

# Amadurecimento e qualidade de ameixas 'Laetitia' tratadas com ácido salicílico e 1-metilciclopropeno

Marcos Vinícius Hendges<sup>1</sup>, Cristiano André Steffens<sup>2</sup>, Cassandro Vidal Talamini Amarante<sup>2</sup>, Hélio Tanaka<sup>3</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de ácido salicílico (AS), isoladamente e em combinação com o 1-metilciclopropeno (1-MCP), sobre o amadurecimento e a qualidade de ameixas 'Laetitia', armazenadas durante 40 dias, sob refrigeração ( $1 \pm 0,1^\circ\text{C}$  / UR  $92 \pm 2\%$ ). Os tratamentos avaliados foram: controle; 1 mM de AS; 5 mM de AS; 10 mM de AS; e 5 mM de AS + 1-MCP ( $1 \mu\text{L L}^{-1}$ ). Nos frutos tratados com 10 mM de AS, verificou-se, após a saída da câmara, maior taxa de produção de etileno e incidência de manchas na epiderme, e, após três dias em condição ambiente, maior incidência de degenerescência de polpa. Em frutos tratados com 5 mM de AS, o 1-MCP proporcionou menor produção de etileno e menor incidência de degenerescência de polpa, maiores valores de atributos de textura, além de frutos menos vermelhos. O AS não apresenta efeito sobre a ocorrência de degenerescência da polpa e o amadurecimento de ameixas 'Laetitia', porém, provoca manchas na epiderme, em doses acima de 5 mM. Em frutos tratados com 5 mM de AS, a aplicação de 1-MCP atrasa o amadurecimento e mantém a qualidade da ameixa 'Laetitia'.

**Palavras-chave:** *Prunus salicina*, pós-colheita, degenerescência da polpa.

## ABSTRACT

### Ripening and quality of 'Laetitia' plums treated with salicylic acid and 1-methylcyclopropene

The aim of this study was to evaluate the effect of salicylic acid (SA), alone and combined with 1-methylcyclopropene (1-MCP), on ripening and quality of 'Laetitia' plums under cold storage (40 days at  $1 \pm 0.1^\circ\text{C}$  / RH  $94 \pm 2\%$ ). The treatments were: control; 1 mM of AS; 5 mM of AS; 10 mM of AS; and 5 mM of AS + 1-MCP ( $1 \mu\text{L L}^{-1}$ ). Fruit treated with 10 mM of AS showed higher ethylene production rate and higher incidence of skin black spots at removal from cold storage, and higher flesh browning after three days at ambient condition. In fruit treated with 5 mM of AS, the treatment with 1-MCP reduced the rate of ethylene production and reduced the incidence of flesh browning, increased the texture attributes, and reduced the skin red color. AS has no effect on flesh browning incidence and ripening of 'Laetitia' plums and increases the incidence of skin black spots at doses above 5 mM. In fruit treated with 5 mM of AS, the treatment with 1-MCP delays ripening and maintains the quality of 'Laetitia' plums.

**Key words:** *Prunus salicina*, postharvest, flesh browning.

Recebido para publicação em 17/05/2012 e aprovado em 21/05/2013.

<sup>1</sup>Tecnólogo Agroindustrial, Mestre. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Avenida Luis de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, Santa Catarina, Brasil. marcos\_hendges@hotmail.com (autor para correspondência).

<sup>2</sup>Engenheiro-Agrônomo, Ph.D. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Avenida Luis de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, Santa Catarina, Brasil. steffens@cav.udesc.br; amarante@cav.udesc.br

<sup>3</sup>Engenheiro-Agrônomo. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Avenida Luis de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, Santa Catarina, Brasil. tanaka.helio@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Ameixas 'Laetitia' apresentam, além de um curto período de colheita (Steffens *et al.*, 2009), alta perecibilidade, o que torna o armazenamento refrigerado imprescindível para prolongar o período de oferta dos frutos (Alves *et al.*, 2010).

