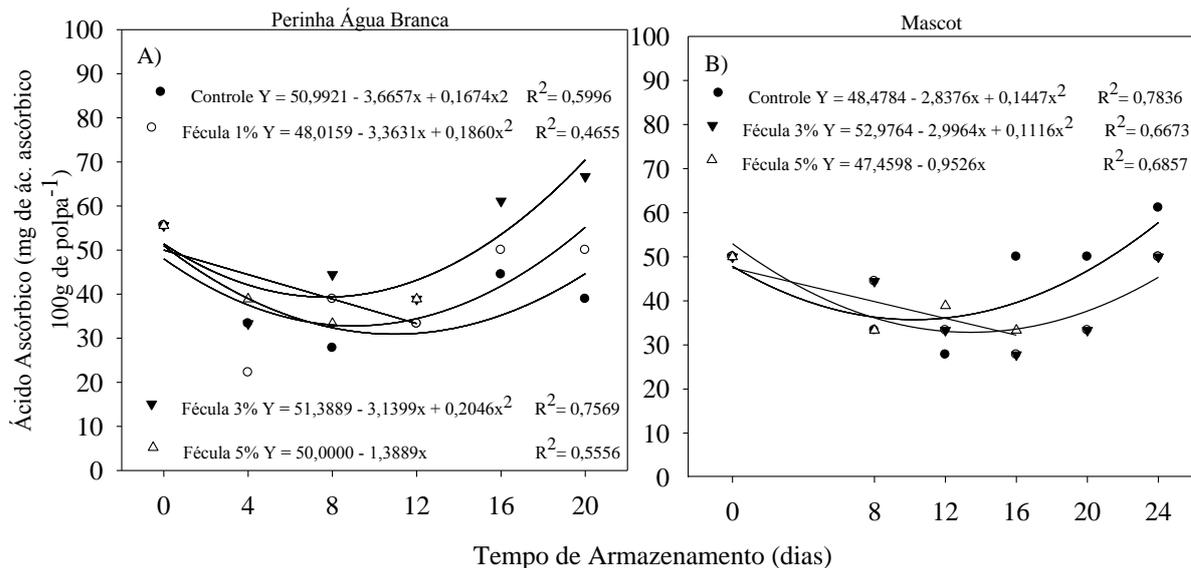


Figura 28. Teor de Ácido Ascórbico de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

*Os tratamentos não apresentados na figura não diferiam significativamente pelo teste F ao nível de 5% de significância.

* O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

Na cv. Perinha o teor médio de ácido ascórbico foi superior nos frutos revestidos com película de fécula de mandioca na concentração de 3%, seguido de fécula 1% e 5%, estes valores foram estatisticamente semelhantes entre si. O menor valor de ácido ascórbico foi obtido pelo controle, porém este não diferiu estatisticamente de fécula de fécula 1% e 5% (Tabela 15). Ou seja, o melhor revestimento na retenção do conteúdo de ácido ascórbico quando comparado ao controle foi obtido por fécula 3%. Pode-se sugerir que esta película conseguiu manter o conteúdo de ácido ascórbico nos frutos. O mesmo ocorreu em trabalho realizado por ZAPATA et al. (2008), utilizando revestimentos de alginato e zeína em tomates, onde frutos revestidos mantiveram maiores concentrações de ácido ascórbico quando comparado ao controle.

No híbrido Mascot os valores não diferiram entre si nos diferentes tratamentos.

Houve diferença significativa entre as cultivares nos diferentes tratamentos, onde o valor médio de ácido ascórbico na ‘Mascot’ foi superior ao da ‘Perinha’ no controle, fécula 1% se assemelhou estatisticamente, enquanto que em fécula 3% e fécula 5% os valores médios da ‘Perinha’ foram superiores aos da ‘Mascot’ (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios do teor de ácido ascórbico em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tratamentos	Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
Controle	38,89Bb	45,37Aa
Fécula 1%	41,67Aab	42,59Aa
Fécula 3%	50,00Aa	39,81Ba
Fécula 5%	41,66Aab	38,89Ba
CV	21,41	

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

Nas Figuras 29A e 29B observa-se que a atividade de PME oscilou durante todo o tempo de armazenamento. Na variedade Perinha o maior valor de PME ao longo do tempo foi obtido na avaliação inicial (0 dias), exceto aos 4 dias para fécula 3% que superou esse valor. No 4º dia a atividade da enzima em frutos com fécula 3% foi superior a fécula 1% e 5%, porém estatisticamente semelhante ao controle. No 8º dia o controle já foi maior que os demais, mas também não diferiu de fécula 1%. Aos 12 dias não houve diferença entre o controle e féculas 1% e 3%, somente fécula 5% conseguiu retardar o aumento da atividade de PME neste mesmo período. Nas avaliações seguintes 16º e 20º dia a atividade de PME foi superior no tratamento com fécula 1% quando comparado ao controle, enquanto que fécula 3% se assemelhou. Ou seja, os revestimentos nas concentrações de 1% e 3% não tiveram controle efetivo da atividade de PME quando comparado ao tratamento controle, pois nos tempos avaliados os valores de PME nos revestimentos não diferiram do controle ou ficaram acima, exceto aos 8 dias para fécula 3% onde esta se mostrou mais eficiente. Revestimento de fécula 5% obteve menor atividade de PME aos 8 e 12 dias, onde cessaram as avaliações, com maior retenção do amadurecimento quando comparado ao controle.

No híbrido Mascot os valores de PME aumentaram ao longo do tempo para o controle e revestimentos de fécula 1% e 3% em relação ao valor de PME inicial. A concentração de fécula 5% proporcionou aumento dessa atividade até o 12º dia havendo queda no 16º dia, último dia de avaliação. No 8º dia maior atividade de PME foi observada no controle e a menor em fécula 5%, féculas 1% e 3% foram estatisticamente semelhantes ao controle e fécula 5%. No 12º dia o que se observa é maior atividade de PME para fécula 5% e menor atividade para fécula 3%, controle e fécula 1% obtiveram valores intermediários a estes. Aos 16 dias, último dia de avaliação para fécula 5%, esta se apresentou com menor atividade quando comparada a sua atuação em todo período experimental, porém nesta data não diferiu estatisticamente do controle e fécula 3%. Fécula 1% apresentou maior atividade de PME e foi estatisticamente semelhante a féculas 1% e 3%. No 20º dia, fécula 3% e no 24º dia fécula 1% se mostraram mais eficientes no controle do amadurecimento.

De maneira geral, frutos revestidos por fécula 1% tiveram menor atividade de PME no último dia de avaliação, 24 dias, enquanto para fécula 3% e fécula 5% isso ocorreu respectivamente aos 20 e 8 dias, nos outros períodos avaliados estas concentrações não

diferiram significativamente do controle, indicando que não houve retenção do processo de amolecimento nos frutos (Figura 29B).

Desdobrando os tratamentos na 'Perinha' verificou-se que os valores de PME não diferiram estatisticamente. Na cv. Mascot, as médias da atividade de PME seguiram valores decrescentes de acordo com o aumento da concentração de fécula, ou seja, primeiro o controle que não diferiu significativamente de fécula 1%, seguido de fécula 1% que também se assemelhou estatisticamente a fécula 3%, fécula 3% e por fim fécula 5% que não diferiu de fécula 3% (Tabela 16). Apesar disto as outras concentrações de fécula podem ser consideradas melhores que fécula 5%, devido ao fato desta não ter proporcionado vida útil longa comparada às demais, pelo aparecimento de fungos e ser de difícil secagem.

Os valores médios de PME na 'Mascot' foram superiores aos da 'Perinha' quando comparado essas duas cultivares dentro de todos os tratamentos (Tabela 16).

A firmeza dos frutos é afetada pela coesão dos componentes da parede celular (CROOKES & GRIERSON, 1983). Como também pela espessura da casca, firmeza da polpa estrutura locular dos frutos (MABBETT, 1989 apud RINALD et al., 2011). Segundo BRUMMELL & HARPSTER (2001), durante o amadurecimento dos frutos as enzimas Pectinametilsterase (PME) e Poligalacturonases (PG) são as principais responsáveis pelo amolecimento dos frutos, pois atuam sobre a pectina presente na parede celular. A PME irá ocasionar a desmetilação da pectina tornando-a mais suscetível a ação da PG.

As diferenças entre a atividade de PME na 'Perinha' e 'Mascot' podem ser explicadas segundo RESENDE et al. (2004), pelo perfil de amadurecimento diferente entre as cultivares, onde as enzimas são liberadas pela parede celular de forma e em tempos diferentes, como também, devido à natureza das substâncias pécticas e outros componentes da parede celular.

Os valores de PME encontrados neste trabalho estão acima dos encontrados por RESENDE et al. (2004), em tomates de mesa híbridos F₁ experimentais do grupo multilocular, pois estes apresentavam perfis de amadurecimento diferente.

Porém outros trabalhos encontraram valores de PME acima do encontrado neste, como o realizado por PIRES et al. (2009), onde valores de PME para tomate de mesa híbrido 'Vênus' ficaram na faixa de 45 a 90 $\mu\text{mol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e VILAS BOAS et al. (2000), com valores de PME na faixa de 35 a 40 $\mu\text{mol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em híbridos de tomates do grupo multilocular. Enquanto que neste trabalho os valores de PME ficaram na faixa de 4 a 7 $\mu\text{mol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e 5 a 25 $\mu\text{mol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ respectivamente para tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot.

