

14731 - Bicarbonato de sódio (NaHCO₃) mantém a firmeza de frutos de bergamota 'Clementina' inoculados com *Penicillium digitatum*

Sodium bicarbonate (NaHCO₃) maintains the firmness of tangerine 'Clementina' fruit inoculated with Penicillium digitatum

TOMAZETTI, Tiago Camponogara¹; ROSSAROLLA, Márcia Denise¹; HEIFFIG-DEL AGUILA, Lília Sichmann²; SAAVEDRA DEL AGUILA, Juan³; RADMANN, Elizete Beatriz¹

¹Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS, tctomazetti@gmail.com, mdrossarolla@gmail.com, elizeteradmann@unipampa.edu.br; ²EMBRAPA Clima Temperado, lilia.sichmann@embrapa.br; ³UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito/RS, juanaguila@unipampa.edu.br

Resumo:

Objetivou-se avaliar o NaHCO₃ (bicarbonato de sódio) no controle do *Penicillium digitatum* na pós-colheita de bergamota 'Clementina'. Os frutos foram oriundos de pomar comercial, aplicaram-se os tratamentos: T1: água destilada; T2: água destilada + *P. digitatum*; T3: NaHCO₃ e T4: NaHCO₃ + *P. digitatum*, com cinco repetições de 12 frutos, avaliou-se o índice de coloração do pericarpo (ICP), perda de massa fresca, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez titulável; "ratio"; ácido ascórbico; firmeza e severidade do *P. digitatum*, na colheita, aos 7 e 14 dias de armazenamento refrigerado a 5 °C e após três dias em temperatura ambiente a 22 °C. O ICP foi maior no T1 quando mantido em temperatura ambiente por 3 dias, a firmeza foi menor nos tratamentos sem aplicação do NaHCO₃. O NaHCO₃ causa pouca variação na pós-colheita da bergamota 'Clementina', sendo responsável por manter a firmeza dos frutos mesmo quando inoculados com *P. digitatum*.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; metabolismo secundário; mofo verde.

Abstract:

The objective was to evaluate the NaHCO₃ (sodium bicarbonate) in the control of *Penicillium digitatum* on postharvest tangerine 'Clementina'. The fruits were from a commercial orchard, was applied the treatments: T1: distilled water; T2: distilled water + *P. digitatum*; T3: NaHCO₃ e T4: NaHCO₃ + *P. digitatum*, with five replicates of 12 fruits, evaluated the pericarp coloration index (PCI), fresh weight loss, juice yield, soluble solids, titratable acidity, ratio, ascorbic acid, firmness and severity of the *P. digitatum*, at harvest, at 7 and 14 days of cold storage at 5 °C and after three days at environment temperature at 22 °C. The PCI was higher in T1 when stored at environment temperature for 3 days, the firmness was lowest in the treatments without application of NaHCO₃. The NaHCO₃ causes little variation in the postharvest tangerine 'Clementina', being responsible for maintaining fruit firmness even when inoculated with *P. digitatum*.

Keywords: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck; secondary metabolism; green mold.

Introdução

A citricultura é o ramo que mais se destaca na fruticultura mundial, o que faz dos citros as frutas mais produzidas no mundo (COUTO; CANNIATTI-BRAZACCA, 2010). O Brasil toma lugar de destaque entre os produtores mundiais. Entretanto, a pós-colheita de frutos cítricos é limitada principalmente pelo aparecimento de alterações fisiológicas e pelo ataque de patógenos que depreciam o valor comercial dos produtos sendo a causa de importantes perdas econômicas (NASCIMENTO; AZEVEDO, 2006). As podridões constituem-se na principal causa de danos qualitativos e quantitativos em pós-colheita de citros e se expressam desde a colheita até o consumidor, tornando-se um gargalo para o cultivo de citros (FISCHER et al., 2007). O bolor verde ou mofo verde, causado pelo *P. digitatum* é a principal doença em pós-colheita de frutos cítricos em todo o mundo (FRANCO; BETTIOL, 2002). Sendo seu controle comumente efetuado utilizando fungicidas de síntese.

Na última década, a busca por produtos seguros, sem microorganismos patogênicos ao homem e sem resíduos de defensivos, tem tornado a legislação fitossanitária mais severa em muitos países. A proibição do comércio de frutos com resíduos de defensivos em níveis superiores ao limite mínimo estabelecido na legislação de cada país e a proibição de uso de vários fungicidas pós-colheita estimulou a busca por formas alternativas de controle (Bassetto et al., 2007). O bicarbonato de sódio (NaHCO_3) se apresenta como uma forma alternativa para evitar a utilização de fungicidas convencionais no controle pós colheita do mofo verde, evitando o desgaste do meio ambiente e preservando a saúde do consumidor (NASCIMENTO; SANTOS, 2013).

