

INDUTOR DE RESISTÊNCIA NA PÓS-COLHEITA DE LARANJA 'SALUSTIANA'

Tiago Camponogara Tomazetti¹; Márcia Denise Rossarolla¹; Andriocopatti¹; Aline de Melo Monteiro¹, Pércio Sanchez Righi², Lília Sichmann Heiffig-del Aguila³; Juan Saavedra del Aguila⁴

¹Estudante do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Itaqui, Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/nº, Bairro Promorar, Cep 97650-000, Itaqui–Rio Grande do Sul (RS), Brasil. e-mail: tctomazetti@gmail.com, mdrossarolla@gmail.com, andriocopatti@gmail.com, mello_jipa@hotmail.com; ²Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia–Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel)–Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Capão do Leão-RS, Brasil. e-mail: ps.righi@bol.com.br; ³Engª. Agrª. Drª., Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. e-mail: lilia.sichmann@embrapa.br; ⁴Eng. Agr. Dr., Professor Adjunto da UNIPAMPA-Campus Dom Pedrito-RS, e-mail: juanaguila@unipampa.edu.br

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

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência da utilização do ácido salicílico (AS) no controle do *Penicillium digitatum* em pós-colheita de laranja 'Salustiana' e as alterações causadas pelo tratamento em algumas características de qualidade pós-colheita. O experimento constou de 4 tratamentos de imersão dos frutos (T1: controle; T2: água destilada, seguido de fermento e pulverização de *P. digitatum*; T3: 1 mM de AS, seguido de fermento e pulverização de água destilada e; T4: 1 mM de AS, seguido de fermento e pulverização de *P. digitatum*) com 3 repetições compostas por 3 frutos cada. Aos 0, 7 e 14 dias de armazenamento, em temperatura ambiente (22 ± 3°C), foram avaliadas as características de índice de coloração do pericarpo (ICP), perda de massa fresca (%) (PMF), rendimento de suco (%), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT ("ratio") e podridões (%). Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para quaisquer das variáveis analisadas aos 7 dias de armazenamento. Entretanto, aos 14 dias de armazenamento observaram-se diferenças para o ICP, demonstrando maior mudança na coloração do pericarpo para o T2, diferindo do T3 que recebeu tratamento com AS; T2 apresentou também maior PMF, diferindo somente do T4, que mesmo sendo inoculado pelo patógeno apresentou a menor PMF. Ao final do armazenamento por 14 dias, o T2 não apresentava condições de comercialização (podridões acima de 20%). Assim, pode se concluir que a imersão de laranjas 'Salustiana' em ácido salicílico não afeta as características físicas e químicas pós-colheita e reduz a severidade dos sintomas da infecção de *P. digitatum* nestes frutos.

RESISTANCE INDUCER IN POST-HARVEST 'SALUSTIANA' ORANGE

Key words: Citrus sinensis (L.) Osbeck, secondary metabolism, green mold.

ABSTRACT

The objective with this work was to verify the efficiency of the use of salicylic acid (SA) in the control of *Penicillium digitatum* in post-harvest of orange 'Salustiana' and the amendments caused by treatment in post-harvest characteristics. Was used 4 treatments for immersion of the fruits (T1: control; T2: distilled water, followed by injury and pulverization of *P. digitatum*; T3: 1 mM of SA, followed by injury and pulverization of distilled water; T4: 1 mM of SA, followed by injury and pulverization of *P. digitatum*) with 3 repetitions composed of 3 fruits at 7 and 14 days of storage at room temperature (22 ± 3 °C) were evaluated the characteristics of the pericarp color index (PCI), fresh weight loss (%) (FWL), juice yield (%), total soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and SS/AT 'ratio'. In storage for 7 days was not verified difference between variables, but in storage for 14 days difference was observed for the PCI, demonstrating higher change in the color of the

pericarp for T2, differing from T3 that has received treatments which SA, the T2 also showed higher FWL, but, differing only from the T4, that even being inoculated by the pathogen had the lowest FWL, at the end of storage for 14 days, the T2 had no marketing conditions. The immersion of oranges 'Salustiana' in SA does not affect the physical and chemical characteristics of post-harvest and reduces the severity of symptoms of the infection of *P. digitatum* on fruits, but, does not inhibit the occurrence of this disease.