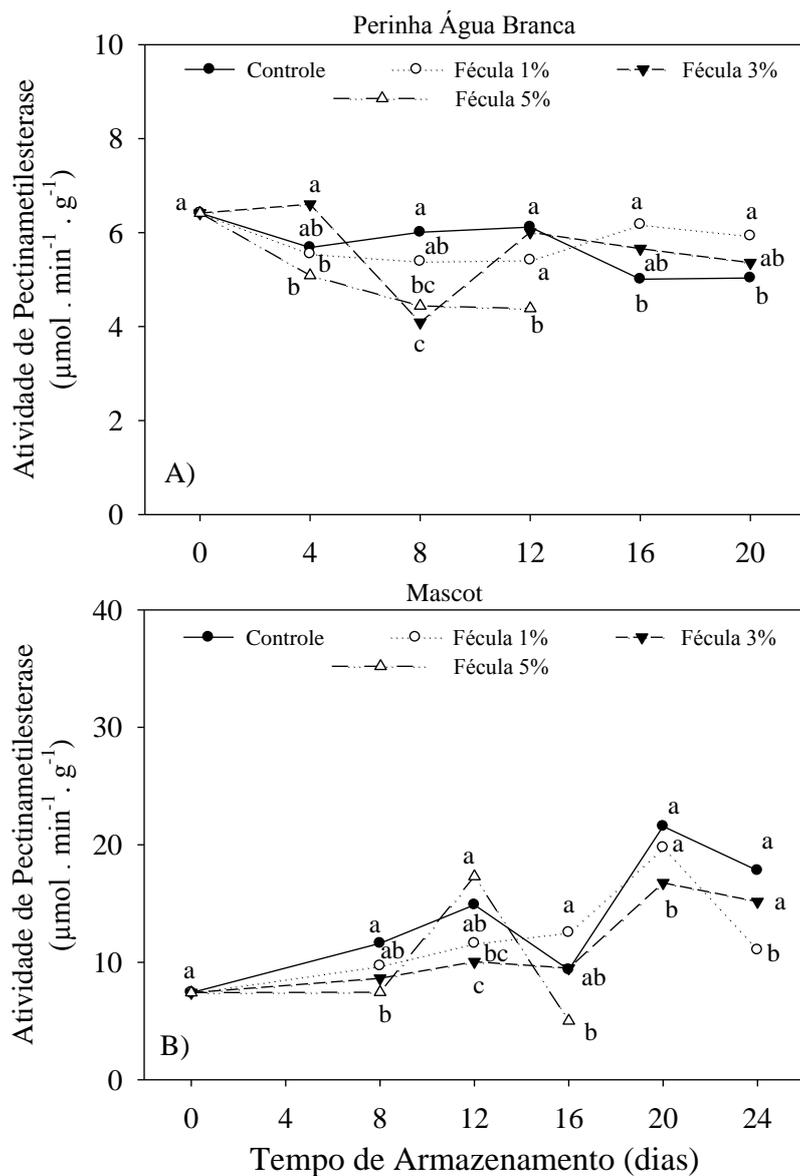


Figura 29. Atividade de Pectinametilsterase em tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

$$1\mu\text{mol de NaOH min}^{-1} \text{ g}^{-1} = \text{U. g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

*As letras comparam os tratamentos dentro de cada tempo, sendo que letras iguais entre eles não se diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O período de 4 dias na cultivar Mascot foi desconsiderado na discussão dos resultados.

Tabela 16. Valores médios da atividade de pectinametilesterase em frutos de tomate cereja Perinha Água Branca e Mascot revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tratamentos	Atividade de Pectinametilesterase ($\mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)	
	Perinha	Mascot
Controle	5,71Ba	13,78Aa
Fécula 1%	5,81Ba	12,00Aab
Fécula 3%	5,69Ba	11,25Abc
Fécula 5%	5,08Ba	9,70Ac
CV (%)	22,90	

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

4.2.2 Frutos das cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%)

Nos frutos da variedade Perinha as avaliações foram realizadas até o 24° dia para os tratamentos controle, fécula 1% e 3%. Para fécula 5% as avaliações ocorreram até o 16° dia devido ao aparecimento de podridões e o impedimento do processo normal de amadurecimento. Isto pode ter ocorrido devido à maior espessura da película formada no fruto.

No híbrido Mascot as avaliações também procederam até o 24° dia para frutos controle, fécula 1% e fécula 3%. Em fécula 5% as avaliações foram feitas até o 20° dia, 4 dias a mais que ‘Perinha’, pois ainda havia frutos em boas condições para a realização das análises, apesar do aparecimento de podridões em alguns deles.

A aplicação de revestimento espesso pode provocar redução drástica nas concentrações de O_2 e aumento no teor de CO_2 levando a respiração anaeróbica e conseqüentemente a alterações fisiológicas dos frutos (CRUZ et al., 2012).

A perda de massa fresca seguiu tendência de aumento nas cultivares Perinha e Mascot ao longo do tempo (Figuras 30A e 30B). Na cv. Perinha (Figura 30A) menores perdas de massa fresca ocorreram no controle quando comparado aos tratamentos com fécula, exceto no 12° dia de avaliação onde fécula 3% apresentou-se efetiva com perda de massa de 2,80 %, enquanto o controle apresentou perda de 3,06%. Quando foram comparadas as médias de perda de massa fresca (Tabela 17), estas não apresentavam diferenças significativas entre si, ou seja, os revestimentos de fécula tiveram o mesmo efeito do controle.

Na cv. Mascot (Figura 30B) o controle e fécula 1% se mantiveram com valores próximos até o 16° dia, a partir desta data os valores de perda de massa em frutos revestidos com fécula 1% passaram a ser maiores que o controle. Revestimentos de fécula 3% e 5% tiveram as maiores perdas quando comparado ao controle, exceto no 16° dia onde a perda de massa fresca dos frutos com fécula 3% foram inferiores.

Frutos revestidos com fécula 1% e 3%, aos 24 dias na ‘Mascot’ tiveram perdas de massa fresca maiores que 7%, o que preconizado por CHITARRA & CHITARRA (2005),

estariam com sua qualidade afetada para a comercialização. No entanto, esses frutos estavam visualmente bons neste período.

COSTA et al. (2012), trabalhando com revestimentos de quitosana e argila a temperatura de 13°C e UR de 80%, observaram aumento da perda de massa fresca em tomates com revestimento ao longo do tempo de armazenamento. O mesmo ocorreu em trabalho realizado por LEMOS et al. (2008), em frutos de pimentão ‘Magali’ utilizando revestimento de fécula de mandioca, filme hidrofílico assim como a quitosana, nas concentrações de 3%, 4% e 5% respectivamente, associado a refrigeração 10°C e UR de 90 ± 5%, onde a perda de massa fresca aumentou de acordo com o aumento das concentrações de fécula.

Os filmes hidrofílicos não apresentam boa barreira à umidade, a incorporação de outras substâncias, como lipídios, à matriz filmogênica reduziria a permeabilidade ao vapor d’água (YOSHIDA & ANTUNES, 2009). Então filmes formados por polissacarídeos são eficientes no controle de gases como O₂ e CO₂, resultando na redução do processo respiratório (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2008). Porém, são pouco eficientes no controle de perda de água o que pode explicar a perda de massa fresca em frutos revestidos equiparado ao controle.

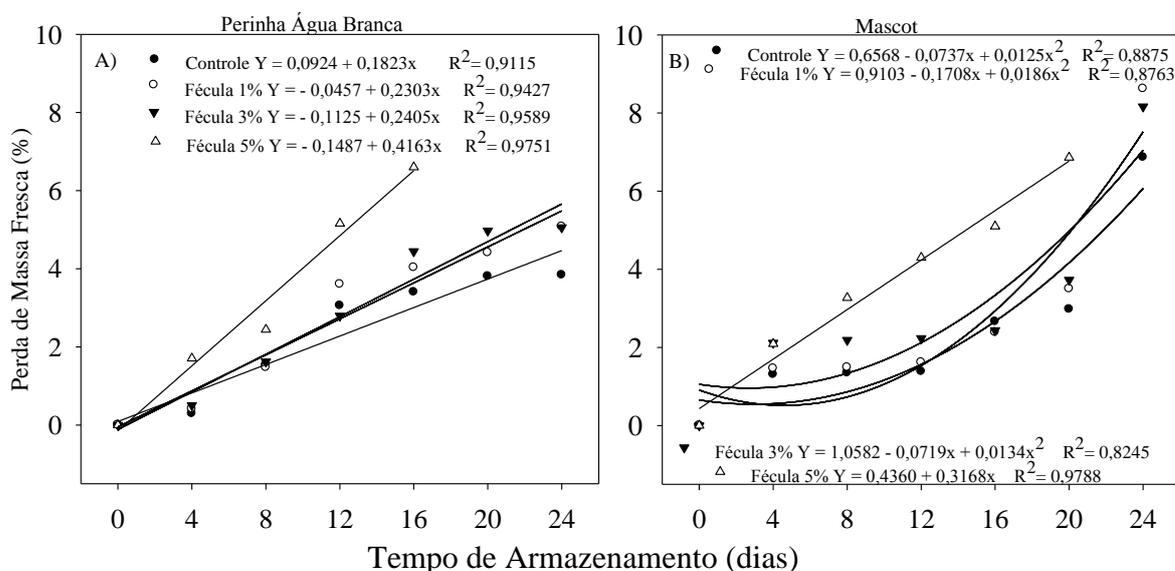


Figura 30. Perda de Massa Fresca (%) de tomate cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Na Tabela 17, pode-se observar que frutos da cv. Mascot com revestimento de fécula de mandioca na concentração de 5% foram os que tiveram a maior perda de massa, seguidos de revestimentos 3% e 1%, que não diferiram entre si e de fécula 5%. Os frutos controle foram os que tiveram menor perda de massa fresca, porém foram estatisticamente semelhantes a féculas 1% e 3%.

Fazendo um comparativo entre as cultivares Perinha e Mascot verificou-se que não houve diferença estatística para a média da perda de massa fresca entre elas nos tratamentos controle e de fécula (Tabela 17).

Tabela 17. Valores médios de perda da massa fresca em tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Tratamentos	Perda de Massa Fresca (%)	
	Perinha	Mascot
Controle	2,28Aa	2,36Ab
Fécula 1%	2,72Aa	2,73Aab
Fécula 3%	2,77Aa	2,98Aab
Fécula 5%	3,18Aa	3,60Aa
CV (%)	41,64	

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

Para a característica cor dos frutos, as Figuras 31 e 32, mostram o efeito do uso de fécula de mandioca ao longo do tempo de armazenamento em tomates cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot.

Variedade Perinha Água Branca

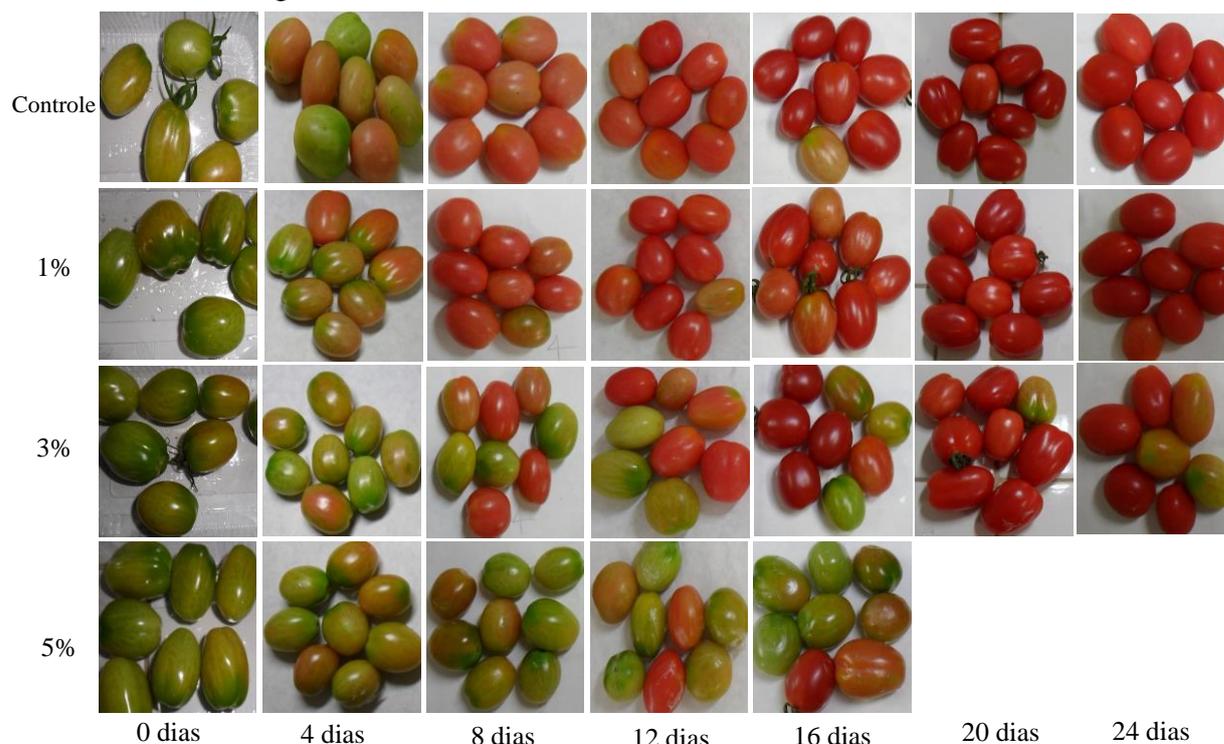


Figura 31. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja variedade Perinha Água Branca revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Híbrido Mascot

