

Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico

Sérgio Miguel Mazaro¹, Fabiana Chiamulera Borsatti¹, Nean Locatelli Dalacosta¹, Adriano Lewandowski¹,
Moeses Andriago Danner¹, Cleverson Busso¹, Américo Wagner Junior¹

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, Estrada para Boa Esperança, km 04, São Cristovão, CEP 85660-000, Dois Vizinhos-PR, Brasil. Caixa Postal 157. E-mail: sergio@utfpr.edu.br; fabianaborsatti@gmail.com; nean.locatelli@hotmail.com; adriano.lewandowski@hotmail.com; moesesdanner@utfpr.edu.br; cleversonbusso@utfpr.edu.br; americowagner@utfpr.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido salicílico (AS), aplicado em pós-colheita, sobre a conservação de acerolas e a indução de resistência dos frutos a podridões. As acerolas foram colhidas, selecionadas e submetidas à aplicação de quatro concentrações de AS (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mM) e a testemunha (água destilada). Após 192 horas de armazenamento a 8 ± 2 °C, avaliou-se a perda de massa da matéria fresca teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, ácido ascórbico e incidência de podridões dos frutos. Em intervalos de 24, 48, 96 e 192 horas determinou-se antocianinas, flavonoides e atividades das enzimas fenilalanina amônia-liase (FAL), quitinases e β -1,3-glucanase. O AS atuou na manutenção da qualidade pós-colheita de acerolas, mantendo o teor de acidez titulável mais elevado e a retenção dos sólidos solúveis totais, o que demonstra um atraso na maturação/senescência dos frutos. Os teores de antocianinas e flavonóides, bem como a atividade da FAL, tiveram alterações no decorrer do experimento em função da aplicação de AS, demonstrando haver ativação da rota dos fenilpropanóides para síntese de metabólitos secundários. O ácido salicílico atuou sobre a ativação das enzimas quitinases, β -1,3-glucanase demonstrando haver indução de resistência nos frutos proporcionando controle de podridões pelo uso deste indutor.

Palavras-chave: fenilalanina amônia-liase, *Malpighia emarginata*, fruticultura, quitinases, β -1,3-glucanase

Salicylic acid operates in maintenance of post-harvest quality acerolas

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the SA elicitor effect applied in the West Indian cherries postharvest in the conservation and rot resistance induction. The West Indian cherries were harvested, selected and submitted to application of four SA concentrations (0.5; 1.0 1.5 and 2.0 mM) and the control treatment (distiller water). After 192 hours storage in the 8 ± 2 °C, it was evaluated the weight loss, total soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid and fruits rots incidence. At intervals of 24, 48, 96 and 192 hours, it was evaluated the anthocyanin, flavonoids and, phenylalanine ammonia-lyase (PAL), chitinases and β -1, 3-glucanase enzymes activities. Salicylic acid acted to maintain the postharvest West Indian cherry quality, with the titratable acidity greater and retention of the total soluble solids, what it demonstrated to delay the fruit ripening/senescence. The anthocyanin and flavonoids contents, as well as, the PAL activity had changes during the experiment due to the SA application, what it demonstrated to activate of phenylpropanoid route for secondary metabolites synthesis. The salicylic acid acted in the chitinases and β -1,3-glucanase enzymes activation, which it demonstrated to induce fruit resistance for rot control by use of this inductor.

Key words: phenylalanine ammonia lyase, *Malpighia emarginata*, fruit, chitinases, β -1,3-glucanase

Introdução

A aceroleira (*Malpighia emarginata*) é uma planta rústica que produz frutos com elevado teor de nutrientes, ácido ascórbico (vitamina C) e antocianinas (Musser et al., 2004). Além disso, as acerolas possuem sabor e textura agradáveis ao consumidor, sendo que essas características levam-na a ser um produto de grande aceitação no mercado (Caetano et al., 2012).

No entanto, a acerola é um fruto muito perecível, que perde suas características desejáveis para o consumo muito rapidamente após sua colheita. O padrão climático desta fruta é fator que acelera sua senescência após a colheita e a perda de umidade é muito significativa nos primeiros dias de conservação, o que torna os frutos mais suscetíveis à ocorrência de patógenos. Nesse sentido, torna-se importante o estudo de métodos de conservação de acerolas que permitam a manutenção da qualidade pós-colheita, possibilitando melhores condições para comercialização (Carvalho & Grolli, 1998).