INTRODUÇÃO

O continente americano é responsável pela produção de 59,15% da produção de laranjas no mundo, sendo o maior produtor deste fruto, no entanto a produção também é expressiva em países como Espanha e Índia (FAO, 2013).

Por outro lado, a comercialização da produção é muitas vezes bloqueada devido à infecção por doenças ou qualidade dos frutos (Fisher et al., 2009), isto se agrava devido a cultura de citros ser muito susceptível a doenças que podem ocasionar perdas no campo ou em pós-colheita (Uchôa et al., 2010).

O mofo verde (*Penicillium digitatum*) é considerado a principal doença pós-colheita dos citros e está disseminado em todos os países produtores (Fischer et al., 2008), causando perdas econômicas de qualidade do produto e nos serviços de transporte e armazenagem (Piatí et al., 2011), prejudicando sua comercialização.

Com a crescente regulamentação quanto ao uso de produtos químicos, novas alternativas têm sido utilizadas, visando à redução nas perdas pós-colheita, como o uso de reguladores do metabolismo secundário, agindo como indutores de resistência, que uma vez em contato com o organismo vegetal irá induzi-lo a resistir aos ataques subseqüentes de patógenos (Assunção et al., 2010). Dentre estes reguladores tem-se o ácido salicílico (AS), mas pouco se conhece sobre sua eficiência no controle de doenças e as alterações que pode causar nas características físico-químicas dos frutos. Numa das poucas pesquisas publicadas com AS, Rossarolla et al., (2012), concluíram que o AS quando aplicado em pré-colheita na laranjeira 'Salustiana', confere maior

tolerância nestes frutos ao ataque pós-colheita de *Penicillium digitatum*.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência da utilização do ácido salicílico no controle de podridões causadas por *P. digitatum* em pós-colheita de laranja 'Salustiana' e as alterações causadas pelo tratamento nas características de qualidade pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Pós-colheita de Frutas da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Itaqui/RS, sendo utilizadas laranjas 'Salustiana' produzidas e colhidas em pomar comercial no município de Maçambará/RS.

Os tratamentos consistiram na imersão dos frutos por 10 minutos em:

T1: água destilada, seguido de fermento e pulverização de água destilada (controle);

T2 = água destilada, seguido de fermento e pulverização de esporos de *P. digitatum*;

T3 = solução de 1 mM de AS, seguido de fermento e pulverização de água destilada e;

T4 = solução de 1 mM de AS, seguido de fermento e pulverização de esporos de *P. digitatum*.

O fermento constituiu-se de corte em círculo vazado com diâmetro de 8 mm e 1 mm de profundidade, realizado na face equatorial dos frutos, com auxílio de um disco de corte esterilizado. A solução de esporos de *P. digitatum* foi preparada para concentração de 10^4 esporos mL⁻¹ e aplicada no volume de 2 mL da solução por fruto.

Os tratamentos foram constituídos por três repetições de três frutos, que foram avaliados no dia da colheita (dia 0) e aos 7 e 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente (22 ± 3 °C e 80% de umidade relativa - UR).

As características avaliadas foram: coloração do pericarpo, obtido com a utilização de colorímetro (Minolta CR - 400), expresso em L^* , a^* e b^* e transformadas para índice de coloração do pericarpo (ICP) segundo método proposto por Petry et al. (2012); perda de massa fresca (%) (PMF), obtida pela diferença de massa entre o dia do início do armazenamento e o dia da avaliação; rendimento de suco expresso em porcentagem, obtido pela relação entre a massa do suco e a massa fresca do fruto; sólidos solúveis totais expressos em $^{\circ}$ Brix (SS) obtido com a utilização de um refratômetro digital; acidez titulável (AT), expressa em ácido cítrico presente no suco ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), obtida através da titulação de uma alíquota de 10 g de suco com solução de hidróxido de sódio 0,1 N; relação SS/AT ("ratio"), relação entre PMF e rendimento de suco ao longo dos períodos de armazenamento e podridões visuais causado pelo *P. digitatum*.

