

## INDUTOR DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE PODRIDÃO PARDA EM PÊSSEGOS ARMAZENADOS EM AMBIENTE REFRIGERADO

Pricila Silva<sup>1</sup>, Caroline Farias Barreto<sup>2</sup>, Marines Batalha Moreno Kirinus<sup>3</sup>, Roseli de Mello Farias<sup>4</sup>, Marcelo Barbosa Malgarim<sup>5</sup>

### RESUMO

A persicultura apresenta problemas com podridões de frutos. As podridões, perda de massa e DA foram menores para as doses de AS. O °Hue, firmeza de polpa e sólidos solúveis não foram influenciados pelas doses de AS. O ácido salicílico em pós-colheita reduziu a porcentagem de pêssegos cv. Sensação com podridões, após o armazenamento refrigerado.

Palavras-chaves: ácido salicílico, *Monilinia fructicola*, frutos

## RESISTANCE INDUCING TO ROT IN CONTROL PARDA PEACHES STORED IN REFRIGERATED ENVIRONMENT

### ABSTRACT

The peach crop has problems with fruit rot. Rots, weight loss and were lower for the DA doses of AS. The °Hue, pulp firmness and soluble solids were not affected by doses of AS. The salicylic acid in post-harvest reduces the percentage of cv. 'Sensation' with rots after cold storage.

Key words: salicylic acid, *Monilinia fructicola*, fruits

### INTRODUÇÃO

A cultura do pessegueiro possui relevância na região Sul do Brasil. Porém, a persicultura apresenta dificuldades principalmente na fase pós-colheita, na qual ocorrem perdas de atributos físico-químicos nos frutos,

decorrentes do ataque de agentes patogênicos causadores de podridões (SAUTTER et al., 2011). Essas podridões reduzem o período de comercialização e da vida de prateleira, interferindo na qualidade dos frutos disponíveis para o mercado consumidor (FISCHER et al., 2010).

A principal doença para cultura do pessegueiro é a podridão parda causada pelo fungo *Monilinia fructicola* (MAY-DE-MIO et al., 2014). A podridão parda é responsável por consideráveis perdas de produção na pós-colheita (ZHOU et al., 2008). A incidência da doença ocorre em todo ciclo da cultura e aumenta após a colheita devido as infecções latentes ou persistentes (GELL et al., 2008) com combinações de temperatura ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) e umidade (85-95%). Até o momento, o controle químico em pré-colheita é o método mais eficiente para o controle da doença (PAVANELLO et al., 2015). Em pós-colheita a legislação restringiu o uso de produtos químicos, devido aos resíduos tóxicos nos frutos (SAUTTER et al., 2011).

Durante alguns anos, tem-se enfatizado a produção de alimentos mais saudáveis e livres de resíduos de agrotóxicos. Nesse caso, como métodos alternativos aos defensivos químicos para o controle de patógenos em pós-colheita, podem ser citados, a quitosana, tratamento térmico, radiação ultravioleta, o metil jasmonato e o ácido salicílico (AS) (BENATO & CIA, 2009). O indutor de resistência AS induz a biosíntese de enzimas que atuam na formação de compostos de defesa vegetal, como polifenóis e alcalóides, e também proteínas relacionadas à patogenicidade (proteínas-RP) (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Diversos estudos relataram os efeitos do AS em diferentes frutíferas na pós-colheita como em pêssegos na conservação e manutenção da qualidade (TARREN et al., 2012; KHADEMI & ERSHADI 2013), redução do diâmetro de lesão e aumento da atividade de enzimas em armazenamento refrigerado (XU et al., 2008). Em frutos de abacaxi o AS manteve o potencial de comercialização (LU et al., 2011) , reduziu a perda de massa em maçãs (KAZEMI et al., 2011), retardou a senescência de caquis e morangos (KHADEMI et al, 2012; SHAFIEE et al., 2010) e manteve a firmeza de polpa em diversos frutos (ASGHARI & AGHDAM, 2010).