Os indutores de resistência ou elicitores são produtos bióticos ou abióticos, que ativam a expressão de genes que codificam diversas respostas de defesa a patógenos, conduzindo à indução da resistência e, com isso, a proteção de tecidos da planta ainda não atacados, tornando-os resistentes à infecção por patógenos. Tais respostas de defesa incluem síntese de proteínas relacionadas à patogenicidade (proteínas-RP), dentre elas as quitinases, β -1,3-glucanase e a fenilalanina amônia-liase (FAL), sendo a FAL, a enzima chave na rota de síntese de compostos fenólicos e acúmulo de lignina em tecidos adjacentes ao local de penetração do patógeno (Durrant & Dong, 2004).

O ácido salicílico (AS) é um indutor de resistência que tem um extensivo papel de sinalizador em plantas, especialmente na defesa contra patógenos, com envolvimento na transdução de sinais durante a interação patógeno-hospedeiro (Stangarlin et al., 2011). Pesquisas demonstram que o AS regula mecanismos de resistência no local de infecção (resposta de hipersensibilidade - HR) e através da resistência sistêmica adquirida (RSA), atuando na expressão de genes responsáveis pelo acúmulo de espécies reativas de oxigênio no apoplasto, tais como superóxido (O_2^-) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que causam a morte de células no local da infecção (HR), pela síntese de lignina na parede celular de células vizinhas ao local de infecção e pela síntese de proteínas-RP e compostos fenólicos em locais distantes da infecção (Campos, 2009; Vlot et al., 2009).

O ácido salicílico apresentou efeito de indução de resistência e manutenção da qualidade pós-colheita de maracujás (Weber et al., 2012), morangos (Lolaei et al., 2012; Salari et al., 2012) e pêssegos (Khademi & Ershadi, 2013), por exemplo. Porém, na conservação pós-colheita de acerolas as pesquisas são inexistentes, o que poderá ser uma alternativa de interesse para manutenção da qualidade dos frutos na pós-colheita.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do indutor de resistência ácido salicílico na conservação pós-colheita de acerolas.

Material e Métodos

As acerolas foram colhidas em um pomar orgânico no município de Dois Vizinhos, Paraná, em dezembro de 2012, e

transportadas ao Laboratório de Fitopatologia, onde passaram por seleção, uniformização, e pesagem das amostras. Em seguida, os frutos foram submersos por 5 minutos em solução de ácido salicílico de acordo com sua concentração 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mM. Os frutos foram acondicionados em bandejas de plástico com tampa (dimensões de 10 x 10 x 8 cm). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 30 frutos.

Após 192 horas de armazenamento em B.O.D. a 8 °C \pm 2, avaliou-se a perda de massa da matéria fresca, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, ácido ascórbico e incidência de podridões dos frutos. Além disso, após 24, 48, 96 e 192 horas da aplicação da solução com ou sem ácido salicílico, foi realizada a determinação de antocianinas, flavonoides e atividades das enzimas fenilalanina amônia-liase, quitinases e β -1,3-glucanase. Tais análises foram realizadas para todos os tratamentos, com exceção de quitinases e β -1,3-glucanase, que foram realizados somente para frutos sem aplicação de ácido salicílico (testemunha) e com aplicação da concentração de 2,0 mM de ácido salicílico.

A perda de massa da matéria fresca dos frutos foi obtida pela diferença da matéria fresca das amostras no dia da instalação do experimento com valor encontrado nas pesagens no final do experimento, expresso em percentual. O teor de sólidos solúveis totais foi analisado do suco extraído dos frutos, com o auxílio de um refratômetro digital. Os valores foram expressos em °Brix. A acidez titulável foi determinada de 10 mL de suco dos frutos diluído em 100 mL de água destilada, seguido por titulação com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 N até atingir pH 8,1, sendo expresso em meq 100 mL⁻¹. A análise de ácido ascórbico foi realizada por volumetria com utilização de iodo padronizado para oxido-redução, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), em que cada mL de iodo gasto na titulação correspondeu a 8,806 mg de ácido ascórbico. A avaliação da incidência de podridões foi realizada por análise visual, e confirmada com auxílio de um estereomicroscópio binocular, e expressa em percentual de frutas com sintomas de doenças (micélios aparentes).