A redução da temperatura é o método mais utilizado para conservação de frutos (Brackmann *et al.*, 2003). No entanto, ameixas são particularmente susceptíveis a injúrias pelo frio (Luo *et al.*, 2011). Sob refrigeração (de 0 a 0,5°C), normalmente não suportam período de armazenamento superior a 30 dias (Alves *et al.*, 2010), em virtude da acentuada redução da firmeza e desenvolvimento de degenerescência da polpa (Manganaris *et al.*, 2008).

A degenerescência da polpa é proveniente de mudanças na integridade e permeabilidade das membranas celulares, que modificam o metabolismo do fruto e reduzem a atividade das enzimas ligadas às membranas (Saquet & Streif, 2006). A baixa temperatura reduz demasiadamente a atividade de muitas enzimas, provoca alterações na permeabilidade de membranas e favorece o acúmulo de intermediários tóxicos, que danificam os tecidos dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005).

De acordo com Larrigaudière *et al.* (2009), a alta produção de etileno em condição ambiente, após o armazenamento refrigerado, causa danos às membranas e induz a senescência em ameixas, com consequente manifestação da degenerescência da polpa. Alves *et al.* (2009) verificaram que a presença do etileno, durante o armazenamento, aumenta a incidência de degenerescência da polpa e diminui o efeito da redução da temperatura e da atmosfera controlada sobre o retardo do amadurecimento de ameixas. Deste modo, o tratamento com ácido salicílico (AS) e 1-metilciclopropeno (1-MCP), inibidores da biossíntese e da ação do etileno, respectivamente, pode representar uma opção complementar ao armazenamento refrigerado, para a preservação da qualidade de ameixas.

O AS apresenta ação hormonal e desempenha importante papel na regulação de uma larga variedade de processos fisiológicos e sua aplicação aumenta a resistência dos frutos a injúrias por frio, em diversos produtos hortícolas (Luo *et al.*, 2011), além da retenção da firmeza de polpa (Asghari & Aghdam., 2010), decréscimo da produção de etileno e inibição de enzimas responsáveis pela degradação da parede e membrana celular (Zhang *et al.*, 2003). A aplicação de AS, em concentrações não tóxicas, tem demonstrado causar atraso no amadurecimento de quivi (Zhang *et al.*, 2003), pera (Imran *et al.*, 2007) e cereja (Valero *et al.*, 2011).

Em ameixas, o 1-MCP retarda o amadurecimento (Larrigaudière *et al.*, 2004, Larrigaudière *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2010) e pode reduzir o dano por frio e a incidência

de distúrbios fisiológicos, como a degenerescência da polpa (Alves *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2010). Deste modo, o uso combinado de AS e 1-MCP pode apresentar efeito sinérgico na preservação da qualidade da ameixa 'Laetitia', durante o armazenamento refrigerado.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de AS, isoladamente e em conjunto com o 1-MCP, sobre o amadurecimento e a qualidade de ameixas 'Laetitia', armazenadas sob refrigeração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ameixas 'Laetitia' foram colhidas em pomar comercial, no município de Lages, SC, na safra 2008-2009 e, após transportadas até o laboratório, foram selecionadas, eliminando-se frutos com defeitos, lesões, danos mecânicos ou ferimentos, e procedida a homogeneização das amostras. Os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos: T<sub>1</sub> - controle; T<sub>2</sub> - 1 mM de AS; T<sub>3</sub> - 5 mM de AS; T<sub>4</sub> - 10 mM de AS; e T<sub>5</sub> - 5 mM de AS + 1-MCP (1 µL L<sup>-1</sup>).