Para realizar a análise estatística, as variáveis expressas em porcentagem foram transformadas para arco seno da raiz de $x/100$. As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e quando observada diferença significativa foram comparadas através do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando o programa estatístico WinStat (Machado & Conceição, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o índice de coloração do pericarpo verificou-se diferença entre tratamentos aos 14 dias de armazenamento (Figura 1), em que os frutos que foram tratados com água destilada + fermento + *P. Digitatum* (T2) apresentaram maior grau de maturação, diferindo dos frutos com AS + fermento + água destilada (T3), demonstrando que o fungo causou alteração no ICP dos frutos do T2, acelerando o processo de maturação e senescência; os frutos dos tratamentos T1 e T4 não diferiram dos demais tratamentos. A mudança de coloração do pericarpo dos frutos

ocorre pela degradação das clorofilas e pela síntese de carotenóides, responsável pela coloração amarela ou alaranjada dos frutos (Santos et al., 2010), assim, sugere-se que o AS auxiliou a minimizar a degradação da clorofila na pós-colheita destes frutos.

Observou-se que a PMF foi crescente ao longo do armazenamento (Figura 1), diferindo somente aos 14 dias de armazenamento, sendo a maior PMF verificada para os frutos tratados com água destilada + fermento + *P. digitatum* (T2), diferindo dos frutos tratados com AS + fermento + *P. digitatum* (T4).

Os frutos tratados com água destilada + fermento + água destilada (T1) e com AS + fermento + água destilada (T3) não diferiram dos demais tratamentos, apresentando PMF de 8,53% e 9,32%, respectivamente. Resultados similares de PMF foram verificados por Silva et al. (2011).

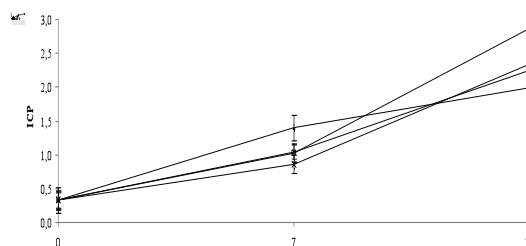


Figura 1. Índice de coloração do pericarpo e perda de massa fresca na pós-colheita de laranja 'Salustiana' armazenada por 7 e 14 dias em condições ambiente ($22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e 80% UR), barras verticais representam o erro padrão da média ($n=3$), UNIPAMPA – Campus Itaqui/RS, 2012.

O rendimento de suco não diferiu entre os tratamentos testados para nenhum dos períodos de armazenamento (Tabela 1), apresentando média de 54%, estes valores corroboram os encontrados por Tazima et al. (2009) que em trabalho com laranja-doce verificaram valores próximos a 50%.

Pode-se observar que os valores de rendimento de suco e PMF apresentam correlação positiva para todos os tratamentos (Figura 2). Isto demonstra que a PMF é

causada principalmente pela respiração e transpiração do albedo presente no pericarpo, elevando a concentração de suco no interior dos frutos.

Tabela 1. Rendimento de suco (%) e acidez total titulável (AT, g 100g⁻¹) de laranjas 'Salustiana' imersas em água ou em ácido salicílico com ou sem aplicação de esporos de *P. digitatum*, nos períodos de 7 e 14 dias de armazenamento a 22 ± 3°C e 80% UR, UNIPAMPA – Campus Itaqui/RS, 2012.

Tmto.	Rendimento de suco (%)*		AT (g 100g ⁻¹)*	
	7	14	7	14
T1**	49,81	55,47	1,24	1,31
T2	49,10	60,67	1,27	1,24
T3	49,18	60,84	1,20	1,23
T4	50,08	53,21	1,08	1,21

* Não significativo ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

**T1: água destilada, seguido de fermento e pulverização de água destilada (controle);

T2 = água destilada, seguido de fermento e pulverização de esporos de *P. digitatum*;

T3 = solução de 1 mM de AS, seguido de fermento e pulverização de água destilada e;

T4 = solução de 1 mM de AS, seguido de fermento e pulverização de esporos de *P. digitatum*.