Para a quantificação de flavonoides e antocianinas utilizou-se a metodologia descrita por Lees & Francis (1972), sendo utilizado 0,3 mL do suco de acerola diluído em 5,0 mL da solução extratora, formada por etanol 95% mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15. Esse extrato foi conservado em tubos de ensaio ao abrigo de luz e a temperatura de 4 °C por 20 horas. Após este período, o extrato foi filtrado com mais 5,0 mL da solução extratora citada acima e deixado em repouso em frascos cobertos com papel alumínio por 2 horas. Depois do repouso foi retirado 0,5 mL da amostra com mais 3,0 mL da solução extratora e acondicionada em tubos de ensaio identificados, que foram agitados, para então proceder a leitura em espectrofotômetro. Para flavonoides a leitura foi feita a 370 nm, e para antocianinas a 535 nm, obtendo-se, assim, os devidos valores de absorbância.

A determinação da atividade da fenilalanina amônia-liase foi por quantificação colorimétrica do ácido trans-cinâmico liberado do substrato fenilalanina, conforme metodologia descrita por Kuhn (2007), aonde se utilizou 0,5 mL do suco das frutas com mais 3,0 mL do tampão TRIS - HCl pH 8,0. Este

extrato foi acondicionado em tubos ependorfe devidamente marcados que foram levados para a centrífuga por 10 minutos, a 4 °C e a 6000 rpm. Após, foi transferido uma alíquota de 200 µL para tubo de ensaio identificado, acrescentando-se mais 3,0 mL do tampão de extração. A solução foi agitada, obtendo-se assim, o extrato enzimático. Deste extrato, 1,5 mL foi transferido para outro tubo de ensaio, com mais 1,0 mL do tampão de extração e 0,5 mL de fenilalanina. Novamente, esta solução foi agitada para homogeneização. E após, os tubos foram incubados em banho-maria por 45 minutos a 40°C. Depois de retirados do banho-maria, os tubos foram colocados em banho de gelo por 5 minutos para interromper a reação e assim poder ser feita a leitura em espectrofotômetro a 290 nm.

Para dosagem das atividades de quitinase e β -1,3-glucanase as amostras foram maceradas em 2,0 mL de tampão acetato 100 mM (pH 5,0), com posterior centrifugação (20.000 g por 25 min, a -4 °C). O sobrenadante foi coletado e utilizado para a avaliação da atividade das enzimas. A atividade enzimática da quitinase foi avaliada através da liberação de fragmentos solúveis de “CM-chitin-RBV”, a partir de quitina carboximetilada marcada com remazol brilhante violeta. Para determinação espectrofotométrica das atividades de β -1,3-glucanase nos extratos foi utilizado como substrato solução de carboximetilcurdlan-remazol azul brilhante (CM-Curdlan-RBB 4 mg.ml⁻¹, Loewe Biochemica GmbH), de acordo com metodologia desenvolvida por Wirth & Wolf (1992) e com o procedimento descrito por Guzzo et al. (1996).

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e apresentados usando estatística descritiva (média \pm desvio padrão), teste de Tukey ou análise de regressão, utilizando o programa ASSISTAT.

Resultados e Discussão

Os dados demonstraram que os tratamentos com ácido salicílico propiciaram maior manutenção acidez titulável de acerolas em relação à testemunha, sendo a equação que melhor representou foi linear crescente com o aumento da concentração. (Figura 1A). Fato também observado, em relação aos valores iniciais de acidez, sendo que no momento da instalação do experimento os frutos possuíam como valor de acidez 7,5 meq./100ml, já no término do experimento a testemunha apresentou 6,4meq./100ml e todos os tratamentos com AS apresentaram valores superiores a 7,0 meq./100ml (Figura 1A). A perda da acidez está relacionada ao processo natural de maturação dos frutos, pois ocorre uma utilização dos ácidos orgânicos, como substrato no processo respiratório via ciclo de Krebs. Nesse sentido, a manutenção em valores mais elevados é um parâmetro importante para preservação da qualidade dos frutos.