O ácido salicílico (p.a. 99,8%) foi aplicado por imersão dos frutos, durante dois minutos, em solução contendo a concentração definida para cada tratamento. Os frutos, após a aplicação dos tratamentos, foram mantidos sobre bancada, para o escoamento da solução e secagem em condição ambiente, durante duas horas. Os frutos do tratamento 5 mM de AS, após a secagem, foram tratados com 1-MCP, na concentração de 1 µL L<sup>-1</sup>. Para o tratamento com 1-MCP, foi utilizado o produto SmartFresh® (0,14% de 1-MCP, na formulação pó), na relação de 0,16 g de produto por m<sup>3</sup> de câmara. O produto foi solubilizado em água, em condição ambiente, em um recipiente hermético e, posteriormente, a solução foi transferida para uma placa de Petri, dentro de uma câmara hermética, onde estavam os frutos, com exposição durante 24 horas.

Depois de aplicados os tratamentos, os frutos foram armazenados em ambiente refrigerado (1 ± 0,1°C / UR 92 ± 2%), durante 40 dias. Na saída da câmara e após três dias em condição ambiente, foram avaliadas as taxas respiratórias e de produção de etileno, a incidência de podridões e de manchas e rachaduras na epiderme, índice de cor vermelha (ICV) e *h<sup>o</sup>* da epiderme, nos lados mais e menos vermelho. Após três dias de exposição dos frutos, em condição ambiente, foram realizadas as análises de acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), pH, incidência de degenerescência da polpa, cor da polpa (brilho/*L* e ângulo 'hue' /*h<sup>o</sup>*), firmeza de polpa e atributos de textura (forças para ruptura da casca, penetração da polpa e compressão do fruto).

Para a determinação da taxa respiratória e de produção de etileno, os frutos foram colocados em recipientes plásticos herméticos, durante 1 hora, em temperatura ambiente. Após este período, utilizando-se uma seringa plástica

de 1 mL, coletaram-se duas amostras da atmosfera do espaço livre dos recipientes, que foram imediatamente injetadas em um cromatógrafo a gás Varian®, modelo CP-3800, dotado de coluna Porapak N® (80-100 mesh, de 3 m de comprimento), metanador e detector de ionização de chama. As temperaturas da coluna, do detector, do metanador e do injetor foram de 45 °C, 120 °C, 300 °C e 110 °C, respectivamente. Os fluxos de nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram de 70, 30 e 300 mL min<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores das taxas respiratórias (nmol de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) e de produção de etileno (nmol de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) foram calculados segundo Banks *et al.* (1995).

Para a medida de firmeza de polpa (N), removeu-se uma porção da epiderme e, com auxílio de um penetrômetro, equipado com ponteira de 7,9 mm de diâmetro, obteve-se o valor em dois lados opostos, na região equatorial do fruto. Os valores de AT (meq de ácido cítrico 100 mL<sup>-1</sup>) foram obtidos por meio de uma amostra de 10 mL de suco dos frutos, previamente extraída de fatias transversais, retiradas da região equatorial das ameixas, e triturada em uma centrífuga elétrica. Esta amostra foi diluída em 90 mL de água destilada e titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até pH 8,1. Os teores de SS (°Brix) foram determinados por refratometria, utilizando-se o suco extraído, conforme descrito para a AT, sendo realizada a correção do efeito da temperatura (20 °C). O pH foi determinado no suco, com auxílio de um potenciômetro digital.

As análises dos atributos de textura (N) foram realizadas com um texturômetro eletrônico TAXT-plus (Stable Micro Systems Ltda.). Para penetração da polpa e casca, foi utilizada uma ponteira PS2, com 2 mm de diâmetro, a qual foi introduzida a uma profundidade de 5 mm com velocidades pré-teste, teste e pós-teste de 30, 5 e 30 mm s<sup>-1</sup>, respectivamente. A força para compressão foi determinada na região equatorial do fruto, usando-se uma plataforma modelo P/75, com 75 mm de diâmetro, que exerceu uma força de compressão até uma deformação de 5 mm na superfície do fruto.

A determinação dos atributos de cor (luminosidade *L* e ângulo 'hue'/'h°') foi realizada com um colorímetro Minolta, modelo CR 400, em que *L* varia de 0 (preto) a 100 (branco) e o *h°* define a coloração básica (0° = vermelho, 90° = amarelo e 180° = verde), sendo as leituras realizadas na epiderme e na polpa. O ICV foi determinado, avaliando-se a superfície dos frutos recobertas com coloração vermelha, sendo atribuídas notas de 1 a 4 (0-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100% da superfície do fruto vermelha para as notas 1, 2, 3 e 4, respectivamente).