Assim sendo, objetivo desse trabalho é avaliar a eficiência do uso de indutor de resistência no controle de podridão parda e nas características físico-químicas em pêssegos, após armazenamento refrigerado e vida de prateleira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fruticultura da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) no Rio Grande do Sul (RS), com frutos de pessegueiro da cultivar Sensação. Os frutos foram coletados em um pomar comercial com plantas de nove anos de idade, oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, cultivadas no espaçamento de 2 m entre plantas e 5 m entre linhas, no sistema de condução em vaso. O pomar está localizado no município de Morro Rendido, RS, Brasil, com latitude 31° 48' 0" S e longitude 52° 44' 11" W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é "Cfa", ou seja, temperado úmido com verões quentes. O nível de precipitação também é característico da região, apresentando uma média de pluviosidade de 117 mm mensais.

Os frutos foram colhidos quando apresentavam valores médios de índice de maturação 0,8, coloração da epiderme expressa em ângulo Hue 89,58, firmeza de polpa 23,98 N e sólidos solúveis 7,6. Após a colheita os frutos foram transportados em caixas de plástico para o LabAgro/Fruticultura/UFPeL, onde foram selecionados, considerando a ausência de injúrias visuais e infecções, bem como a uniformidade de tamanho.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3x3 (doses de AS x períodos de armazenamento) com três repetições composta de quinze frutos em cada unidade experimental. As doses de ácido salicílico foram 0 mM, 2 mM e 4mM. As avaliações foram realizadas após cinco, dez e quinze dias de armazenamento refrigerado ( $0,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) seguido de dois dias de simulação de comercialização em temperatura ambiente ( $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

Os tratamentos com as doses de AS na pós-colheita foram previamente solubilizado em 20 mL de álcool etílico. A aplicação do indutor de resistência foi efetuada 2 horas após a colheita, por meio da pulverização da superfície total de cada fruto com 2 mL de solução aquosa, com auxílio de um borrifador. Na testemunha, utilizou-se água destilada.

As variáveis analisadas nos frutos foram às seguintes:

Frutos com podridões: consideraram-se frutos com podridões aqueles pêsegos com lesões de diâmetro superior a 0,5cm, com sintomas visuais de *Monilinia fructicola*, sendo os resultados expressos em porcentagem(%);

Perda de massa fresca: os frutos foram pesados em balança de precisão e a perda de massa fresca foi determinada pela diferença entre a massa do fruto no momento da colheita e no período de avaliação de qualidade dos frutos, os resultados foram expressos em porcentagem (%);

Índice de maturação (DA): calculado com base na diferença de absorbância entre dois comprimentos de onda de 670 nm e 720 nm próximos do pico de absorção da clorofila-a. As leituras foram padronizadas sendo realizadas em 2 pontos em cada lado dos frutos através do espectrofotômetro portátil DA meter® (Turony/Italy);

Coloração da epiderme: medida através da leitura na porção média da amostra e realizada com colorímetro Minolta CR-300, com fonte de luz D65, com leituras das coordenadas L\*, a\* e b\*, e o matiz ou tonalidade cromática, sendo os resultados representados pelo ângulo Hue (°Hue). As leituras foram padronizadas sendo realizadas em 2 pontos em cada lado dos frutos

Firmeza da polpa: medida com penetrômetro manual MCCornick FT 327 com ponteira de 8 mm, em dois pontos opostos na região equatorial, e os resultados expressos em Newtons(N);

Sólidos solúveis (SS): obtidos através de refratômetro digital da marca Atago®, expresso em °Brix do suco de fruta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ). Sendo constatada significância estatística, procedeu-se a análise entre as médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparar os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de perda de massa foram menores para as doses de AS, não apresentando diferenças entre si para frutos de pessegueiro 'Sensação', após armazenamento refrigerado (Tabela 1). No decorrer, dos períodos de armazenamento refrigerado a perda de massa aumentou, porém não ocorreu diferença entre os períodos 10+2 e 15+2 de armazenamento. Em pêssegos cv. Delícia o tratamento com AS (1 mM) apresentou menor perda de massa, quando comparados ao tratamento controle (sem AS) durante seis semanas em armazenamento refrigerado (ABBASI et al., 2010). De acordo com Brackmann et al. (2007), a perda de massa fresca em frutos é causada principalmente pela perda de água dos frutos, por meio dos processos de transpiração e respiração, interferindo na qualidade do produto para o mercado consumidor.