Os teores de sólidos solúveis totais em acerolas com a aplicação de ácido salicílico apresentaram valores inferiores em relação à testemunha (Figura 1B). Fato também observado, em relação aos valores iniciais dos sólidos solúveis, sendo que no momento da instalação do experimento os frutos possuíam como valor de sólidos solúveis 6,6 °Brix, já no término do experimento a testemunha apresentou 7,5°Brix e todos os tratamentos com AS apresentaram valores inferiores a 7,1°Brix

(Figura 1B). Isto sugere que a testemunha atingiu maior grau de maturação no momento das avaliações em relação aos frutos tratados com ácido salicílico. Esse acréscimo é atribuído principalmente a maior disponibilidade de açúcares simples, substrato para o metabolismo respiratório, visto que a acerola é uma fruta climatérica, com elevada velocidade de respiração (Alves et al., 1995). Outra hipótese é a de que o ácido salicílico tenha a capacidade de evitar os efeitos relativos ao etileno, sendo usado para retardar a maturação de frutas e a senescência de hortaliças e flores (Blankenship & Dole, 2003). Segundo Jun et al. (1992), a produção de etileno pode ser reduzida com a aplicação de ácido salicílico, que inibe a ACC oxidase, a enzima formadora do etileno.

Observou-se que o percentual de perda de massa da matéria fresca e a evolução do teor de ácido ascórbico ocorreram dentro de padrões já observados para acerolas durante sua pós-colheita (Maciel et al, 2008; Freitas et al., 2006). Não ocorreram diferenças significativas destas duas variáveis em frutos tratados com ácido salicílico em relação à testemunha, sendo o valor médio de 1,81% de perda de massa da matéria fresca e 813 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico, respectivamente, após 196 horas de armazenamento. Conforme Brackmann et al. (2007), a perda de massa da matéria fresca em frutos é causada principalmente pela perda de água do fruto através dos processos de transpiração e respiração e, essa perda não implica somente na perda de massa da matéria fresca comercializável, mas também na perda de qualidade do produto.

A aplicação de ácido salicílico demonstrou eficiência no controle de podridões pós-colheita de acerolas (Figura 1C). Supõe-se que o ácido salicílico ativou rotas de defesas vegetais, já que é amplamente conhecida sua ação como sinalizador de diversas rotas envolvidas na Resistência Sistêmica Adquirida (Fernandes et al., 2009).

Para outros autores, o ácido salicílico teve efeito de redução na perda de massa da matéria fresca, na incidência de podridões, manutenção da firmeza, maior quantidade de vitamina C, maior acidez titulável e teor de sólidos solúveis totais e não causou efeitos negativos na aparência e no sabor de pêssegos, romãs e morangos (Amborabe et al., 2002; Sayari et al., 2009; Lolaei et al., 2012; Salari et al., 2012; Khademi & Ershadi, 2013). Além disso, em kiwis, a aplicação de ácido salicílico inibiu a síntese de etileno, retardando o pico climatérico e atrasando a senescência (Zhang et al., 2003).

O ácido salicílico demonstrou atuar na atividade da enzima fenilalanina amônia-liase, enzima essa considerada chave entre o metabolismo primário e secundário, e precursora da rota do ácido chiquímico (Figura 2A). Esses resultados corroboram com outros autores, os quais também demonstraram aumento da atividade da fenilalanina amônia-liase após aplicação de ácido salicílico em uvas (Chen et al., 2006) e romãs (Sayari et al., 2009).

Os dados demonstraram que a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase na testemunha e na menor concentração de ácido salicílico (0,5 mM), decresceu em função do tempo. Já para os tratamentos com a concentração de 1,0 mM houve redução na atividade desta enzima até 96 horas, e posterior ativação enzimática em função do tratamento. Mas os resultados mais efetivos da ação do ácido salicílico