A incidência (%) de rachaduras e de manchas escuras (frutos com descoloração na epiderme e, ou, manchas escurecidas) na epiderme, foi avaliada pela contagem dos frutos que apresentavam esses distúrbios. A incidência de podridões (%) foi avaliada pela contagem dos frutos

afetados, que apresentaram lesões com diâmetro maior do que 5 mm, com características de ataque de patógenos. A incidência de degenerescência de polpa (%) foi avaliada por meio do corte transversal na região equatorial do fruto, sendo contabilizados os frutos que apresentavam escurecimento da polpa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a unidade experimental composta de 15 frutos. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA). Dados em porcentagem foram transformados para arco seno [(x+1)/100]<sup>1/2</sup>, antes de serem submetidos à ANOVA. Para a comparação das médias, adotou-se o teste de Tukey (*P*<0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos firmeza de polpa, taxa respiratória, pH, AT, SS, incidências de podridões e de rachaduras da epiderme, valores de *L* e *h°* da polpa não apresentaram diferença estatística.

A taxa de produção de etileno, na saída da câmara, foi maior nos frutos tratados com 10 mM de AS, não diferindo dos frutos tratados com 5 mM de AS (Figura 1). Possivelmente, essa maior taxa de produção de etileno seja consequência do estresse causado pela concentração de 10 mM de AS, pois, nesse tratamento, ocorreu elevada incidência de frutos com manchas na epiderme (Figura 1). De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), o estresse provoca incremento da produção de etileno.

Li *et al.*, (2006) observaram que o tratamento de maçãs, com 2 mM de AS, por imersão, durante dois minutos, estimula a produção de etileno, o que julgaram ocorrer por causa do curto período de exposição dos frutos ao produto. Já em ameixas 'Qingnai' (Luo *et al.*, 2011) e quivis (Zhang *et al.*, 2003), imersos, respectivamente, por dez minutos, na concentração de 1,5 mM, em solução de AS, e cinco minutos em 1,0 mM de ácido acetilsalicílico, houve redução na produção de etileno. Estes autores citam que o aumento da concentração endógena de AS em quivi parece reduzir a atividade das enzimas sintase e oxidase do ácido 1-carboxi-1-aminociclopropano (ACCs e ACCo).

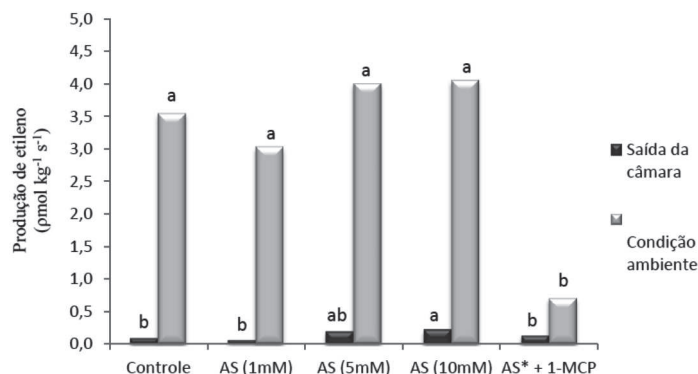
Pelo fato de as enzimas ACCs e ACCo regularem a síntese do etileno, esperava-se redução da produção de etileno com a aplicação do AS, o que não foi observado neste trabalho. Todavia, o mecanismo de atuação do AS na biossíntese de etileno permanece desconhecido.