Tabela 1: Valores médios de porcentagem de perda de massa e podridões em pêssegos 'Sensação' submetidos a doses de AS, após armazenamento refrigerado. Safra 2015/2016, Pelotas/RS

Tratamentos	Perda de massa (%)		Podridões (%)	
<b>Doses (mM)</b>				
0 mM AS	3,11	a	22,22	a
2 mM AS	2,65	ab	16,30	b
4 mM AS	2,36	b	15,56	b
<b>Períodos de armazenamento (Dias)</b>				
5+2	2,10	b	12,59	c
10+2	2,83	a	17,78	b
15+2	3,19	a	23,70	a
CV (%)	22,23		23,61	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Em pêssegos, as porcentagens de podridões foram menores para as diferentes doses de AS em comparação ao controle, após armazenamento refrigerado (Tabela 1). As porcentagens de podridões aumentaram para os períodos de armazenamento refrigerado nos pêssegos cv. Sensação. Esse resultado corrobora com Khademi & Ershadi (2013) que observaram em pêssegos da cv. Elberta menores porcentagens de podridões para os tratamentos com dose de AS (2 mM e 4 mM) em armazenamento refrigerado durante 28 dias. Considera-se que o AS ativa rotas de defesas vegetais, devido a sua ação como sinalizador de diversas rotas envolvidas na Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) (FERNANDES et al., 2009).

A coloração da epiderme expressa em ângulo Hue não apresentou desigualdades para as doses de AS em pêssegos 'Sensação' após armazenamento refrigerado (Tabela 2). Observou-se menor ângulo Hue no período de 15 dias de armazenamento refrigerado seguido de 2 dias de simulação de comercialização, por conseguinte, esses frutos apresentaram mudança de coloração de amarelo-esverdeado para amarelo-alaranjado. Em pêssegos 'Flordaking', o °Hue não foi alterado pela aplicação de AS, após cinco semanas de armazenamento refrigerado (TAREEN et al., 2012). O AS nas doses entre 1 a 5 mM não alteraram o ângulo Hue em ameixas 'Laetitia' armazenadas durante quarenta dias sob refrigeração (HENDGES et al., 2013).

Tabela 2: Valores médios de coloração da epiderme (°Hue) e índice de maturação (DA) em pêssegos 'Sensação' submetidos às doses de AS, após armazenamento refrigerado. Safra 2015/2016, Pelotas/RS

Tratamentos	Coloração da epiderme (°Hue)	Índice de maturação(DA)
<b>Doses (mM)</b>		
0 mM AS	86,67 a	0,48 a
2 mM AS	86,64 a	0,47 a
4 mM AS	86,45 a	0,40 a
<b>Períodos de armazenamento (Dias)</b>		
5+2	86,67 a	0,46 a
10+2	86,50 a	0,46 a
15+2	84,27 b	0,44 a
CV (%)	1,46	8,25

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O DA diminuiu com aplicação de AS, no entanto, não se verificou diferenças significativas entre as doses (2 mM e 4 mM) e o controle (ausência de AS), após os períodos de armazenamento refrigerado em pêssegos ‘Sensação’ (Tabela 2). Diferentes autores relataram a correlação do efeito do AS com a diminuição da respiração e da produção de etileno retardando a senescência dos frutos de pêssegos (KHADEMI & ERSHADI, 2013), morangos (LOLAEI et al., 2012) e caquis (KHADEMI et al.,2012).