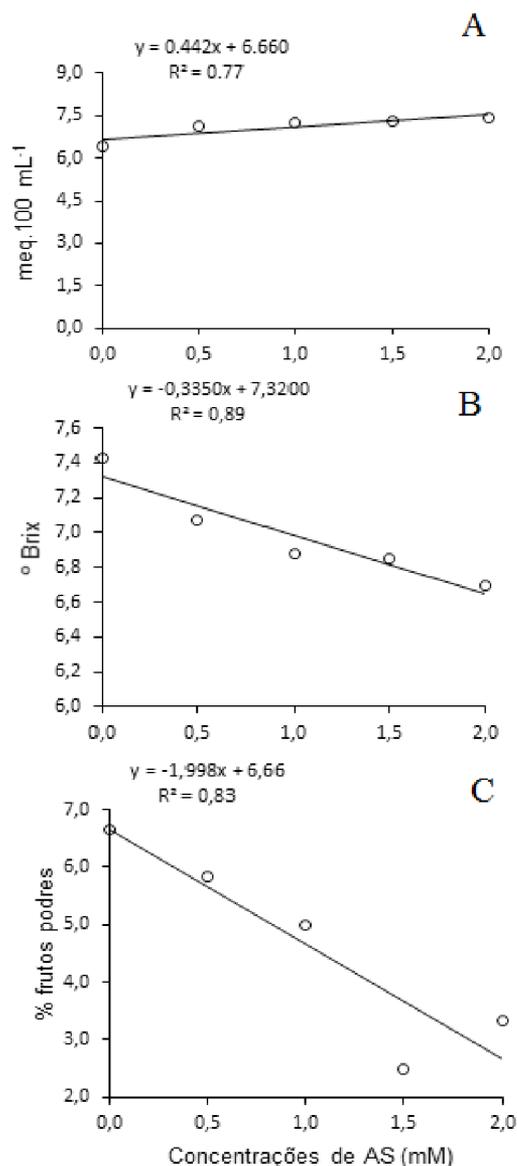


Figura 1. Acidez titulável (A), Sólidos Solúveis Totais (B) e Podridão de frutos (C) em acerolas (*Malpighia emarginata*) tratadas com ácido salicílico (AS) conforme sua concentração. UTFPR. Dois Vizinhos – PR, 2013

sobre a atividade da fenilalanina amônia-liase ocorreram nas concentrações mais elevadas (1,5 e 2,0 mM). Nesse caso, ficou evidente, que após 48 horas, ocorreu a ativação da fenilalanina amônia-liase, sendo que esse tempo, entre a aplicação dos tratamentos e a resposta vegetal, é variável em função do indutor utilizado e da espécie vegetal. Alguns trabalhos demonstram ação similar, como o estudo desenvolvido por Campos et al. (2003), que observaram ação da fenilalanina amônia-liase após 3 dias da aplicação de ácido salicílico em feijoeiro.

A ativação da fenilalanina amônia-liase em acerola sugere o incremento de compostos fenólicos, já que a principal rota de síntese dos mesmos é a rota do ácido chiquímico. Nesse sentido, os resultados observados nesse trabalho, com os compostos fenólicos flavonoides e antocianinas confirmam o incremento dos mesmos pela aplicação de ácido salicílico. Para flavonoides e antocianinas, quando se aplicou ácido salicílico, nas concentrações acima de 1,0 mM, os valores diferiram dos demais tratamentos, atingindo os valores máximos com 96 horas

após o tratamento (Figuras 2B e 2C). Esses dados corroboram com os encontrados por Coltro (2012), que também observou um efeito benéfico nas concentrações de antocianinas em morangos tratados com ácido salicílico associado ao choque térmico, comparado aos tratamentos sem aplicação do indutor. Tais resultados, demonstram estar diretamente relacionados com a atividade da fenilalanina amônia-liase. Nesse sentido, os dados sugeriram que após 48 horas da aplicação do ácido salicílico ocorreu ativação da rota dos fenilpropanóides, e com 96 horas, como produto de tal ativação, o incremento dos flavonoides (Figura 2B) e antocianinas (Figura 2C).

As análises das proteínas-RP quitinases e β -1,3-glucanase, avaliadas em acerolas tratadas com a maior concentração de AS (2,0 mM) e na testemunha, demonstraram que o mesmo atuou na ativação destas duas enzimas após 48 e 96 horas, respectivamente (Tabela 1).