Com vistas nesta possibilidade, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) nas características físico-químicas e no controle do mofo-verde causado pelo *Penicillium digitatum* na pós-colheita de bergamota 'Clementina'.

Metodologia

Os frutos foram colhidos em pomar comercial da região de Maçambará – RS e cuidadosamente transportados ao Laboratório de Fisiologia e Pós-colheita de Frutas da UNIPAMPA – Campus Itaqui. Foram montados quatro tratamentos de pós colheita, sendo; T1: água destilada; T2: água destilada + *P. digitatum*; T3: NaHCO_3 e T4: NaHCO_3 + *P. digitatum*. Os tratamentos foram constituídos de cinco repetições com 12 frutos cada um, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado.

A solução de NaHCO_3 foi preparada com 2 g 100 mL^{-1} e aplicado 5 mL por fruto do tratamento, a solução de inoculação do *P. digitatum* foi preparada contendo 2×10^5 esporos mL^{-1} contados em câmara de Neubauer e aplicado 5 mL por fruto. As soluções foram aplicadas por aspersão, os frutos foram postos para secar em temperatura ambiente por 60 minutos e acomodados em câmara fria a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ onde foram armazenados até a avaliação.

As avaliações foram realizadas na colheita, em 7 (dia 7) e 14 (dia 14) dias de armazenamento refrigerado a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ e 3 dias após o armazenamento refrigerado mantidas em temperatura ambiente a $22 \text{ }^\circ\text{C}$ (dia 7+3 e 14+3) para simulação do período de comercialização. Avaliou-se o índice de coloração do pericarpo (ICP), perda de massa fresca (%) (PMF), rendimento de suco (%), sólidos solúveis (SS)

(°Brix) com auxílio de refratômetro, acidez titulável (AT) (% ácido cítrico); “ratio” – relação SS/AT; teor de ácido ascórbico (AA) (mg 100g⁻¹); firmeza do fruto e severidade visual do ataque de *P. digitatum*.

O ICP foi obtido através da metodologia disposta por Rossarolla et al. (2012). A AT foi obtida por titulação de uma alíquota de 10 g de suco com hidróxido de sódio (0,1 N) até atingir pH 8,1 e calculado com base no equivalente grama do ácido cítrico. A determinação do teor de AA foi realizada conforme a metodologia apresentada por Couto; Canniatti-Brazacca (2010). A firmeza foi determinada por notas atribuídas subjetivamente de 1 a 5, quanto mais próximo de 1 mais firme e mais próximo a 5 menos firme.

A análise estatística foi realizada com o auxílio de programa estatístico R (2012). As médias foram comparadas através do teste de Skott-Knott ($\alpha=0,05$), as variáveis expressas em porcentagem foram transformadas para arco seno de $(x/100)^{0,5}$.

Resultados e discussões

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ou durante os dias de avaliação para os SS, rendimento de suco e teor de AA. Também não se verificou diferença entre os tratamentos para o ICP em nenhum período de avaliação, entretanto para o T1 (água destilada) observa-se que o índice foi reduzido durante os períodos de armazenamento refrigerado por 7 e 14 dias (Tabela 1). O ICP varia de -20 a +20 e indica o grau de maturação do fruto, quanto menor o ICP maior presença de pigmentos de coloração verde no pericarpo (PETRY et al., 2012).

De acordo com vários pesquisadores, os níveis de AA se manterem constantes indica baixa agressividade aos frutos dos tratamentos empregados (TAMURA et al., 2010). Demonstrando que o NaHCO₃ não apresenta danos à qualidade fisiológica dos frutos de bergamoteira ‘Clementina’.

TABELA 1. Sólidos solúveis (°Brix), Rendimento do suco (%), teor de ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹) e índice de coloração do pericarpo em pós-colheita de bergamota ‘Clementina’ tratada ou não com NaHCO₃ e inoculada ou não com *Penicillium digitatum*.