Em condição ambiente, a produção de etileno foi significativamente menor nos frutos tratados com 5 mM de AS + 1-MCP. Possivelmente, esta menor taxa de produção de etileno deve-se ao efeito do 1-MCP e não ao AS, uma vez que o AS, aplicado isoladamente, não reduziu a taxa de produção de etileno (Figura 1). O efeito do 1-MCP, na redução da taxa de produção de etileno em ameixas, já foi

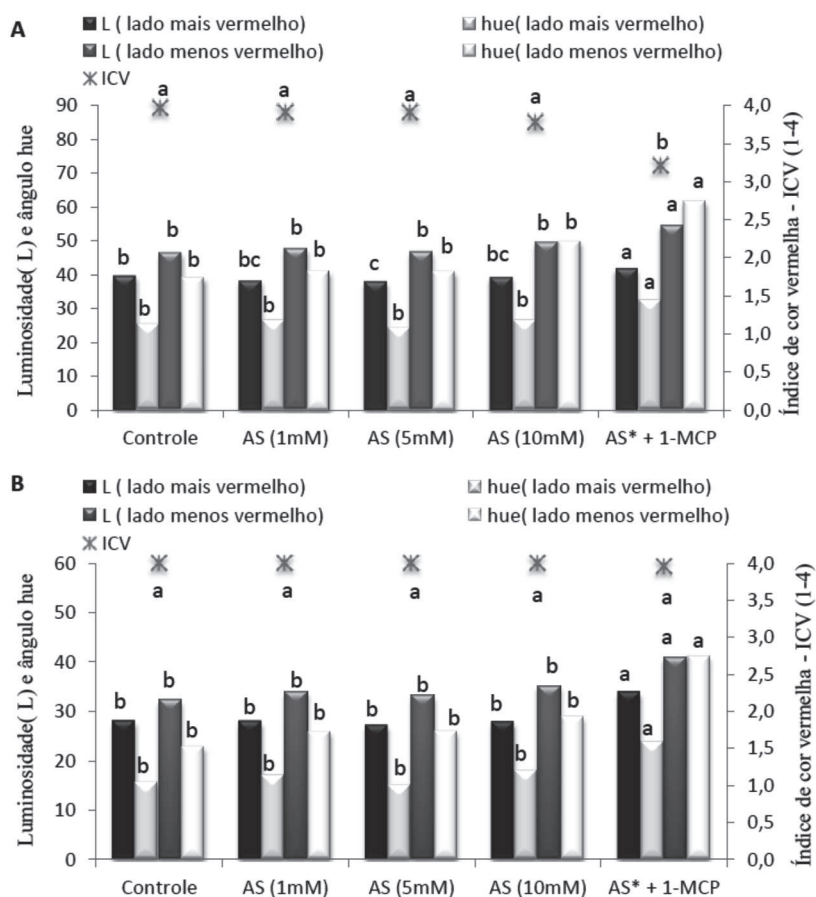
observado em outros trabalhos (Valero *et al.*, 2004; Khan e Singh, 2007; Alves *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2010). Esse produto inibe a ação do etileno e, indiretamente, também reduz a atividade da ACCs e ACCo (Watkins, 2006), causando menor produção autocatalítica de etileno, nos frutos (Zhang *et al.*, 2003).

O tratamento 5 mM de AS + 1-MCP proporcionou frutos com menor ICV, após a saída da câmara, não havendo diferenças entre os tratamentos, após três dias em condição ambiente (Figura 2). Frutos deste trata-

mento apresentaram os maiores valores de L e h°, nos lados com menor e maior coloração vermelha. O etileno estimula a síntese e a atividade de enzimas, como clorofilases e oxidases, responsáveis pela alteração da coloração de frutos. Assim, o atraso da evolução da coloração, na associação entre o AS e o 1-MCP, possivelmente se deve ao efeito do 1-MCP, inibindo a ação do etileno. Alves *et al.* (2010) também observaram menor ICV e maiores valores de h° e L, em ameixas 'Laetitia' tratadas com 1-MCP.



**Figura 01.** Produção de etileno de ameixas 'Laetitia', tratadas com ácido salicílico (AS) e AS + 1-MCP, na remoção do armazenamento refrigerado (1,0 °C por 40 dias) e após três dias em condição ambiente. AS\* = AS (5mM).