Nos pêssegos cv. Sensação a firmeza de polpa não foi influenciada pelas doses de AS, depois dos períodos de armazenamento refrigerado (Tabela 3). Em estudo realizado por Khademi & Ershadi (2013) em pêssegos cv. ‘Elberta’ a firmeza de polpa não foi alterada significativamente pelas doses de AS (1, 2 e 4 mM) e conservaram os frutos mais firmes quando comparadas com o controle (sem AS). A manutenção da firmeza dos frutos pode ser explicada, pelo envolvimento do AS na inibição da degradação de enzimas que reduzem o amolecimento do fruto (ASGHARI & AGHDAM 2010).

Tabela 3: Valores médios de firmeza de polpa (N) e sólidos solúveis (°Brix) em pêssegos ‘Sensação’ submetidos às doses de AS, após armazenamento refrigerado. Safra 2015/2016, Pelotas/RS

Tratamentos	Firmeza de polpa(N)	Sólidos solúveis (°Brix)
<b>Doses (mM)</b>		
0 mM AS	24,33 a	8,64 a
2 mM AS	24,08 a	8,63 a
4 mM AS	25,00 a	8,91 a
<b>Períodos de armazenamento (Dias)</b>		
5+2	24,89 a	7,97 a
10+2	24,29 a	9,08 a
15+2	24,23 a	9,13 a
CV (%)	8,55	8,52



Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Para os pêssegos da cv. Sensação os sólidos solúveis não foram modificados pelo AS e os períodos de armazenamento refrigerado. Em pêssegos cv. Flordaking a concentração de até 2 mM aumentaram os níveis de sólidos solúveis durante cinco semanas de armazenamento refrigerado (TAREEN et al., 2012). De acordo, com Mahmud et al., (2008) os sólidos solúveis aumentam após o armazenamento, em virtude da evolução do estágio de maturação dos frutos e transformações dos polissacarídeos em açúcares.

## **CONCLUSÕES**

A aplicação de ácido salicílico em pós-colheita reduziu a porcentagem de pêssegos cv. Sensação com podridões, após o armazenamento refrigerado.

A perda de massa diminuiu com aplicação da dose de 4 mM de AS em pêssegos 'Sensação' em armazenamento refrigerado.

O índice de maturação, firmeza de polpa e sólidos solúveis não foram alterados com a aplicação de ácido salicílico em frutos de pessegueiro 'Sensação' em ambiente refrigerado,

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fruticultura de Clima Temperado, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), aos estagiários e co-autores do referido artigo.

## REFERÊNCIAS

ABBASI, N.A.S.; HAFEEZ, M.J.; TAREEN, M. J. Salicylic acid prolongs shelf life and improves quality of “Mari Delicia” peach fruit. *Acta Hort.*, p. 191-197, 210.

ASGHARI, M.; AGHDAM, M.S. Impact of salicylic acid on postharvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, p. 502-509, 2010.

BENATO, E. A.; CIA, P. Doenças de Frutos em Pós-colheita e Controle. In: *Manual Pós-colheita da Fruticultura Brasileira*. Londrina: EDUEL, p. 494, 2009.

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A.; GIEHI, R. F. H. Indução da perda de massa da matéria fresca e a ocorrência de distúrbios fisiológicos em maçãs 'Royal Gala' durante o armazenamento em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Armazenamento*, p.87-92, 2007.

FERNANDES, C.F.; JÚNIOR, J.R.V.; SILVA, D.S.G.; REIS, N.D.; JÚNIOR, H.A. Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos. (Documentos / Embrapa Rondônia) p. 14, 2009.

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, p. 627-632, 2010.

GELL, I.; DE CAL, A.; TORRES, R.; USALL, J.; MELGAREJO, P. Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. and the incidence of brown rot of peach fruit: factors affecting latent infection. *European Journal of Plant Pathology*, p. 487–498, 2008.