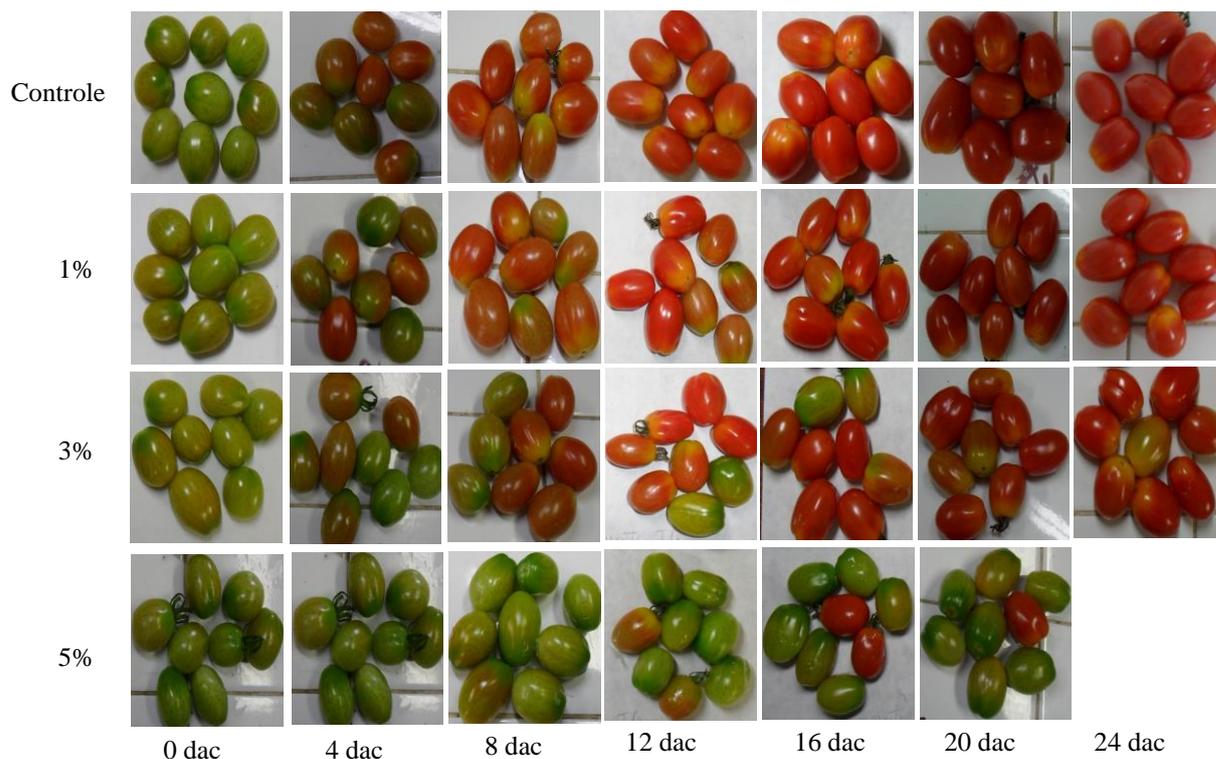


Figura 32. Esquema representativo do avanço da coloração ao longo do tempo em tomate cereja híbrido Mascot revestidos por fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

De acordo com a Figura 33A para as mudanças de coloração da casca na cv. Perinha, os frutos controle e fécula 1% apresentaram em todos os períodos frutos com maior intensidade de cor vermelha, se comparados aos frutos tratados com 3% e 5% de fécula, atingindo nota máxima aos 20 dias de armazenamento. Frutos tratados com 5% de fécula atingiram a nota máxima já aos 12 dias de armazenamento, apresentando condições de avaliação até o 16º dia. O tratamento com 3% de fécula proporcionou retenção da mudança de cor nos tomates, atingindo mesmo ao final de 24 dias de armazenamento, coloração vermelha (nota 3).

Na ‘Mascot’ assim como ‘Perinha’ os frutos controle demoraram 20 dias para alcançar a coloração maduro. Fécula 1% ao final de 24 dias apresentou nota 3,5 com frutos vermelho e maduro, o mesmo ocorreu para fécula 3%. Frutos com fécula 5% retardaram ainda mais o avanço do amadurecimento dos frutos apresentando nota 2 ao final de 20 dias contendo frutos neste período ainda nos estádios de vez, rosado e vermelho (Figura 33B).

CHIUMARELLI & FERREIRA (2006), também observaram retardo na coloração da casca em tomates cv. ‘Débora’ com a utilização de revestimento a base de cera de carnaúba associado à ambiente refrigerado (12,5°C), verificando que estes demoram a atingir estádios mais avançados de maturidade quando comparados à temperatura de 25°C.

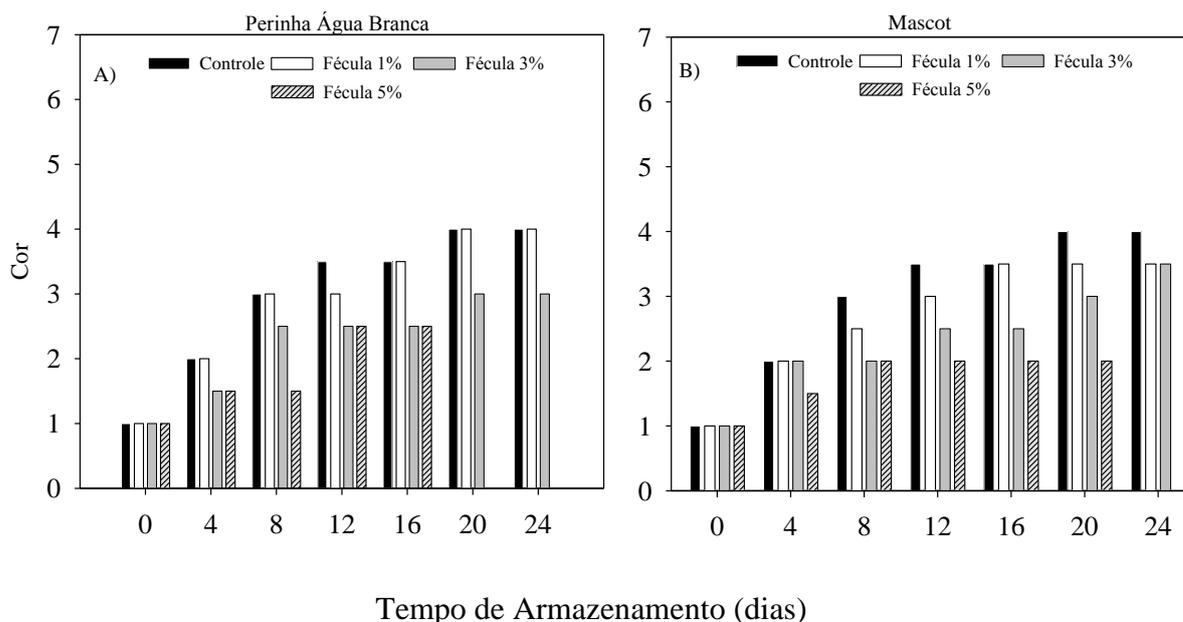


Figura 33. Cor de tomates cereja, revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

O pH aumentou ao longo do tempo para ‘Perinha’ e ‘Mascot’, sendo que esse aumento foi acentuado para tomates revestidos com féculas 3% e 5% na cv. Perinha e no tratamento de 5% de fécula na cv. Mascot. Os valores do controle e Fécula 1% na ‘Mascot’ cresceram, mas com poucas variações nos valores durante o armazenamento. O revestimento de fécula 3% não foi significativo ao longo do tempo, por isso não foi representado no gráfico (Figuras 34A e 34B).

Os valores de pH em ‘Perinha’ ficaram na faixa de 4,05 a 4,76, que correspondem respectivamente ao 1° e 16° dias de avaliação em revestimento com fécula 5%. O controle, fécula 1% e fécula 3% atingiram valores máximos de 4,59, 4,73 e 4,72 aos 24 dias. O pH dos tratamentos no híbrido Mascot variou de 4,07 a 4,59.

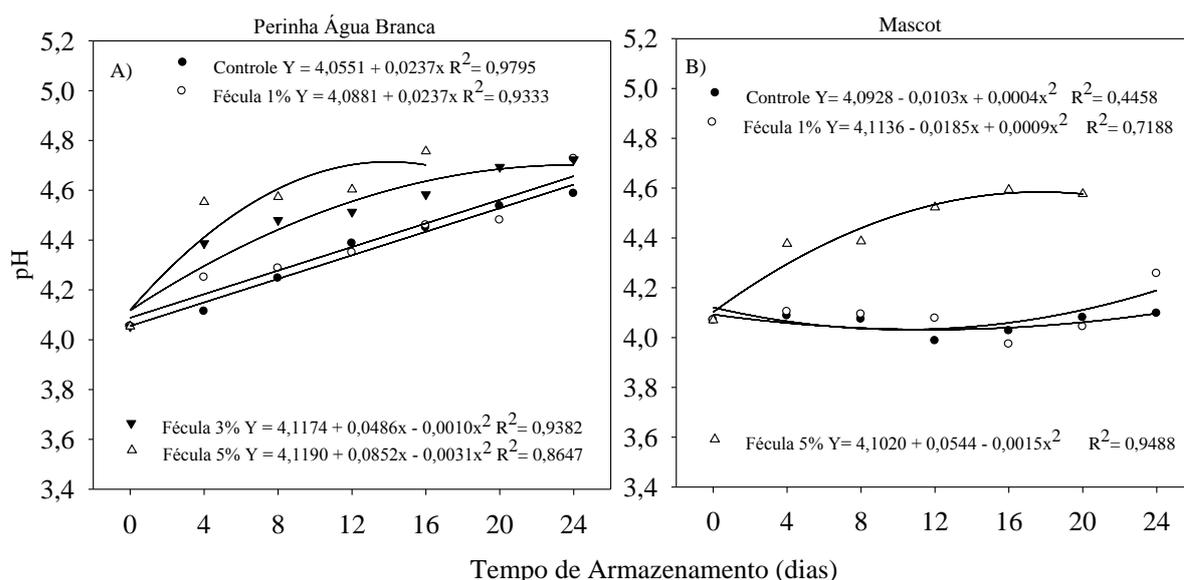


Figura 34. Potencial hidrogeniônico (pH) de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Na cv. Perinha frutos revestidos com fécula nas concentrações de 3% e 5% foram estatisticamente iguais, apresentando maiores valores médios de pH, seguidos por fécula 1% e controle que não diferiram significativamente entre si. Para ‘Mascot’ foram os frutos com revestimento de 5% que tiveram os maiores valores, sendo que os tratamentos controle, fécula 1% e fécula 3% foram estatisticamente iguais (Tabela 18).