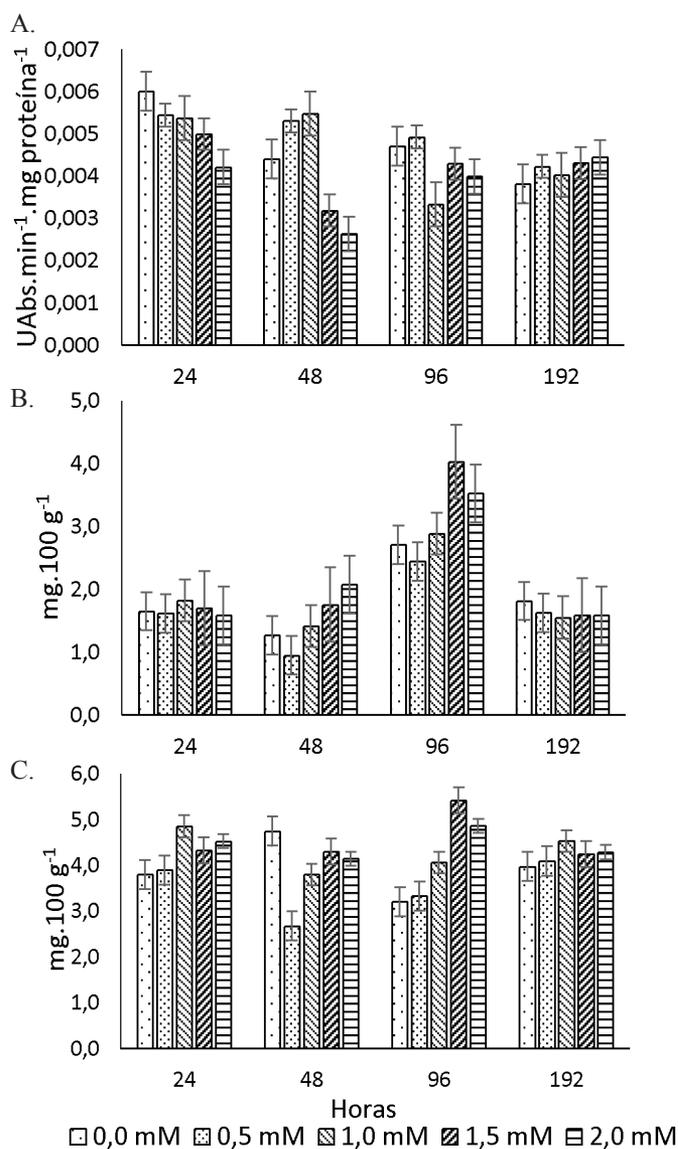


Figura 2. Atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (A) e teor de flavonoides (B) e antocianinas (C) em acerolas (*Malpighia emarginata*) tratadas com diferentes concentrações de ácido salicílico (AS), avaliadas a 24, 48, 96 e 192 horas após a aplicação dos tratamentos. UTFPR. Dois Vizinhos – PR, 2013

Tabela 1. Atividade enzimática de quitinase (UAbs.µg prot. mL⁻¹) e β-1,3 glucanase (UAbs min .mg⁻¹ proteína) presentes em acerolas tratadas e não tratadas com diferentes concentração de ácido salicílico. UTFPR. Dois Vizinhos – PR, 2013

	24	48	96	192	Média
Horas					
Quitinases					
Testemunha	0,06 aA	0,07 bA	0,08 bA	0,08 bA	0,073
AS (2,0 mM)	0,07 aB	0,30 aA	0,38 aA	0,32 aA	0,268
β-1,3 glucanase					
Testemunha	0,08 aA	0,11 aA	0,10 bA	0,012 bA	0,103
AS (2,0 mM)	0,08 aB	0,11 aB	0,32 aA	0,29 aA	0,200

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

A ativação da síntese de quitinases e glucanases quando se aplica o eliciador ácido salicílico verificadas por muitos autores é demonstrada no artigo de revisão de Vlot et al. (2009). Yao & Tian (2005) observaram que a aplicação pré-colheita de ácido salicílico a 2,0 mM reduziu significativamente o diâmetro de lesões causadas por *Monilinia fructicola* em cerejas, constatando que houve aumento nas atividades de β-1,3-glucanase, fenilalanina amônia-liase e peroxidase. Narusaka et al. (1999) também observaram a ativação de β-1,3-glucanase, quitinase e peroxidase em plantas de pepino tratadas com ácido salicílico.

Considerando-se o processo de defesa vegetal, em uma avaliação conjunta dos resultados deste experimento, observou-se que o ácido salicílico atuou na redução de podridões e na ativação da rota dos fenilpropanóides através da fenilalanina amônia-liase e das proteínas-RP quitinases e β-1,3-glucanase, demonstrando-se sua ação na ativação da resistência sistêmica adquirida em acerolas. A resistência sistêmica adquirida é caracterizada pela manifestação ou produção de um sinal liberado a partir do sítio de infecção que provoca a necrose e a translocação deste sinal para outras partes da planta, induzindo reações de defesa que protegerão a planta contra infecções e colonizações posteriores (Silva et al., 2008). Além disso, o ácido salicílico proporcionou atraso na maturação e senescência das acerolas, uma vez que atuou positivamente sobre a manutenção dos teores de acidez titulável e sólidos solúveis totais (Figura 1A e 1B). Isto possivelmente foi resultado do efeito do ácido salicílico sobre a redução da atividade respiratória e síntese do etileno.