HENDGES, M. V.; STEFFEN, C. A.; TANAKA, H. Amadurecimento e qualidade de ameixas ‘Laetitia’ tratadas com ácido salicílico e 1-metilciclopropeno. *Revista Ceres*, Viçosa, p. 668-674, 2011.

KAZEMI, M.; ARAN, M.; ZAMANI, S. Effect of Salicylic Acid Treatments on Quality Characteristics of Apple Fruits During Storage. *American Journal of Plant Physiology*, p. 113 – 119, 2011.

KHADEMI, O.; ZAMANI, Z.; MOSTOFI, Y.; KALANTARI, S.; AHMADI, A. Extending Storability of Persimmon Fruit cv. Karaj by Postharvest Application of Salicylic Acid. *Journal of Agricultural Science and Technology*, p. 1067-1074, 2012.

KHADEMI, Z.; ERSHADI, A. Postharvest application of salicylic acid improves storability of peach (*Prunus persica* cv. Elberta) fruits. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, p. 651-655, 2013.

LOLAIE, A.; KAVIANI, B.; REZAEI, M.A.; RAAD, M.K.; MOHAMMADIPOUR, R. Effect of Pre- and Postharvest Treatment of Salicylic Acid on Ripening of Fruit and Overall Quality of Strawberry (*Fragaria ananasa* Duch cv. Camarosa) Fruit. *Annals of Biological Research*, p. 4680 – 4684, 2012.

LU, X.; SUN, D.; LI, Y.; SHI, W. SUN, G. Pre- and post-harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulturae*, p. 97 – 101. 2011.

MAHMUD, T. M. M.; AL ERYANI-RAGEEB, A.; Syed, O. S. R.,; Mohamed Z. A. R.; & Al Eryani, A. R. 2008. Effects of different concentrations and applications of calcium on storage life and physicochemical characteristics of papaya (*Carica Papaya* L.). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, p. 526–533, 2008.

MAY-DE-MIO, L.L.; GARRIDO, L. R.; Ueno, B.; FAJARDO, T. V. M. Pêssegos. 357-366. In: Raseira, M. C. B.; Pereira, J. F. M.; Carvalho, e F. L. C. *Pessegueiro*. Embrapa, p. 357-366, 2014.

PAVANELLO, E. P.; BRACKMANN, A.; THEWES, F. R.; BOTH, V.; SANTOS, J. R. A.; SCHORRM M. R. W. Eficiência de fungicidas no controle da podridão

parda do pessegueiro e sua relação com parâmetros fisiológicos dos frutos. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. p. 67-76, 2015.

SANTOS, J.; RASEIRA, M. C. B.; ZANADREIA, I. Resistência à podridão parda em pessegueiro. Scientific Eletronic Library Online, p.219-225, 2012.

SAUTTER, C. K.; BRACKMANN, A.; ANESES, R. O.; WEBER, A.; RIZZATTI, M. R.; PAVANELLO, E. P. Controle da podridão-parda e características físico químicas de pêssegos 'Magnum' submetidos a tratamentos pós-colheita com elicitores abióticos. Revista. Ceres, p. 172-177, 2011.

SHAFIEE, M.; TAGHAVI, T.S.; BABALAR, M. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae, p. 40-45,2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed, p. 581-602, 2013.

TAREEN, M.J.; ABBASI, N.A.; HAFIZ, I.A. Effect of salicylic acid treatments on storage life of peach fruits cv. 'flordaking'. Pakistan Journal of Botany, p. 119-124, 2012.

XU, X.; TIAN, S. Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. Postharvest Biology and Technology, p. 379-385, 2008.

ZHOU, T., SCHNEIDER, K. E.; LI, X. Z. Development of biocontrol agents from food microbial isolates for controlling post-harvest peach Brown rot caused by *Monilinia fructicola*. International Journal of Food Microbiology, p. 180-185, 2008.