Dia [*]	T1**	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
----- Sólido soluveis (° Brix) -----					--- Rendimento de suco (%) ---			
0	15,71 ^{ns}	15,71	15,71	15,71	43,91 ^{ns}	43,91	43,91	43,91
7	15,70	15,57	15,53	15,80	51,43	44,43	52,83	49,75
7+3	16,50	15,83	16,07	15,60	55,17	47,17	54,84	48,92
14	15,90	15,83	16,47	16,03	48,62	48,54	52,20	52,77
14+3	17,10	16,40	16,80	16,60	49,72	53,26	52,49	46,86
----- Teor de AA (mg 100 g ⁻¹)-----					-- Índice de coloração do pericarpo --			
0	42,09 ^{ns}	42,09	42,09	42,09	7,27 aA	7,27 aA	7,27 aA	7,27 aA
7	42,38	38,95	42,35	40,27	6,21 aB	6,93 aA	6,64 aA	7,29 aA
7+3	43,87	35,91	30,65	40,92	6,96 aA	7,18 aA	7,04 aA	6,83 aA
14	50,23	42,90	47,25	43,18	6,77 aB	7,30 aA	7,54 aA	6,60 aA
14+3	47,25	42,91	39,94	39,48	7,52 aA	6,65 aA	7,18 aA	7,17 aA

* médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem, pelo teste de Sckott-Knott ($\alpha=0,05$); ^{ns} não significativo pelo teste de Sckott-Knott ($\alpha=0,05$). Dia 0 = colheita, dias 7 e 14 = período de armazenamento refrigerado (5 °C) e dias 7+3 e 14+3 período de 3 dias em temperatura ambiente (22 °C) após armazenamento

refrigerado. T1: água destilada; T2: água destilada + *P. digitatum*; T3: NaHCO₃ e T4: NaHCO₃ + *P. digitatum*.

Os frutos apresentaram PMF ascendente durante o armazenamento, refrigerado ou em temperatura ambiente, independente do tratamento aplicado (Figura 1 A), não se diferenciando entre os tratamentos, somente entre os períodos de armazenamento. A AT manteve-se constante durante os períodos de avaliação, entretanto para os períodos de armazenamento em temperatura ambiente (7+3 e 14+3) ocorreu ligeiro acréscimo na acides em comparação ao armazenamento refrigerado (7 e 14) respectivamente (Figura 1 B).

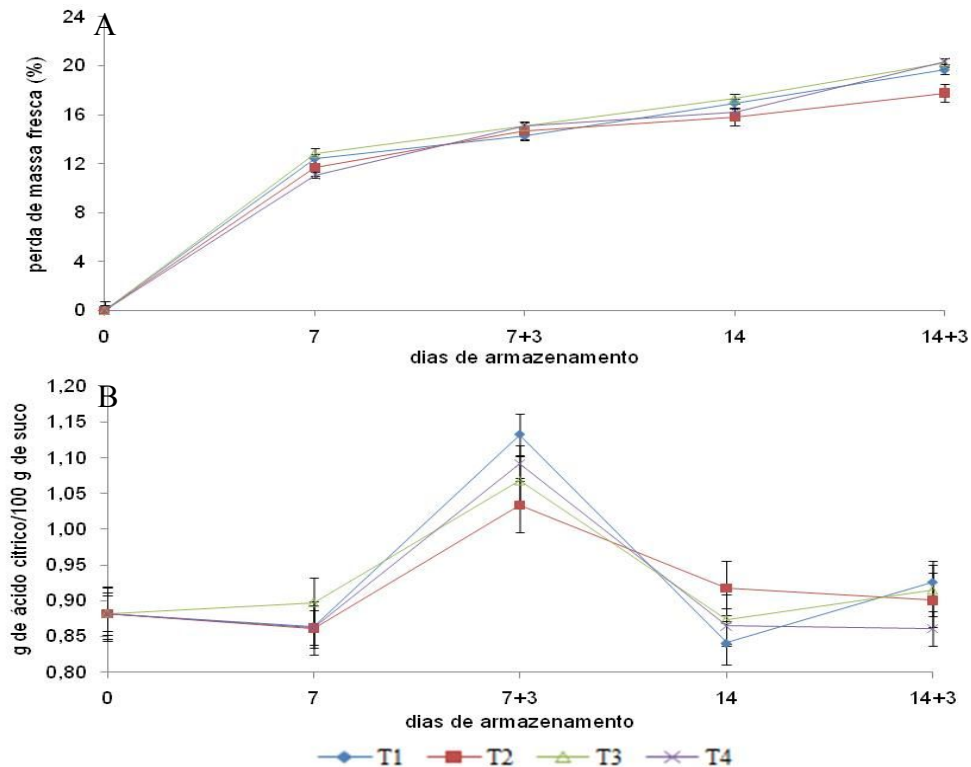


Figura 1. Perda de massa fresca e acides titulável em pós-colheita de bergamotas ‘Clementina’ durante os períodos de armazenamento refrigerado a 5 °C (7 e 14 dias) e posterior armazenamento a temperatura ambiente 22 °C (7+3 e 14+3). T1: água destilada; T2: água destilada + *P. digitatum*; T3: NaHCO₃ e T4: NaHCO₃ + *P. digitatum*. Barras verticais representam o erro padrão da média (n=5).