Conclusões

A aplicação de ácido salicílico possibilita a manutenção da qualidade pós-colheita de acerolas, retardando a maturação e a redução da incidência de podridões.

O ácido salicílico ativa rotas de defesa vegetal, como as PR-proteínas quitinases e β-1,3-glucanase e a rota dos fenilpropanóides, com alteração na atividade da fenilalanina amônia-liase e nos compostos do metabolismo secundário, como antocianinas e flavonoides.

Literatura Citada

- Alves, R. E.; Chitarra, A. B.; Chitarra, M. I. F. Postharvest physiology of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruits: Maturation changes, respiratory activity and refrigerated storage at ambient and modified atmospheres. *Acta Horticulturae*, v.370, p.223-229, 1995. <<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.370.35>>.
- Amborabe, B. E.; Lessard, P.; Chollet, J. F.; Roblin, G. Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards *Eutypalata*: structure-activity relationship. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.40, n.12, p.1051-1060, 2002. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0981-9428\(02\)01470-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0981-9428(02)01470-5)>.
- Blankenship, S. M.; Dole J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, v.8, n.1, p.1-25, 2003. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00246-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00246-6)>.
- Brackmann, A.; Sestari, I.; Steffens, C. A.; Giehl, 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*, v.32, n.2, p.87-92, 2007.
- Caetano, P. K.; Daiuto, É. R.; Vieites, R. L.; Características físico – químicas e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.15, n.3, p.191-197, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012005000011>>
- Campos, A. D. Considerações sobre indução de resistência a patógenos em plantas. *Pelotas: Embrapa Clima Temperado*, 2009. 28p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 264). <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPACT-2010/12910/1/documento-264.pdf>>. 02 Set.2014.
- Campos, A. D.; Ferreira, A. G.; Hampe, M. M. V.; Antunes, I. F.; Brancão, N.; Silveira, E. P.; Osório, V. A.; Induction of chalcone synthase and phenylalanine ammonia-lyase by salicylic acid and *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.15, n.3, p.129-134, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202003000300001>>.
- Carvalho, R. I. N.; Grolli, P. R.; Patógenos na frigoconservação de acerolas (*Malpighia glabra* L.) *Revista Brasileira de Agrociência*, v.4, n.1, p.31-34, 1998. <<http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v4n1/artigo.htm>>. 12 Ago.2014.
- Chen, J. Y.; Wen, P. F.; Kong, W. F.; Pan, Q. H.; Zhana, J.; Lia, J. M.; Wan, S. B. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. *Postharvest Biology and Technology*, v.40, n.1, p.64-72, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.12.017>>.
- Coltro, S. Efeito do tratamento térmico e do ácido salicílico na atividade de polifenoloxidase, peroxidase e fenilalanina amônia-liase, nas características físico – químicas e na incidência de patógenos em morangos durante o armazenamento. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, 2012. 55p. Dissertação Mestrado. <http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/3/TDE-2012-12-15T163738Z-855/Publico/Sidiane_Coltro.pdf>. 22 Set. 2014.
- Durrant, W. E.; Dong, X. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology*, v.42, p.185-209, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140421>>.
- Fernandes, C. de F.; Vieira Júnior, J. R.; Silva, D. S. G. da; Reis, N. D.; Antunes Júnior, H. Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos. *Porto Velho: Embrapa Rondônia*, 2009. 14p. (Documentos/Embrapa Rondônia, 133). <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-RO-2010/14553/1/133-fitopatogenos.pdf>>. 26 Set.2014.