Os valores médios de pH no controle e fécula 1% e 3% na ‘Perinha’ foram superiores ao da ‘Mascot’, somente o tratamento com fécula 5% não diferiu nas duas cultivares estudadas (Tabela 18).

Tabela 18. Valores médios de pH em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Tratamentos	pH	
	Perinha	Mascot
Controle	4,34Ab	4,06Bb
Fécúla 1%	4,37Ab	4,10Bb
Fécúla 3%	4,49Aa	4,16Bb
Fécúla 5%	4,51Aa	4,42Aa
CV (%)	3,07	

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

A acidez decresceu para todos os tratamentos nas cultivares Perinha e Mascot (Figuras 35A e 35B).

Na Figura 35A observa-se que na ‘Perinha’ os frutos com revestimento de fécula 1% e controle se apresentaram mais ácidos que fécula 3% e fécula 5%, durante todo o período armazenamento. Em frutos da ‘Mascot’ houve maior variação entre os valores de acidez total titulável nos tratamentos controle, fécula 1% e 3%, sendo que fécula 5% apresentou tendência de menor acidez (Figura 35B). Diferente deste trabalho ZAPATA et al. (2008), encontraram menores valores de acidez no tratamento controle de tomate cv. ‘Rambo’ em frutos revestidos com alginato e zeína durante o período de armazenamento, indicando que os frutos controle se apresentavam em estágio mais avançado de maturação.

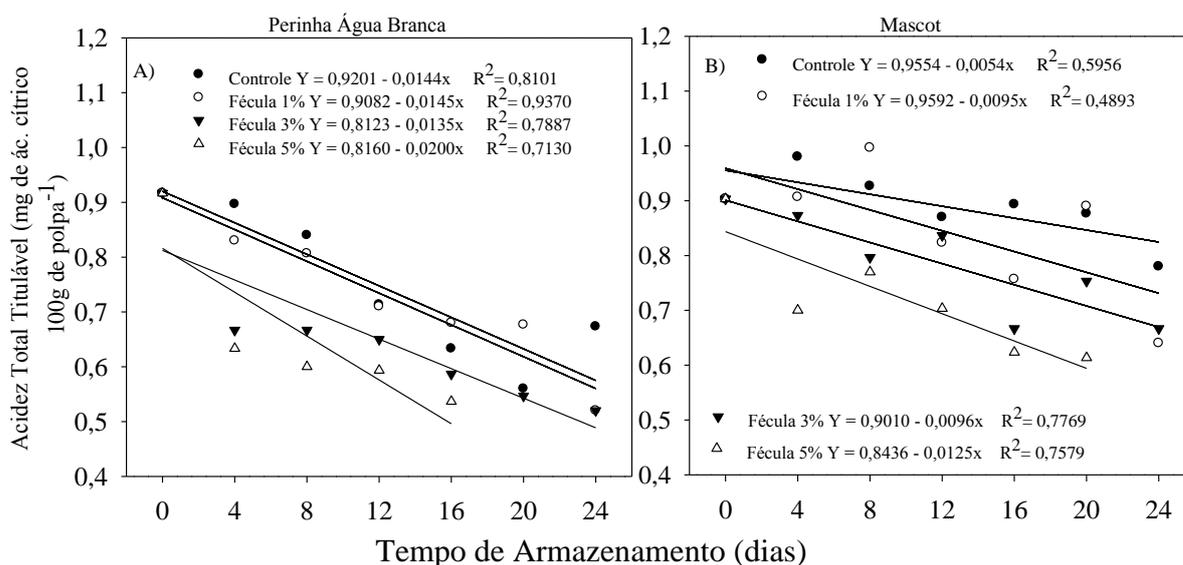


Figura 35. Acidez Total Titulável de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Os valores médios entre os tratamentos da cv. Perinha foram menores para fécula 5% e fécula 3%, que não diferiram entre si, seguidos por fécula 1% e pelo controle, que também não diferiram significativamente entre si. Para ‘Mascot’, assim como visualizado no gráfico 35B, os valores de acidez entre os tratamentos tiveram grandes variações, resultando assim em valores médios de acidez titulável maiores para o controle, seguido de fécula 1% e fécula 3%, sendo o menor valor médio de acidez observado em fécula 5% quando comparado ao controle (Tabela 19).

Comparando as duas cultivares na Tabela 19, verificou-se que os valores médios de acidez em todos os tratamentos do híbrido Mascot foram superiores aos encontrados nos tratamentos em frutos da variedade Perinha.

Tabela 19. Valores médios da acidez total titulável em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Tratamentos	Acidez Total Titulável (mg ácido cítrico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
Controle	0,75Ba	0,89Aa
Fécula 1%	0,73Ba	0,84Aab
Fécula 3%	0,65Bb	0,78Abc
Fécula 5%	0,66Bb	0,72Ac
CV (%)	11,58	

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

O teor de sólidos solúveis apresentou valores iniciais baixos com acréscimo ao longo do tempo e posterior queda nos tratamentos controle e fécula em ambas as cultivares, exceto para o controle e fécula 5% na cv. Mascot que apresentaram crescimento linear (Figuras 36A e 36B). Os valores para 'Perinha' (Figura 36A) aumentaram até o 16° dia de armazenamento em todos os tratamentos, com posterior queda no 20° dia e um aumento no 24° dia. Este decréscimo nos sólidos solúveis para fécula 5% foi verificado no 16° dia.

Na 'Mascot' os valores tiveram tendência de aumento ao longo do tempo, tendo queda somente no último dia de avaliação (24° dia) para frutos revestidos por fécula 1% e fécula 3%, enquanto que o controle e fécula 5% mantiveram tendência linear ao longo do tempo (Figura 36B).

Assim como neste trabalho, NUNES et al. (2004), utilizando película de fécula de mandioca em frutos de pêsego, observaram aumento nos teores de sólidos solúveis até o 6° dia com posterior queda, sendo o aumento atribuído a perda de massa fresca que resulta em acúmulo de sólidos e a redução devido ao consumo de açúcares como substrato respiratório.

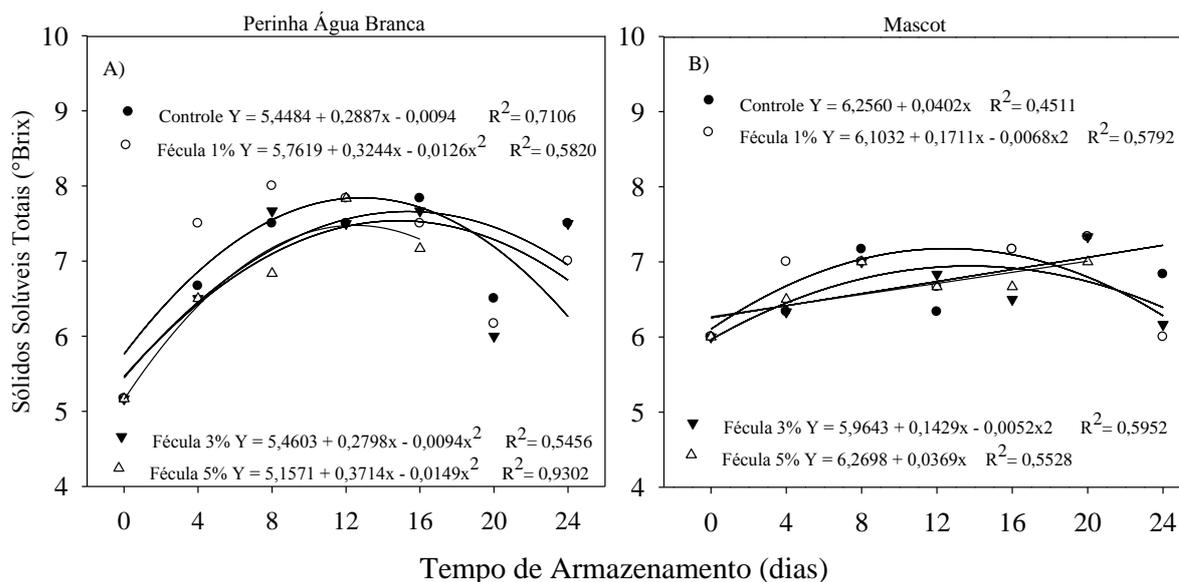


Figura 36. Sólidos Solúveis Totais de tomates cereja revestidos com diferentes concentrações de película de fécula de mandioca e armazenado em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

Na ‘Perinha’ os valores médios de sólidos solúveis entre os tratamentos não diferiram entre si, assim com para ‘Mascot’ (Tabela 20).

Comparando as duas cultivares observou-se que o único tratamento que diferiu significativamente foi fécula 1%, sendo o conteúdo de sólidos solúveis maiores para a cv. Perinha Água Branca nesta concentração (Tabela 20).

Tabela 20. Valores médios do teor de sólidos solúveis em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Tratamentos	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	
	Perinha	Mascot
Controle	6,93Aa	6,74Aa
Fécula 1%	7,08Aa	6,74Ba
Fécula 3%	6,83Aa	6,59Aa
Fécula 5%	6,73Aa	6,64Aa
CV (%)	7,91	

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

O conteúdo de ácido ascórbico para a cv. Perinha oscilou durante todo o período experimental, mas com redução dos valores ao longo do tempo. O tratamento controle e féculas 1%, 3% e 5%, apresentaram esta queda até o 16º dia com posterior aumento (Tabela 21). Ainda na Tabela 21 observa-se que a ‘Mascot’, assim como ‘Perinha’, também

apresentou variações no teor de ácido ascórbico ao longo do tempo. Segundo SALTVEIT (2005), durante o processo de amadurecimento e armazenamento o conteúdo de ácido tende a mostrar significativas perdas, devido principalmente à conversão do ácido ascórbico em ácido dehidroascórbico por processo de oxidação. Contudo, esse teor de ácido dehidroascórbico pode ser novamente convertido em ácido ascórbico, o que resulta em oscilações no conteúdo de vitamina C ao longo do processo de amadurecimento dos frutos.