O “ratio” não diferiu entre os tratamentos, entretanto, apresentou evolução ao longo do armazenamento, no dia 14 e 14+3 o T3 (NaHCO₃) apresentou “ratio” maior que no momento da colheita (Tabela 2).

Tabela 2. “Ratio” (SS/AT) e firmeza em pós-colheita de bergamota ‘Clementina’ tratada ou não com NaHCO₃ e inoculada ou não com *Penicillium digitatum*.

Dia*	Ratio (SS/AT)				Flacidez			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
0	17,80 aA	17,80 aA	17,80 aB	17,80 aA	1,00 aD	1,00 aD	1,00 aD	1,00 aB
7	18,18 aA	18,16 aA	17,43 aB	18,37 aA	2,22 aC	2,67 aC	2,78 aB	3,67 aA
7+3	14,57 aB	15,34 aA	15,03 aB	14,28 aB	4,56 aA	4,55 aA	4,33 aA	3,89 aA
14	18,88 aA	17,30 aA	18,87 aA	18,55 aA	2,67 aC	2,22 aC	2,22 aC	2,89 aA
14+3	18,46 aA	18,22 aA	18,40 aA	19,28 aA	3,89 aB	3,78 aB	3,33 bB	3,33 bA

* médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem, pelo teste de Sckott-Knott ($\alpha=0,05$). Dia 0 = colheita, dias 7 e 14 = período de armazenamento refrigerado (5 °C) e dias 7+3 e 14+3 período de 3 dias em temperatura ambiente (22 °C) após armazenamento refrigerado. T1: água destilada; T2: água destilada + *P. digitatum*; T3: NaHCO₃ e T4: NaHCO₃ + *P. digitatum*.

O T1 (água destilada) e T4 (NaHCO₃ + *P. digitatum*) apresentaram menor “ratio” em 7+3 devido a elevação da AT, mesmo desta forma estando adequado para o consumo de frutos de mesa (PETRY et al., 2012). A firmeza dos frutos foi decrescente ao longo do armazenamento, entretanto, os frutos tratados com NaHCO₃ apresentaram-se mais firme ao final do armazenamento, mesmo quando inoculados com *P. digitatum* (Tabela 2). Ao longo do armazenamento não foi verificado formação de micélio de *P. digitatum* nos frutos.

Conclusões

O bicarbonato de sódio (NaHCO₃) não causa danos às características físico-químicas de pós-colheita da bergamota ‘Clementina’, sendo responsável por manter a firmeza dos frutos mesmo quando inoculados com *Penicillium digitatum*.

Referências bibliográficas:

- BASSETTO, E.; AMORIM, L.; BENATO, E. A.; GONÇALVES, F. P.; LOURENÇO, S. A. Efeito da irradiação UV-C no controle da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pós colheita de pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 393-399, 2007.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação da vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-19, 2010.
- FISCHER, I. H.; TOFFANO, L.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Caracterização dos danos pós-colheita em citros procedentes de “Packinghouse”. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 304-310, 2007.
- FRANCO, D. A. S.; BETTIOL, W. Efeitos de produtos alternativos para o controle de bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós-colheita de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 569-572, 2002.
- NASCIMENTO, L. M.; AZEVEDO, F. A. Avaliação da eficiência da aplicação de diferentes doses de Sporekill em tangor Murcott para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosilo, v. 7, n. 2, p. 93 -103, 2006.
- NASCIMENTO, L. M.; SANTOS, P. C. Controle de doenças fúngicas e de danos por frio em pós-colheita de lima ácida Tahiti. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 2, p. 193-205, 2013.
- PETRY, H. B.; KOLLER, O. C.; BENDER, R. J.; SCHWARZ, S. F. Qualidade de laranjas ‘Valencia’ produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 167-174, 2012.
- R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- ROSSAROLLA, M. D.; TOMAZETTI, T. C.; COPATTI, A. S.; MONTEIRO, A. M.; RIGHI, P. S.; AGUILA, L. S. H.; AGUILA, J. S. O ácido salicílico em pré-colheita

influencia o controle pós-colheita de *Penicillium digitatum* de laranja 'Salustiana'?
Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha, Hermosilo, v. 13, n. 2,
p. 140-145, 2012.

TAMURA, M. S.; OLIVEIRA, R. F.; MOLINA, S. C.; CLEMENTE, E. Avaliação
pós-colheita dos parâmetros físico-químicos das limas ácidas 'Tahiti' que sofreram
danos mecânicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão,
v. 1, n. 2, p. 79-82, 2010.