**Figura 02.** Cor da epiderme (luminosidade e ângulo hue), índice de cor vermelha (ICV) de ameixas 'Laetitia', tratadas com ácido salicílico (AS) e AS + 1-MCP, na remoção do armazenamento refrigerado (A) (1,0 °C por 40 dias) e após três dias em condição ambiente (B). AS\* = AS (5mM).

Quanto aos parâmetros avaliados com o texturômetro eletrônico, houve diferença entre os tratamentos (Figura 3). Frutos tratados com 5 mM de AS, seguidos da aplicação com 1-MCP, apresentaram maiores forças para ruptura da casca e penetração da polpa. Esse efeito deve-se ao 1-MCP, pois o uso isolado de 5 mM de AS não apresentou efeito positivo sobre a manutenção dos atributos de textura (Figura 3).

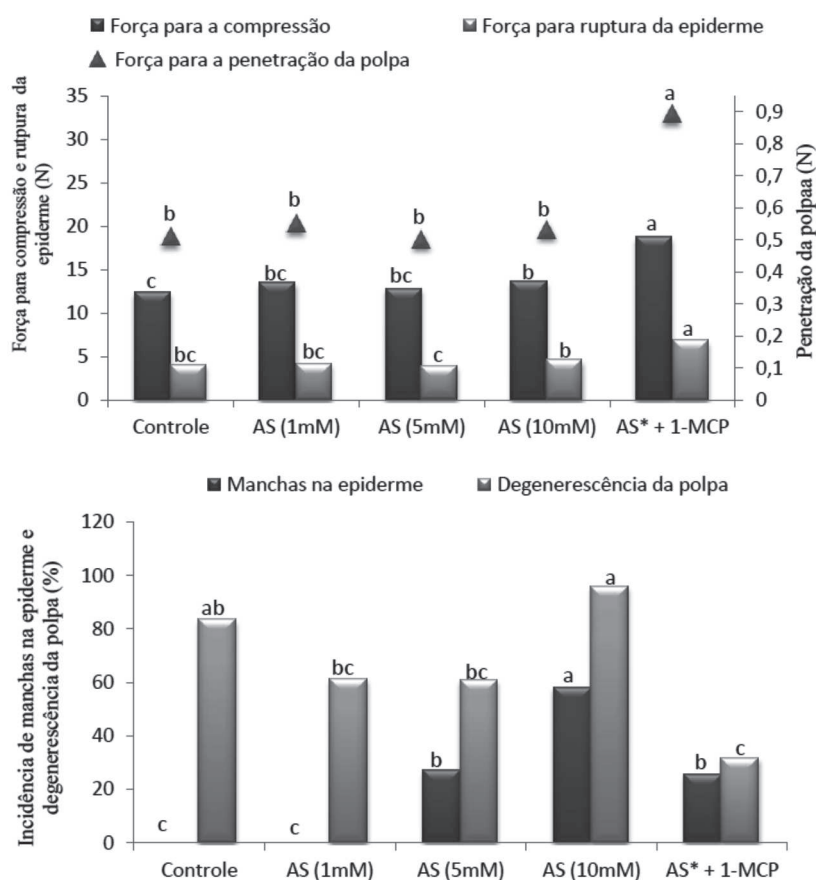
Alguns autores observam atraso na perda de consistência da polpa em ameixas tratadas com 1-MCP (Menniti *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2010), concordando com os resultados obtidos neste trabalho. Khan & Singh (2007) verificaram correlação negativa entre aumento na atividade de enzimas envolvidas na síntese de etileno e a perda de resistência dos tecidos da casca e polpa, em ameixas, sugerindo que o aumento da produção de etileno é necessário para a ativação de enzimas hidrolíticas de parede celular.