Tabela 21. Teor de ácido ascórbico de tomate cereja cultivares Perinha Água Branca e Mascot revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

		Acido Ascórbico (mg de ác. ascórbico 100g de polpa ⁻¹)						
Tratamentos		Dias após tratamentos						
		0	4	8	12	16	20	24
Perinha	Controle	55,56Aa	44,44ABa	44,44ABa	27,78BCa	16,67Ca	38,89ABa	33,33BCa
	Fécula 1%	55,56Aa	33,33BCab	33,33BCa	27,78BCa	16,67Ca	38,89ABa	22,22BCab
	Fécula 3%	55,56Aa	38,89ABab	33,33BCa	22,22BCa	16,67Ca	38,89ABa	16,67Cb
	Fécula 5%	55,56Aa	27,78BCb	38,89ABa	16,67Ca	16,67Ca	-	-
CV(%)		22,65						
Mascot	Controle	50,00Ba	16,67Ca	16,67Cb	50,00Bb	77,78Aa	33,33BCa	49,99Ba
	Fécula 1%	50,00Ba	16,67Ca	16,67Cb	77,78Aa	72,22Aa	16,67Cb	33,33BCb
	Fécula 3%	50,00Aa	16,67Ca	16,67Cb	33,33ABCc	44,44ABb	16,67Cb	27,78BCb
	Fécula 5%	50,00Ba	16,67Ca	38,89Ba	44,44Bbc	72,22Aa	16,67Cb	-
CV(%)		20,17						

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente, pelo teste Tukey (p < 0,05).

*Os valores de ácido ascórbico não se ajustaram na regressão, por isso foi feita a tabela para comparação de cada tratamento ao longo do tempo e de todos os tratamentos em cada dia de avaliação.

As médias nos teores de ácido ascórbico obtidos para ‘Perinha’ foram de 37,30, 32,54, 31,75 e 31,11 mg. 100g de polpa⁻¹, respectivamente para controle, fécula 1%, fécula 3% e fécula 5% que não diferiram significativamente. Na cv. Mascot o menor valor médio de ácido ascórbico foi obtido por fécula 3%, o controle e os revestimentos de fécula 1% e 5% não diferiram significativamente (Tabela 22).

GEORGE et al. (2004), trabalhando com diferentes genótipos de tomate, incluindo tomate cereja, verificaram que este apresentava maiores conteúdos de ácido ascórbico quando comparado aos demais. Isto sugere que tais variedades podem servir como boa fonte de antioxidantes na dieta alimentar ao ser consumido em saladas frescas, além de servirem para programas de melhoramento em busca de melhoria dos valores nutricionais de outras variedades.

O conteúdo de ácido ascórbico não variou de forma significativa entre as cultivares nos diferentes tratamentos (Tabela 22).

Tabela 22. Valores médios de ácido ascórbico em frutos de tomate cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Tratamentos	Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g de polpa ⁻¹)	
	Perinha	Mascot
Controle	37,30Aa	42,06Aa
Fécula 1%	32,54Aa	40,47Aa
Fécula 3%	31,75Aa	29,36Ab
Fécula 5%	31,11Aa	39,81Aa
CV (%)	45,32	

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

Para a atividade de Pectinametilsterase (PME), na cv. Perinha estudando o grupo controle ao longo do tempo foi verificado que a partir do 16° dia houve tendência ao aumento da atividade, sendo esses valores maiores aos 20 e 24 dias. As féculas 1% e 3% não diferiram e foram menores que o controle em todo período armazenamento, o que pode ter contribuído para o retardo do amaciamento dos frutos (Figura 37A).

Em fécula 5%, a atividade da enzima se manteve baixa durante todo o período de avaliação quando comparado aos demais tratamentos. Contudo, menor atividade de PME foi observada para fécula 3% aos quatro dias de armazenamento quando comparada ao controle, o que resulta em frutos mais firmes neste período (Figura 37A).

No decorrer da maturação a ação das enzimas pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG) faz com que haja a liberação do cálcio e solubilização do polímero péctico, isto contribui para o amaciamento dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo ALI et al. (2004), essas taxas de amolecimento vão variar de acordo com o tipo de fruto. Durante o amolecimento a PME tem suma importância, pois além de catalisar a desesterificação da pectina pode influenciar na ação de outras enzimas que não a poligalacturonase (PG), como na criação de ambientes iônicos adequados ou ainda atuando no aumento da porosidade da parede e facilitando a ação de outras enzimas aos seus potenciais substratos. Isto amplia a relevância da ação de PME no amaciamento dos frutos.

Para ‘Mascot’ (Figura 37B), apesar da oscilação nos valores da atividade de PME, foi observado que até o 20° dia houve aumento em sua atividade em todos os tratamentos ao longo do tempo. Ao 0 e 4 dias não houve diferença estatística entre os tratamentos e no 8° dia a atividade de PME em fécula 5% foi superior as demais que não diferiram significativamente entre si. Do 12° dia ao 24° dia a atividade nos frutos controle foram superiores ou não diferiram significativamente dos revestimentos de fécula utilizados. Aos 16 e 20 dias as concentrações de 1% e 3% e aos 24 dias para fécula 3% se mostraram mais eficientes no controle da atividade de PME.

Menor atividade foi observada aos 8 dias nos frutos controle, fécula 1% e fécula 3%. Fécula 5% obteve os menores valores de atividade enzimática quando comparado aos demais tratamentos do 12° dia ao 20° dia (último dia de avaliação para esse tratamento).

Fazendo o comparativo dos tratamentos, na cultivar Perinha verificou-se que esses não foram significativos entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância. Na ‘Mascot’ os tratamentos foram estatisticamente diferentes entre si (Tabela 23).

Na Tabela 23 foi observado na cv. Mascot a maior média da atividade enzimática obtida para o controle em relação à fécula 5%, os outros tratamentos féculas 1% e 3% apresentaram valores intermediários e não apresentaram diferenças significativas entre si.

Os frutos da ‘Mascot’ em todos os tratamentos apresentaram maiores atividades de PME quando comparados a cv. Perinha (Tabela 23). As diferenças existentes na atividade enzimática podem estar relacionadas com a característica genética de cada cultivar.

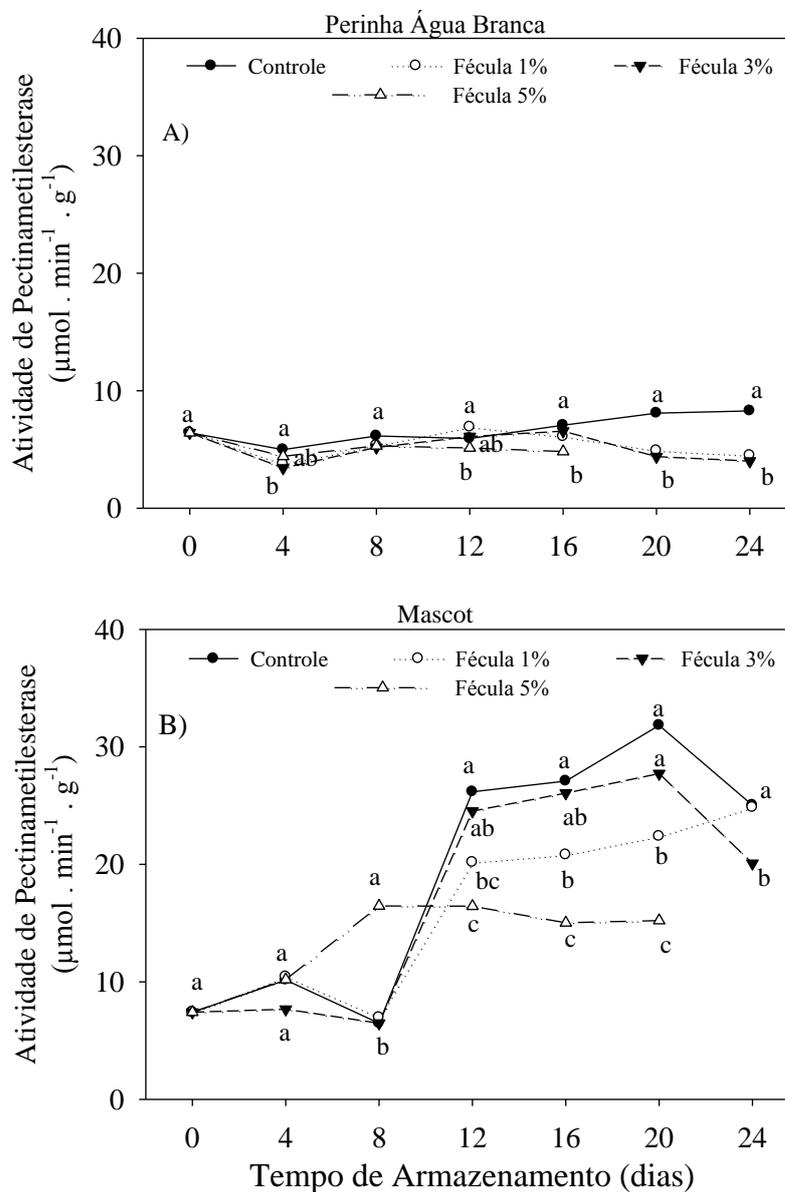


Figura 37. Atividade de Pectinametilsterase em tomates revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%). A) ‘Perinha Água Branca’ e B) ‘Mascot’.

$$1 \mu\text{mol de NaOH min}^{-1} \text{ g}^{-1} = \text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

*As letras comparam os tratamentos dentro de cada tempo, sendo que letras iguais entre eles não se diferem significativamente pelo teste Tukey (p<0,05).

Tabela 23. Valores médios da atividade de pectinametilesterase em frutos de tomate cereja Perinha Água Branca e Mascot revestidos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e armazenados em temperatura controlada (12°C e UR de 90%).

Tratamentos	Atividade de Pectinametilesterase ($\mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)	
	Perinha	Mascot
Controle	6,70Ba	19,17Aa
Fécula 1%	5,41Ba	16,14Aab
Fécula 3%	5,15Ba	17,13Aab
Fécula 5%	5,21Ba	13,45Ab
CV (%)	40,50	

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

4.3 Experimento 3 - Utilização do Óleo Essencial de Casca de Canela no Controle de Podridões Pós-colheita em Frutos de Tomate Cereja

4.3.1 Frutos das Cultivares Perinha Água Branca e Mascot armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e controlada (12°C e UR de 90%), após 20 dias

De acordo com a Tabela 24, o tratamento com água destilada foi o que resultou em maior quantidade de frutos bons tanto da ‘Perinha’ como da ‘Mascot’ nas duas temperaturas avaliadas, indicando que somente a assepsia dos frutos é suficiente para manutenção da qualidade.

O tratamento com óleo provocou manchas e queimaduras nos frutos comprometendo o aspecto visual favorecendo o desenvolvimento de podridões (Figura 38). O óleo também provocou forte odor de canela nos frutos.

Outros trabalhos encontraram resultados semelhantes quanto à utilização de óleo em frutos, como o de CASTRICINI et al. (2009), em mamões ‘Golden’ onde o óleo de casca de canela também provocou manchas na superfície dos frutos comprometendo sua aparência.