Os teores de SS não diferiram ao longo do período de armazenamento para nenhum dos tratamentos testados (Figura 3), mantendo valores médios de 10,3 °Brix, estando de acordo com os resultados verificados por Arruda et al. (2011) e Weber et al. (2012).

A AT também não apresentou diferença entre os tratamentos testados para nenhum dos períodos de armazenamento (Tabela 1), apresentando em média 1,2 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de suco. Resultados inferiores foram verificados por Ribeiro et al. (2010) que trabalhando com laranjas 'Pêra do Rio' verificaram 0,6 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de suco, porém os mesmos autores apontam que diferenças nos teores de ácido cítrico devem-se a diferentes genótipos utilizados ou diferentes pontos de colheita dos frutos.

A relação SS/AT ("ratio") (Figura 3), também se constitui em um índice de maturação (Grizotto et al., 2012), sendo um

importante indicador na produção de sucos cítricos (Figueira et al., 2010). Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para esta variável, os frutos apresentaram em média um "ratio" de 8,5; o que corrobora com os resultados encontrados por Tazima et al. (2009), sendo inferior aos encontrados por Tazima et al. (2010), o que segundo Santos et al., (2010), pode variar conforme a época de colheita, região e variedade.

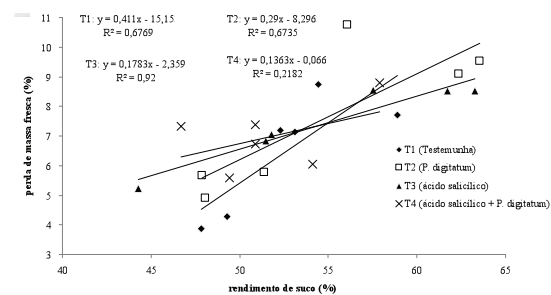


Figura 2. Relação entre perda de massa fresca e rendimento de suco na pós-colheita de laranja 'Salustiana' armazenada por 7 e 14 dias em condições ambiente (22 ± 3°C e 80% UR), UNIPAMPA – Campus Itaqui/RS, 2012.

Através da avaliação visual observou-se que os frutos do tratamento com água destilada + fermento + *P. digitatum* (T2) não apresentaram condições de comercialização aos 14 dias de armazenamento, apresentando 80% dos frutos com podridões causadas por *P. digitatum* (formação de micélio fúngico visível). Tomou-se como limite superior para comercialização dos frutos o limiar de 20% de podridões, em função de testes anteriormente realizados.

CONCLUSÕES

A imersão de laranjas 'salustiana' na concentração de 1mM de ácido salicílico não afeta as características físicas e químicas avaliadas na pós-colheita destes frutos e reduz a severidade dos sintomas da infecção de *P. digitatum* na pós-colheita destes frutos.