A variável força para compressão do fruto apresentou maiores valores nos frutos dos tratamentos com 10 mM de AS e 5 mM de AS + 1-MCP (Figura 3). De acordo com Zhang *et al.* (2003), a manutenção de níveis endógenos de AS é importante para o atraso do amadurecimento e da senescência de quivi. Contudo, neste trabalho observou-se apenas efeito positivo da dose de 10 mM sobre o au-

mento na força para compressão dos frutos, o que não parece ser resultado do atraso no amadurecimento dos frutos deste tratamento.

Para a incidência de degenerescência da polpa, não houve diferença entre os frutos controle e aqueles com aplicação apenas de AS (Figura 3). O AS alivia ou reduz injúrias por frio, em romã (Sayyari *et al.*, 2009), e reduz significativamente o índice de escurecimento de polpa, em abacaxi (Lu *et al.*, 2011), pêssego (Wang *et al.*, 2006), lichia (Kumar *et al.*, 2011), ameixa (Luo *et al.*, 2011) e maçã (Kazemi *et al.*, 2011). O resultado encontrado neste trabalho pode ser consequência da exposição dos frutos ao AS por tempo insuficiente, uma vez que houve redução da degenerescência da polpa dos frutos tratados com 1mM e 5mM de AS, não diferindo do tratamento 5mM + 1-MCP, porém sem diferença significativa para os frutos do controle.

A degenerescência da polpa é proveniente de mudanças na integridade e permeabilidade das membranas celulares, sendo considerada, em ameixas, um dano pelo frio (Chitarra & Chitarra, 2005). Possivelmente, o efeito do AS sobre o dano por frio está relacionado com o tipo de dano (de superfície ou interno) e com a interação entre dose e período de exposição dos fruto ao produto.



**Figura 03.** Atributos de textura e incidência de manchas da epiderme e degenerescência da polpa em ameixas 'Laetitia', tratadas com ácido salicílico (AS) e AS + 1-MCP, na remoção do armazenamento refrigerado (1,0 °C por 40 dias) e após três dias em condição ambiente. AS\* = AS (5mM).

Ameixas 'Laetitia' tratadas com 1-MCP apresentaram redução da incidência de degenerescência de polpa (Alves *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2010), enquanto, em ameixas 'Larry Ann', o 1-MCP inibiu completamente o estresse induzido pelo frio (Larrigaudière *et al.*, 2009). Como o AS, aplicado isoladamente, não apresentou efeito sobre a incidência de degenerescência da polpa, a menor incidência desse distúrbio nos frutos do tratamento (1-MCP + AS) deve ter ocorrido graças ao efeito do 1-MCP.

A aplicação de AS, a partir da dose de 5 mM, causou a formação de manchas escurecidas na epiderme dos frutos, sendo observada maior incidência na dose de 10 mM (Figura 3). Não ocorreu evolução na incidência desse dano, após o armazenamento refrigerado dos frutos, durante a exposição à temperatura ambiente. Essas manchas podem ser resultado da concentração do produto sobre a epiderme do fruto, resultando em desidratação localizada, desencadeando o escurecimento do tecido.

De acordo com os resultados obtidos, novos trabalhos devem ser realizados com concentração de AS menor que 10 mM e com maiores períodos de imersão dos frutos.

## CONCLUSÕES

Não há efeito do tratamento por imersão dos frutos em AS, durante dois minutos, nas doses de 1 a 10 mM, no retardo do amadurecimento e na redução da incidência de degenerescência da polpa, em ameixas 'Laetitia'.

O AS, em doses a partir de 5 mM, induz a formação de manchas escurecidas na epiderme de ameixas 'Laetitia', prejudicando a qualidade dos frutos.

Em frutos tratados com 5mM de AS, o uso do 1-MCP retarda o amadurecimento, reduz a degenerescência da polpa e contribuiu para a manutenção da qualidade da ameixa 'Laetitia'.