OLIVEIRA JUNIOR et al. (2013), relataram que apesar de bons resultados no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* *in vivo* e *in vitro* com óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* RADDI), este causou elevadas perdas de massa fresca, de firmeza e sintomas de fitotoxicidade em seu uso nos frutos de mamão, não sendo recomendado para uso comercial.

De acordo com a Tabela 24, para temperatura ambiente, o revestimento com fécula 3% proporcionou boa quantidade de frutos bons 9,03% e 13, 89% para ‘Perinha’ e ‘Mascot’ respectivamente. A mesma quantidade de frutos bons foi encontrada em ‘Perinha’ no tratamento de fécula 3% associada ao óleo essencial de canela 0,1%. No híbrido os frutos bons nesse tratamento corresponderam a 10,42%, aos 20 dias.

A concentração de 0,3% de óleo misturado à fécula 3% comprometeu a qualidade dos frutos em ambas as cultivares, mas em menor quantidade quando comparado aos tratamentos com água destilada associado ao óleo essencial de casca de canela (0,1% e 0,3%). Estes

tratamentos proporcionaram grande quantidade de frutos inaptos para consumo e não foram eficientes no controle de podridões pós-colheita.

Ainda em temperatura ambiente, 46,53% dos frutos da ‘Mascot’ se apresentaram bons para consumo o restante 53,47% ficou impróprio, enquanto que para a cultivar Perinha a quantidade de frutos bons foi de 36,81% e de ruins 63,19%. A quantidade de frutos ruins foi maior que a de frutos bons encontrada nos dois genótipos (Tabela 24).

O híbrido Mascot apresentou 10% a mais de frutos bons para consumo quando comparada a cv. Perinha em temperatura ambiente.

Utilizando temperatura controlada verificou-se que a quantidade de frutos ruins para ‘Perinha’ e ‘Mascot’ apresentou valores próximos ficando em 54,87% e 58,33% (Tabela 24) respectivamente e superaram a quantidade de frutos bons que foi de 45,13% na ‘Perinha’ e 41,67% na ‘Mascot’. Comparado ao experimento realizado em temperatura ambiente, a temperatura controlada proporcionou maior quantidade de frutos bons na ‘Perinha’. O mesmo não ocorreu para ‘Mascot’.

Maior porcentagem de frutos bons na ‘Perinha’ a 12°C e UR de 90% foram para frutos tratados com água destilada e fécula 3%, seguido dos tratamentos com óleo 0,1% e 0,3% associado à fécula 3%. O tratamento com água destilada e óleo nas concentrações de 0,1% e 0,3% proporcionou uma pequena quantidade de frutos bons, o que não ocorreu no experimento em temperatura ambiente.

Na cv. Mascot a maior porcentagem de frutos bons foi para o tratamento com água destilada, seguido do tratamento com fécula 3% associado a 0,1% de óleo canela. O revestimento de fécula 3% encontrou-se em terceiro lugar, seguido de fécula 3% associado a 0,3% de óleo canela. Todos os frutos tratados com água destilada e óleo (0,1% e 0,3%) tornaram-se ruins para consumo.

As podridões foram provocadas principalmente por fungos dos seguintes gêneros: *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Geotrichum* sp., *Phoma* sp. e *Phomopsis* sp., o que demonstra que o óleo essencial de canela não foi eficiente no controle de podridões pós-colheita em tomate cereja.

Diferentemente do ocorrido neste trabalho, outros estudos evidenciaram o potencial da utilização de óleos essenciais no controle de podridões pós-colheita, tais como de FENG & ZHENG (2007), utilizando óleo essencial de cássia em tomate cereja para o controle de *Alternaria alternata*, um dos principais fungos causadores de perdas pós-colheita em tomate. CHALFOUN et al. (2004), avaliaram os óleos essenciais de alho, canela, cravo e tomilho nas concentrações de 1%, 2%, 3% e 4% sobre o desenvolvimento micelial dos fungos *Rhizopus* sp., *Penicillium* spp., *Eurotium repens* e *Aspergillus niger*. Estes autores observaram que o óleo essencial de canela inibiu completamente o desenvolvimento de *Aspergillus niger* em todas as doses testadas e que a medida que aumentasse a concentrações do óleo havia um maior controle de *Eurotium repens*.

Estudo realizado por SILVEIRA et al. (2001), indicou um aumento da incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro relacionado diretamente com a temperatura, onde frutos incubados a 25°C tiveram a maior incidência de podridões causado por *Fusarium verticillioides*, *Geotrichum candidum* e *Rhizopus stolonifer*.

Tabela 24. Porcentagem (%) de frutos de tomate cereja bons para consumo nas cultivares Perinha Água Branca e Mascot tratados com fécula de mandioca e óleo essencial de casca de canela para o controle de podridões pós-colheita e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e controlada (12°C e UR de 90%), após 20 dias.

Tratamentos	Perinha (%)	Mascot (%)	Perinha (%)	Mascot (%)
	$25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$		12°C e UR 90%	
Água destilada	15,97	16,67	15,97	16,67
Fécula 3%	9,03	13,89	15,97	9,72
Água dest. + Óleo 0,1%	0	0	2,08	0
Água dest. + Óleo 0,3%	0	0	0,69	0
Fécula 3% + Óleo 0,1%	9,03	10,42	6,25	10,42
Fécula 3% + Óleo 0,3%	2,78	5,55	4,17	4,86
Total (%)	36,81	46,53	45,13	41,67

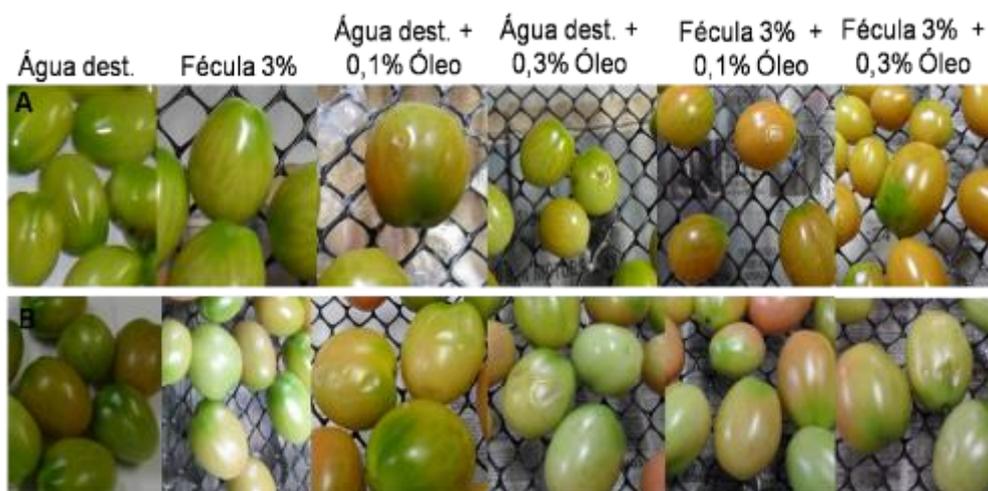


Figura 38. Frutos de tomate em diferentes tratamentos com óleo essencial de casca de canela. A) ‘Mascot’ e B) ‘Perinha Água Branca’, após a aplicação dos tratamentos.

5 CONCLUSÕES

Experimento 1

- Em temperatura ambiente, a longevidade pós-colheita dos frutos da cultivar ‘Perinha’ foi de 20 dias para os estádios de vez e rosado e 15 dias para vermelho e maduro. Para ‘Mascot’ a longevidade foi de 24 dias para o estágio de vez, 20 dias para rosado e 15 dias para vermelho e maduro.
- Em temperatura controlada, a longevidade pós-colheita dos frutos da cultivar Perinha foi de 24 dias para de vez e rosado, 20 dias para vermelho e 15 dias para maduro. Para ‘Mascot’ a longevidade foi de 27 dias para de vez e rosado e 24 dias para vermelho e maduro.

Experimento 2

Para a variedade Perinha e para o híbrido Mascot, em condições ambiente e controlada, o revestimento de fécula de mandioca na concentração de 3% foi o que promoveu melhores resultados retardando o processo de amadurecimento e senescência. A concentração de 1% se assemelhou ao controle durante quase todo período experimental, enquanto que frutos revestidos por fécula 5% impediram a evolução do processo normal de amadurecimento e apresentaram alto índice de frutos infectados por fungos. Isto levou ao comprometimento da aparência, vida útil e qualidade tornando os frutos impróprios para consumo e comercialização. A atividade de pectinametilesterase para a variedade Perinha não apresentou diferença entre as médias nos tratamentos, enquanto que para o híbrido Mascot menores valores foram observados para fécula 5% quando comparado ao controle. Quando se compara as duas cultivares a ‘Perinha’ apresentou em média frutos com menor grau de amolecimento em todos os tratamentos, inclusive no controle. Isso é uma indicação de que esta cultivar apresenta características de maior firmeza natural dos frutos, mostrando que a aplicação de fécula não apresentou eficiência para este componente de qualidade.

Experimento 3

- Em ambas as cultivares, em temperatura ambiente e controlada, o óleo essencial de casca de canela promoveu alterações na superfície dos frutos, provocando manchas e queimaduras o que afetou sua qualidade. O óleo não foi efetivo no controle de podridões pós-colheita.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. Plants diseases caused by fungi: Postharvest diseases of plant products caused by Ascomycetes and Deuteromycetes. **In: Plant pathology**. Cap. 9, p. 553-561, 2005, 703p.
- ALI, Z.M.; CHIN, L.H.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, n. 167, p. 317–327, 2004.
- ALI, A.; MAQBOOL, M.; RAMACHANDRAN, S.; ALDERSON, P.G. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 58, p. 42–47, 2010.
- ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 377, p. 2039-2055, 2002.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras. Universidade Federal de Lavras, 2004, 400p.
- ANDREUCCETTI C; FERREIRA MD; MORETTI CL; HONÓRIO SL. Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 122-126, 2007.
- AMARIZ, A.; LIMA, M.A.C.; TRINDADE, D.C.G.; SANTOS, A.C.N.S.; RIBEIRO, T.P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2199-2205, outubro, 2010.
- ANTHON, G.E.; LE STRANGE, M.; BARRETT, D.M. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. **Jornal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 7, p. 1175-1181, 2011.
- ANTHON, G.E.; BARRETT, D.M. Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. **Food Chemistry**, v.132, p.915–920, 2012.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. **Normas Técnicas Especiais** – CNNPA nº12, de 1978, D.O de 24/07/1978. Disponível em <www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_amidos.htm> Acessado em 17/06/2013.
- AROUCHA, E.M.M.; SOUZA, C.S.M.; SOUZA, A.E.D.; FERREIRA, R.M.A.; FILHO, J.C.A. Qualidade pós-colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal - SP**, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012.
- ASSIS, O.B.G.; BRITTO, D.; FORATO, L.A. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. 2009, 23p.
- BARCELOUX. D.G. Medical Toxicology of Natural Substances: Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Toxic Plants, and Venomous Animals. **Hoboken, NJ: John Wiley & Sons**. p. 39-43, 2008.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446–475, 2008.