- Freitas, C. A. S. de; Maia, G. A.; Costa, J. M. C.; Figueiredo, R. W. de; Sousa, H. M. de. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.12, n.4, p.395-400, 2006. <<http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v12n4/artigo02.htm>>. 12 Ago.2014.
- Guzzo, S. D.; Martins, E. M. F. Local and systemic induction of β -1,3-glucanase and chitinase in coffee leaves protected against *Hemileia vastatrix* by *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Phytopathology*, v.144, n.9-10, p.449-454, 1996. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0434.1996.tb00322.x>>.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed.; 1.ed. digital. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. 12 Ago.2014.
- Jun, P. G; Nishimura, N.; Kubo, Y; Nakamura, R.; Inaba, A. Biosynthesis of trace-ethylene in some fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, v.61, n.1, p. 199-204, 1992. <<http://dx.doi.org/10.2503/jjshs.61.199>>.
- 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*, v.5, n.6, p.651-655, 2013. <<http://ijagcs.com/wp-content/uploads/2013/04/651-655.pdf>>. 25 Agos.2014.
- Kuhn, O. J. Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção. Escola Superior de Agricultura. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007. 140p. Tese Doutorado. <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-05042007-140014/en.php>>. 27 Set. 2014.
- Lees, D. H.; Francis, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. *HortScience*, v.7, n.1, p.83-84, 1972.
- Lolaei, 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*, v.3, n.10, p.4680-4684, 2012. <<http://scholarsresearchlibrary.com/ABR-vol3-iss10/ABR-2012-3-10-4680-4684.pdf>>. 27 Set. 2014.
- Maciel, M. I. S.; Silva, W. S.; Souza, K. A.; Melo, E. A.; Lima, V. A. G.; Pedrosa, E. M. R.; Modificações pós-colheita em frutos de 16 genótipos de aceroleira armazenados sob refrigeração. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.2, p.157-163, 2008. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i2a204>>.
- Musser, R. S.; Lemos, M. A.; Lima, V. L. A. G.; Mélo, E. A.; Lederman, I. E.; Santos, V. F. Características físico-químicas de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.4, p.556-561, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000400013>>.
- Narusaka, Y.; Narusaka, M.; Horio, T.; Ishii, H.; Comparison of local and systemic induction of acquired disease resistance in cucumber plants treated with benzothiadiazoles or salicylic acid. *Plant and Cell Physiology*, v.40, n.4, p.388-395. 1999. <<http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a029554>>.
- Salari, N.; Bahramnejad, A.; Afsharmanesh, G.; Khajehpour, G. Effect of salicylic acid on post-harvest quantitative and qualitative traits of strawberry cultivars. *Advances in Environmental Biology*, v.7, n.1, p.94-99, 2012. <<http://www.aensiweb.com/old/aeb/2013/94-99.pdf>>. 02 agos.2014.
- Sayari, M.; Babalar, M.; Kalantari, S.; Alizadeh, H.; Asgari, M. A. Effect of salicylic acid on chilling resistance and phenylalanine ammonia lyase activity in pomegranate cultivars Mals Saveh in storage. *Iranian Journal of Horticulture Sciences*, v.40, n.3, p.21-28, 2009.
- Silva, R. A. da; Reis, V. M.; Baldani, J. I.; Olivares, F. L.; Defesa de plantas contra o ataque de patógenos. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2008. 49p. (Documentos. Embrapa Agrobiologia, 250). <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35544/1/doc250.pdf>>. 02 Set.2014.
- Stangarlin, J. R.; Kuhn, O. J.; Toledo, M. V.; Portz, R. L.; Schwan-Estrada, K. R. F.; Pascholati, S. F. Defesa vegetal contra fitopatógenos. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.10, n.1, p.18-46. 2011. <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/5268>>. 27 Set.2014.
- Vlot, A. C.; Dempsey, D. A.; Klessig, D. F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology*, v.47, p.177-206, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.050908.135202>>.
- Weber, D.; Jones, E.; Beskow, T. G.; Barbosa, M. M.; Saavedra, J.; Fachinello, J. C.; Ácido salicílico e refrigeração na conservação de maracujás. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v.13, n.2, p.123-129, 2012. <<http://www.redalyc.org/pdf/813/81325441003.pdf>>. 11 Set.2014.
- Wirth, S. J.; Wolf, G. A. Micro-plate colourimetric assay for endo-acting cellulose, xylanase, chitinase, 1,3- β -glucanase and amylase extracted from forest soil horizons. *Soil Biology and Biochemistry*, v.24, n.6, p.511-519, 1992. <[http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90074-8](http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717(92)90074-8)>.
- Yao, H.; Tian, S. Effects of pre and postharvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*, v.35, n.3, p.253-262, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.09.001>>.
- Zhang, Y.; Chen, K.; Zhang, S.; Ferguson, I. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.28, n.1, p.64-74, 2003. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00172-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00172-2)>.