## REFERÊNCIAS

- Alves EO, Steffens CA, Amarante CVT, Pavanello EP & Brackmann A (2009) Manejo do etileno durante o armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera controlada. *Ciência Rural*, 39:2445-2451.
- Alves EO, Steffens CA, Amarante CVT, Weber A, Miqueloto A & Brackmann A (2010) Armazenamento refrigerado de ameixas 'Laetitia' com uso de 1-MCP e indução de perda de massa fresca. *Ciência Rural*, 40:30-36.
- Asghari M & Aghdam MS (2010) Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 21:502-509.
- Banks NH, Cleland DJ, Cameron AC, Beandry RM & Kader AA (1995) Proposal for a rationalized system of units for postharvest research in gas exchange. *HortScience*, 30:1129-1131.
- Brackmann A, Steffens CA & Giehl RFH (2003) Armazenamento de pêssegos chimarrita em atmosfera controlada e sob absorção de etileno. *Ciência Rural*, 33:431-435.
- Chitarra MIF & Chitarra AB (2005) Pós-colheita de frutas e hortaliças – fisiologia e manuseio. 2ª ed. Lavras, EDUFLA. 875p.
- Imran H, Zhang Y, Du G, Wang G & Zhang J (2007) Effect of salicylic acid (SA) on delaying fruit senescence of Huang Kum pear. *Frontiers of Agriculture in China*, 4:456-459.
- Kazemi M, Aran M & Zamani S (2011) Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. *Journal of plant physiology*, 2:113-119.
- Khan AS & Singh Z (2007) 1-MCP regulates ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening of 'Tegan Blue' plum. *Postharvest Biology and Technology*, 43:298-306.
- Kumar D, Mishra DS, Chakraborty B & Kumar P (2011) Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/44v5388638853844/>>. Acessado em: 5 de fevereiro de 2011.
- Larrigaudière C, Candan AP, Ubach D & Graell J (2009) Physiological response of 'Larry Ann' plums to cold storage and 1-MCP treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 51:56-61.
- Larrigaudière C, Vilaplana R, Soria Y & Recasens I (2004) Oxidative behaviour of Blanquilla pears treated with 1-methylcyclopropene during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1871-1877.
- Li DP, Xu YF, Sun LP, Liu LX, Hu XL, Li DQ & Shu HR (2006) Salicylic acid ethephon and methyl jasmonate enhance ester regeneration in 1-MCP-treated apple fruit after long-term cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54:3887-3895.
- Lu X, Sun D, Li Y, Shi W & Sun G (2011) Pre- and post-harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulturae*, 130:97-101.
- Luo Z, Chen C & Xie J (2011) Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62:115-120.
- Manganaris GA, Vicente AR, Crisosto CH & Labavitch JM (2008) Cell wall modifications in chilling-injured plum fruit (*Prunus salicina*). *Postharvest Biology and Technology*, 48:77-83.
- Menniti AM, Gregori R & Donati I (2004) 1-Methylcyclopropene retards postharvest softening of plums. *Postharvest Biology and Technology*, 31:269-275.
- Saquet AA & Streif J (2006) Fermentative metabolism in 'Conference' pears under various storage conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81:910-914.
- Sayyari M, Babalar M, Kalantari S, Serrano M & Valero D (2009) Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53:152-154.
- Steffens CA, Amarante CVT, Chechi R, Silveira JPG & Brackmann A (2009) Aplicação pré-colheita de reguladores vegetais visando retardar a maturação de ameixas 'Laetitia'. *Ciência Rural*, 39:1369-1373.
- Valero D, Martinez-Romero D, Valverde JM, Guillén F, Castillo S & Serrano M (2004) Could the 1-MCP treatment effectiveness in plum be affected by packaging? *Postharvest Biology and Technology*, 34:295-303.
- Valero D, Díaz-Mula HM, Zapata PJ, Castillo S, Guillén F, Martínez-Romero D & Serrano M (2011) Postharvest treatments with salicylic acid acetylsalicylic acid oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59:5483-5489.

Wang L, Chen S, Kong W, Li S & Archbold DD (2006) Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41:244-251.

Watkins CB (2006) The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*, 24:389-409.

Zhang Y, Chen K, Zhang S & Ferguson I (2003) The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 28:67-74.