- BARRETT REINA L.C. **Conservação pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) da cultivar Gigante Kada submetido a choque a frio e armazenamento com filme de PVC.** 1990. 114p. Dissertação (Mestrado), Lavras: UFLA, 114p, 1990.
- BARTZ, J.A. SARGENT, S.A.; MAHOVIC, M. **Guide to Identifying and Controlling Postharvest Tomato Diseases in Florida.** Horticultural Sciences Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2009.
- BECKLES, D.M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 63, p. 129–140, 2012.
- BEN-YEHOSHUA, S. **Transpiration, water stress, and gas exchange.** In: Weichmann, J. Postharvest physiology of vegetables. Marcel Dekker, New York, p. 113-170, 1987.
- BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.C.; RESENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional.** 2006. 178p. Tese doutorado. Programa de pós-graduação em saúde pública. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; ANDRIOLO, J.L.; PINTO, J.A.V. Armazenamento de tomate cultivar “Cronus” em função do estágio de maturação e da temperatura. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº76 de 26 de novembro de 1986. **Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 de novembro, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 553 de 30 de agosto de 1995. **Dispõe sobre a Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate in natura, para fins de comercialização e Revoga as especificações de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate, estabelecidas pela Portaria nº 76, de 25 de fevereiro de 1975.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, set. 1995.
- BRON, I.U. **Amadurecimento do mamão ‘Golden’: ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado.** 2006. 67p. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) – USP – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo. 2006.
- BRUMMEL, D.A.; HARPSTER, M.H. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. **Plant Molecular Biology**, v. 47, p. 311–340, 2001.
- CARNELOSSI, P.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; ITAKO, A.T.; MESQUINI, R.M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais, Botucatu**, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.
- CASA, J.; EVANGELISTA, R.M.; Influência das épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1101-1108, 2009.
- CASTRICINI, A. **Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de mamões (*Carica papaya* L.) ‘Golden’.** 2009. 117p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de

Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

CASTRO, V.A.S.P.T. **Controle do amadurecimento pós-colheita do tomate ‘Carmem’ tratado com ácido 2- cloroetil fosfônico**. 2003. 88p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2003.

CEAGESP, Programa Brasileiro de Modernização da Agricultura. **Normas de Classificação do Tomate**. Centro de Qualidade em Horticultura. CQH/CEAGESP, São Paulo, 2003.

CENCI, S.A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2011, 144p.

CENTENO, D.C.; NEVES, N.R. Contribuidores do sabor em tomates (*Solanum lycopersicum* var. Moneymaker) e suas inter-relações. **Revista Trópica – Ciência Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 4-11, 2009.

CEREDA, M.P., BERTOLLINI, A.C., EVANGELISTA, R.M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de películas na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: **Congresso Brasileiro de Mandioca**, v.7, Recife, p.107. 1992.

CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M.C. RESENDE, M.L.V. ANGÉLICO, C.L. SILVA, R.A. Effect of powdered spice treatments on mycelial growth, sporulation and production of aflatoxins by toxigenic fungi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 856-862, jul./ago., 2004.

CHENG, Y.; WANG, T.; CHEN, J.; LIN, T. Spatial-temporal analyses of lycopene and sugar contents in tomatoes during ripening using chemical shift imaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, p. 17–25, 2011.

CHITARRA, M. L.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA. 2005, 785p.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M.D. Qualidade pós-colheita de tomates ‘Débora’ com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 381-385, 2006.

COSTA, A.L.; RIBEIRO, L.R.; KOBLITZ, M.G.B. Uso de atmosfera controlada e modificada em frutos climatéricos e não-climatéricos. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 11, p. 1–7, 2011.

COSTA, T.L.E.; OLIVEIRA, T.A.; SANTOS, F.K.G.; AROUCHA, E.M.M.; LEITE, R.H.L. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método dipping. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 5, p. 12-19, dezembro de 2012.

CROOKES, P.R.; GRIERSON, D. Ultrastructure of Tomato Fruit Ripening and the Role of Polygalacturonase Isoenzymes in Cell Wall Degradation. **Plant Physiology**, v.72, p.1088-1093. 1983.

CRUZ, M.M.; LINS, S.R.O.; OLIVEIRA, S.M.A.; BARBOSA, M.A.G. Efeito de óleos essenciais e revestimentos comestíveis sobre podridões pós-colheita em manga, cv. Kent. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 1-6, 2012.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P.V.S.; MORO, E.; MACEDO, J.R.; E.K.; LOPES, M.C.; VICENTINI, N.M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 377-380, 2003.

DELLA VECCHIA, P.T.; KOCH, P.S. Tomates longa vida: O que são e como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 3-4, 2000.

DOMINGOS, A. **Manuseamento de produtos hortofrutícolas**. Editora: SPI- Sociedade Portuguesa de Inovação, 1ª edição, 2005, 112p.

DUMAS, Y.; DADOMO, M.; LUCCA, G.D.; GROLIER, P. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 369–382, 2003.

ETIENNE, A.; GÉNARD, M.; LOPIT, P.; MBEGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; BUGAUD, C. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 6, p. 1451–1469, 2013.

FAOSTAT - FAO Statistics Division. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. Acessado em 04/04/2013.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMENEZ, A.; MUÑOZ, J. A.; IBARZA, A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use, **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 292-303, 2011.

FENG, W.; ZHENG, X. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. **Food Control**, v. 18, p. 1126–1130, 2007.

FERNANDES, C.; CORÁ, J.E.; BRAZ, L.T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 275-278, 2007.

FERREIRA, S.M.R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 231p. Tese (Doutorado), Programa de pós-graduação em tecnologia de alimentos da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

FERREIRA, S.M.R.; QUADROS, D.A.; KARKLE, E.N.L.; LIMA, J.J.; TULLIO, L.T.; FREITAS, R. J. S. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.30, n.4, p. 858-864, out.-dez. 2010.

FERREIRA, R.M.A.; LOPES, W.A.R.; AROUCHA, E.M.M.; MANO, N.C.S.; SOUSA, C.M.G. Caracterização física e química de híbridos de tomate em diferentes estádios de maturação produzidos em Baraúna, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.4, p. 506-511, 2012.

FILGUEIRA, FERNANDO ANTÔNIO REIS, **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3º ed. rev. E ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008.

FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; MONTES, S.M.N.M. Doenças e características físico-químicas pós-colheita em pêssego ‘Régis’ produzido em Presidente Prudente-SP. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 627-632, 2010.

FISCHER, I.H.; ALMEIDA, A.M.; ARRUDA, M.C.; BERTANI, R.M.A.; GARCIA, M.J.M.; AMORIM, L. Danos em pós-colheita de goiabas na Região do Centro-Oeste Paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 570-576, 2011.

GALLO, J.A.Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIM, F.; VOILLEY, A. Lipid hydrophobicity, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based edible films. **Journal of Membrane Science**, v.180, p.37–46, 2000.

GAUTIER, H.; DIAKOU-VERDIN, V.; BENARD, C.; REICH, M.; BURET, M.; BOURGAUD, F.; POESSEL, J.L.; CARIS-VEYRAT, C.; GENARD, M. How Does Tomato

Quality (Sugar, Acid, and Nutritional Quality) Vary with Ripening Stage, Temperature, and Irradiance?. **Jornal Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 1241–1250, 2008.

GEORGE, B.; KAUR, C.; KHURDIYA, D.S.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. **Food Chemistry**, v. 84, p. 45–51, 2004.

GIOVANELLI, G.; LAVELLI, V.; PERI, C.; NOBILI, S. Variation in antioxidant components of tomato during vine and post-harvest ripening. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, p. 1583-1588, 1999.

GOULD, W. A. **Tomato production, processing and quality evaluation**. Westport: The AVI. 1974, 445p.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência Tecnologia Alimentos, Campinas**, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.

HENRIQUE, C.M. **Utilização do ethephon e da película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano (Citrus limon (Linn) Burn)**. 1999. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 1999.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; VALLE, V.D.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria X ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 110, p. 428–435, 2008.

HOJO, E.T.D.; ABREU, C.M.P.; ASMAR, S.A.; HOJO, R.H.; CÔRREA, A.D.; VILAS BOAS, E.V.D. Avaliação da qualidade de mangas ‘Palmer’ tratadas com 1-metilciclopropeno a armazenadas sob refrigeração e condição ambiente. **Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal - SP**, v. 31, n.1, p. 028-038, Março 2009.

HULTIN, H.O.; SAM, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, 1966.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos de análise de alimentos**. 3ª ed., São Paulo, 1987.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro- Brasil, v. 25, n. 02, p. 1-88, 2012.

ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Manual técnico de análise química de alimentos**, Campinas, 1990.

JAVANMARDI, J., KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p. 151–155, 2006.

KADER, A.A. **Quality factors: definition and evaluation for fresh horticultural crops**. In: KADER, A. A. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California: University of California, p.118-121, 1978.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Exon Press, Athens, Georgia, EUA. 1997.

KERBAUY, G.B. **Frutificação e amadurecimento**. In: KERBAUY, G.B. *Fisiologia vegetal*. 2ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 358-383, 2008.

- KLUGE, R.A.; RODRIGUES, D.S.; KALIL, G.P.C.; RUSSO, R.; LUCAS, M.B.; MINAMI, K. Influência do estágio de maturação e da cobertura com polietileno na conservação de tomates frigorificados. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 1 p. 6-13, 1996.
- KOCH, J.L.; NEVINS, D.J. Use of Purified Tomato Polygalacturonase and Pectinmethylesterase to Identify Developmental Changes in Pectins. **Plant Physiology**. v. 91, p. 816-822, 1989.
- LEMOES, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; JOSÉ, A.R.S.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S.; SILVA, D.S.; BARRETO, A.P.P.; BOMFIM, M.P. Conservação do pimentão “magali” em duas condições de armazenamento associada à atmosfera modificada; **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 1, p. 06-15, jan./mar, 2008.
- LEON-SÁNCHEZ, F.D.; PELAYO-ZALDÍVAR, LC.; RIVERA-CABRERA, F.; PONCE-VALADEZ, M.; ÁVILA-ALEJANDRE, X.; FERNÁNDEZ, F.J.; ESCALONA-BUENDÍA, H.B.; PÉREZ-FLORES, L.J. Effect of refrigerated storage on aroma and alcohol dehydrogenase activity in tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 54, n. 2, p. 93–100, 2009.
- LENUCCI, M.S.; CADINU, D.; TAURINO, M.; PIRO, G.; DALESSANDRO, G. Antioxidant Composition in Cherry and High-Pigment Tomato Cultivars. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 54, p. 2606–2613, 2006.
- LÓPEZ CAMELO, A.F.; GÓMEZ, P.A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.3, p. 534-537, 2004.
- LUENGO, R.F.A. **Armazenamento refrigerado**. In: LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G. Armazenamento de Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 60-65, 2001. 242p.
- LUVIELMO, M.M.; LAMAS, S.V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, p.8-15, janeiro-junho 2012.
- MABBETT, T.H. Control of texture in tomatoes nears reality. **Agriculture International**, v. 41, n. 7, p. 239-240, 1989.
- MATHIEU, S.; CIN, V.D.; FEI, Z.; LI, H.; BLISS, P.; TAYLOR, M.G.; KLEE, H.J.; TIEMAN, D.M. Flavour compounds in tomato fruits: identification of loci and potential pathways affecting volatile composition. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 1, p. 325–337, 2009.
- MEDINA, P.V.L. Alguns aspectos da fisiologia pós-colheita e a qualidade dos produtos perecíveis. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 24, Jaboticabal, 1984. Brasília: EMBRAPA/DDT, p. 150-158, 1984.
- MICHELI, F. Pectin methylesterases: cell wall enzymes with important roles in plant physiology. **TRENDS in Plant Science**, v. 6, n. 9, 2001.
- MODOLON, T.A.; BOFF, P; ROSA J.M.; SOUSA, P.M.R.; MIQUELLUTI, D.J. Qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro submetidos a preparados em altas diluições. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 58-63, 2012.
- MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, jan./mar, 2008.
- MORETTI, C.L. Boas Práticas Agrícolas para a Produção de Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, julho, 2003.
- MORGAN, L. **Tomato fruit flavor and quality evaluation**. Part I. 2004.

- NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B.V. **A Cultura do Tomate. Produção, Processamento e Comercialização.** Fundação Agromisa e CTA, Wageningen. 2006. 104p.
- NUNES, E.E.; VILAS BOAS, B.M.; CARVALHO, G.L.; SIQUEIRA, H.H. LIMA, L.C.O. Vida útil de Pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 438-440, Dezembro, 2004.
- OJAGH, S.M., REZAEI, M.; REZAVI, S.H.; HOSSEINI, S. M.H. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. **Food Chemistry**, v. 122, p. 161–166, 2010.
- OLIVEIRA, M.A. **Comportamento Pós-colheita de pêssego (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de fécula de amido como alternativa a cera comercial.** 2000, 98f. Tese (Doutorado em agronomia)- Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; SANTOS, R.B.; REIS, F.O.; MATSUMOTO, S.T.; BISPO, W.M.S.; MACHADO, L.P.; OLIVEIRA, L.F.M. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* RADDI) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 15, n.1, p. 150-157, 2013.
- OPARA, U.L.; AL-ANI, M.R.; AL-RAHBI, N.M. Effect of Fruit Ripening Stage on Physico-Chemical Properties, Nutritional Composition and Antioxidant Components of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Cultivars. **Food Bioprocess Technology**, v. 5, n. 8, p. 3236 – 3243, 2012.
- OSM-OLIU, G.; HERTOOG, M.L.A.T.M.; VAN de POEL, B.; ANPOFO-ASIAMA, J. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 1, p. 7–16, 2011.
- PEARSON, D.; COX, H.E. The chemical analysis of foods. New York: **Chem. Publi.**, 393p, 1976.
- PEREIRA, M.E.C; SILVA, A.S. da; BISPO, A.S.R; SANTOS, D.B. dos; SANTOS, S.B. dos; SANTOS, V.J. dos. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, nov./dez., 2006.
- PFAFFENBACH, L.B. **Uso de embalagens plástica na conservação pós-colheita e qualidade de mangas 'Haden 2H', 'Palmer' e 'Tommy Atkins'.** Campinas, 2003, 85 p. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agrônômico, Campinas, SP, 2003.
- PIMENTEL, J.D.R.; SOUZA, D.S.; OLIVEIRA, T.V.; OLIVEIRA, M.C.; BASTOS, V.S.; CASTRO, A.A. Estudo da conservação de mamão Havaí utilizando películas comestíveis a diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, v. 7, 2011.
- PINHEIRO, J.; ALEGRIA, C.; ABREU, M.; GONÇALVES, E. M.; SILVA, C.L.M. Kinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits (*Solanum lycopersicum*, cv. 'Zinac') during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 114, p. 338–345, 2013.
- PINTO, L.K.A.; MARTINS, M.L.L; RESENDE, E.D.; THIÉBAUT, J.T.L. Atividade da pectinametilsterase e da β -galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 713-722, Setembro 2011.

- PINTO, P.M.Z.; MORAIS, A.M.M.B. **Boas Práticas para a Conservação de Produtos Hortofrutícolas**. AESBUC - Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica. Universidade Católica Portuguesa. 2000.
- 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**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1467-1472, 2009.
- RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S.P. Activity of pectin esterase and cellulose in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, n. 12, p. 1717-1723, 1969.
- RESENDE, J.M.; CHITARRA, M.I.F.; MALUF, W.R.; CHITARRA, A.B.; SAGGIN JUNIOR, O.J. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.206-212, abril-junho, 2004.
- RINALD, M.M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B.N.; SALES, R.N.; AMARAL, R.D.A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305-316, jul./dez. 2011.
- ROCHA, M.C. **Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agronômicas, físico-químicas e sensoriais**. 2008, 191p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.
- ROCHA, M.C.; GONÇALVES, L.S.A.; CORRÊA, F.M.; RODRIGUES, R.; SILVA, S.L.; ABBOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 664-670, mai-jun, 2009.
- SALTVEIT, M. E. **Fruit ripening and fruit quality**. Tomatoes. p.145-170, 2005. Acessado em 21/05/2013.
- SANINO, A.; CORTEZ, L.A.B.; MEDEROS, B.T. Vida de prateleira do tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedade "Débora", submetido a diferentes condições de resfriamento. **Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.
- SANTOS, A.M.; UENO, B.; JUNIOR, C.R.; FREIRE, C.J.S.; GONÇALVES, E.D.; COUTINHO, E.F.; HERTER, F.G.; MADAIL, J.C.M.; PEREIRA, J.F.M.; ANTUNES, L.E.C.; WREGE, M.S.; RASEIRA, M.C.B.; RISTOW N.C.; TREVISAM, R.; CANTILLANO, R.F.F. EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Sistema de produção do mirtilo**. Versão eletrônica, Nov./2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mirtilo/SistemaProducaoMirtilo/conservacao.htm>. Acessado em 21/05/2013.
- SANTOS JÚNIOR, A.M.S.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; LIMA, L.C.O.; CAMPOS, K.P.; LIMA, H.C.; ARAÚJO, F.M.M.C. Comportamento pós-colheita das características químicas, bioquímicas e físicas de frutos de tomateiros heterozigotos nos locos alcobaça e ripening inhibitor. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.749-757, jul./ago., 2003.
- SANTOS, A.E.O.; ASSIS, J.S.; BERBET, P.A.; SANTOS, O.O.; BATISTA, P.F.; GRAVINA, G.A. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 08-513, 2011.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. **Embalagem**. In: CENCI, S.A. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, p. 59-69, 2011.

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural. **Mandiocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária**. 2012.

SENHOR, R.F.; SOUZA, P.A.; CARVALHO, J.N.; SILVA, F.L.; SILVA, M. Fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil), v. 4, n. 3, p. 13 – 21, julho/setembro de 2009.

SIGRIST, J.M.M. **Estudos Fisiológicos e Tecnológicos de Couve-Flor e Rúcula minimamente processadas**. 2002.112f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Área de concentração em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, SP. 2002.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S.; FRANÇA, F.H; VILLAS BÔAS, G.L.; BRANCO, M.C.; MEDEIROS, M.A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W.L.C.; LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C.; NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, W. EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivo de tomate para industrialização**. Versão eletrônica, dez./2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acessado em 28/04/2013.

SILVA, A.V.C; ANDRADE, D.G.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M.A.G.; MUNIZ, E.N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009.

SILVA, P.A.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; ASMAR, S.A. Modificações nas atividades da poligalacturonase e pectinametilesterase em morangos armazenados a temperatura ambiente. **Ciência e agrotecnologia, Lavras**, v. 33, Edição Especial, p. 1953-1958, 2009.

SILVEIRA, N.S.S., MICHEREFF, S.J., MARIANO, R.L.R., TAVARES, L.A.; MAIA, L.C. Influência da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 33-38, 2001.

SOBREIRA, F.M.; SOBREIRA, F.M.; ALMEIDA, G.D.; COELHO, R.I.; RODRIGUES, R.; MATTA, F.P. Qualidade de sabor de tomates dos tipos salada e cereja e sua relação com caracteres morfoagronômicos dos frutos. **Ciência e agrotecnologia, Lavras**, v. 34, n. 4, p. 1015-1023, jul./ago., 2010.

SOUZA, P.A.; AROUCHA, E.M.M.; SOUZA, A.E.D.; COSTA, A.R.F.C.; FERREIRA, G.S.; BEZERRA NETO, F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 235-239, 2009.

SOUZA, A.A.S.; GRIGIO, M.L.; NASCIMENTO, C.R.; SILVA, A.C.D.; REGO, E.R.; REGO, M.M.R. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p.113-118, maio-agosto, 2011.

SPOTO, M.H.F; MIGUEL, A.C.A. **Processamento mínimo e congelamento**. In: OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Fundamentos e Ciência de Alimentos. Barueri: Manole, 2006. cap. 10, p. 453-510. Disponível em: http://books.google.com.br/books?id=sSdwGdNkfJIC&dq=processamento+m%C3%ADnimo+e+congelamento+spoto+e+miguel+capitulo+10&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s. Acessado em: 29/04/13.

SPOTO, M.H.F.; GUTIERREZ, A.S.D. **Qualidade Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças**. In: OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Fundamentos e Ciência

de Alimentos. Barueri: Manole, 2006. cap. 9, p.403-447. Disponível em: <http://books.google.com.br>. Acessado em 15/05/2013.

TAVARES, G.M. **Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita**. 2004. 55p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2004.

VASCONCELOS, Y. Embalagem comestível: revestimento orgânico protege frutas legumes e carnes. **Pesquisa FAPESP**, 2011.

TZORTZAKIS, N.G. Impact of cinnamon oil-enrichment on microbial spoilage of fresh produce. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, p. 97-102, 2009.

VILA, M. T. R. **Qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. 2004. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

VILAS BOAS, E.V.; CHITARRA, A.B.; MALUF W.R.; CHITARRA, M.I.F. Modificações texturais de tomates heterozigotos no loco alcobaça. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1447-1453, 2000.

XIN, Y.; CHEN, F.; YANG, H.; ZHANG, P.; DENG, Y.; YANG, B. Morphology, profile and role of chelate-soluble pectin on tomato properties during ripening. **Food Chemistry**, v. 121, n. 2, p. 372–380, 2010.

XING, Y.; LI, X.; XU, Q.; YUN, J.; LU, Y. Antifungal activities of cinnamon oil against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum* in vitro and in vivo fruit test. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 1837–1842, 2010.

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. **Lebensm. Wiss und Technol.**, v. 34, p. 452-457, 2001.

YOSHIDA, N.; ANTUNES, A.J. Aplicação de filmes proteicos à base de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v.29, n.2, p.420-430, abr.-jun. 2009.

ZAPATA, P.J.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; VALERO, D.; SERRANO, M. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p.1287-1293, 2008.