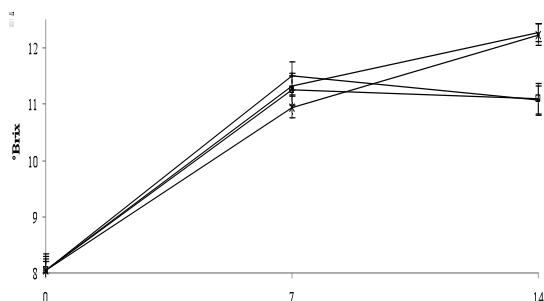


Figura 3. Sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT ("ratio") na pós-colheita de laranja 'Salustiana' armazenada por 7 e 14 dias em condições ambiente (22 ± 3 °C e 80% UR), barras verticais representam o erro padrão da média ($n=3$), UNIPAMPA, Campus Itaquí/RS, 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fazenda Righi, do município de Maçambará/Rio Grande do Sul (RS) – Brasil, pela parceria na presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Arruda, M. C.; Jacomino, A. P.; Trevisan, M. J.; Jeronimo, E. M.; Moretti, C. L. 2011. Atmosfera modificada em laranja 'Pêra' minimamente processada. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 3, p. 664-671.
- Assunção, A.; Santos, L. C.; Rocha, M. R.; Reis, A. J. S.; Teixeira, R. A.; Lima, F. S. O. 2010. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 34, n. 1.
- Figueira, R.; Nogueira, A. M. P.; Venturini Filho, W. G.; Ducatti, C.; Queiroz, E. C.; Pereira, A. G. S. 2010. Análise físico-química e legalidade em bebidas de laranja. *Alimento e Nutrição*, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 267-272.
- Fischer, I. H.; Lourenço, S. A.; Amorim, L. 2008. Doenças pós colheita em citros e caracterização da população fúngica ambiental no mercado atacadista de São Paulo. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 33, n. 2, p. 219-226.
- Fisher, I. H.; Ferreira, M. D.; Spósito, M. B.; Amorim, L. 2009. Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on packing lines. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 210-217.
- Food And Agricultural Organization. 2013. FAOSTAT data. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2013.
- Grizotto, R. K.; Silva, J. A. A.; Miguel, F. B.; Modesto, R. T.; Vieira Junior, J. B. 2012. qualidade de frutos de laranjeira valência cultivada sob sistema tecnificado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 784-789.
- Machado, A. A.; Conceição, A. R. 2003. Sistema de análise estatística para windows. WinStat. Versão 2.0. Pelotas: UFPel.
- Petry, H. B.; Koller, O. C.; Bender, R. J.; Schwarz, S. F. 2012. Qualidade de laranjas 'Valencia' produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 167-174.
- Piati, A.; Schneider, C. F.; Nozaki, M. H. 2011. Efeito in vitro do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* sobre o crescimento e desenvolvimento de *Penicillium sp.* *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1033 – 1040.
- Ribeiro, C. T.; Silva, F. P.; Brunini, M. A. 2010. Qualidade de polpa de goiaba, manga e de suco de caju, laranja e uva congelados e armazenados a -18°C. *Nucleus*, v. 7, n. 1.
- Rossarolla, M. D.; Tomazetti, T. C.; Copatti, A. S.; Monteiro, A. M.; Righi, P. S.; Heiffig-del Aguila, L. S.; Saavedra del Aguila, J. 2012. O ácido salicílico em pré-colheita influencia o controle pós-colheita de *Penicillium digitatum* de laranja 'Salustiana'?. *Revista Iberoamericana de*

- Tecnologia Postcosecha, v. 13, n. 2., p. 140-145.
- Santos, D.; Matarazzo, H. M.; Silva, D. F. P.; Siqueira, D. L.; Santos, C. M.; Lucena, C. C. 2010. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em viçosa , Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 393-400.
- Silva, D. F. P.; Siqueira, D. L.; Santos, D. Machado, D. L. M.; Salomão, L. C. C. 2011. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de 'Mexericado-rio'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.E, p. 357-362.
- Tazima, Z. H.; Neves, C. S. V. J.; Stenzel, N. M. C.; Yada, I. F. U.; Leite Junior, L. P. 2009. Produção e qualidade de frutos de cultivares de laranja-doce no norte do Paraná. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 474-479.
- Tazima, Z. H.; Neves, C. S. V. J.; Stenzel, N. M. C.; Yada, I. F. U.; Leite Junior, L. P. 2010. Produção e qualidade dos frutos de clones de laranjeira-‘Pera’ no norte do Paraná. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 189-195.
- Uchôa, C. N.; Pozza, E. A.; Bassanezi, R. B.; Spósito, M. B.; Yamamoto, P. T.; Barbosa, J. C.; Oliveira, A. A. S. 2010. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para diagnose de doenças, pragas e distúrbios abióticos dos citros. Summa Phytopathologica, Butucatu, v. 36, n. 2, p. 155-157.
- Weber, D.; Eloy, J.; Beskow, G. T.; Malgarim, M. B.; Saavedra del Aguila, J.; Fachinello, J. C. 2012. Ácido Salicílico e refrigeração na conservação de maracujás. Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha, v. 13, n. 2., p. 123-129.