

APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ÁCIDO ABSCÍSICO EM MORANGOS IMATUROS

VINÍCIUS RODRIGUES RODRIGUES¹; TATIANE JÉSSICA SIEBENEICHLER²;
ROSANE LOPES CRIZEL²; VANESSA GALLI³

¹*Universidade Federal de Pelotas – viniciusmedivh@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – tatijs1@hotmail.com, rosanecrizel1@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – vane.galli@yahoo.com.br*

1. INTRODUÇÃO

Dentre as culturas mais importantes do mundo estão as de frutos carnosos e, entre essas, está o morango comercial (*Fragaria x ananassa* Duch). Em 2016, por exemplo, foram produzidas 9 milhões de toneladas de morango em 401.862 hectares (FAOSTAT, 2018), o que aponta a alta demanda e importância econômica desta fruta. Entretanto, um dos fatores mais limitantes na produção é a sensibilidade do pseudofruto (que neste trabalho será chamado de fruto pela popularização do termo) a choques mecânicos que resultam em perdas significativas durante a etapa de transporte e comercialização.

Os frutos podem ser divididos em climatéricos ou não-climatéricos baseado no seu tipo de amadurecimento, enquanto os primeiros tem suas vias de regulação e sinalização bem consolidadas (ALEXANDRE e GRIERSON, 2002; MAINARDI et al. 2006), nos últimos, estas vias ainda não estão bem elucidadas. Estudos apontam que o fitormônio ácido abscísico (ABA) pode estar associado com a regulação do amadurecimento de frutos não-climatéricos (COOMBE, 1992; DAVIES et al., 1997; GIOVANNONI, 2001; RODRIGO et al., 2003; ZHANG et al., 2009a). Além disso, foi reportado que através do silenciamento do gene *FaNCDE1* — gene relacionado à síntese do ABA — houve um retardamento no amadurecimento desses frutos especialmente em relação à síntese de pigmentos (CHEN et al. 2011; JIA et al. 2011), enquanto a aplicação exógena do hormônio na superfície dos frutos resultou no aceleração da maturação.

A partir disso, a aplicação exógena de ABA torna-se uma provável opção para o desenvolvimento de um método de controle do processo de maturação em frutos não-climatéricos. O presente estudo objetivou avaliar o efeito da aplicação pós-colheita de ABA sobre atributos de qualidade (cor, firmeza, acidez titulável e sólidos solúveis totais, perda de massa), atividade antioxidante, conteúdo de compostos fenólicos e antocianinas totais em morangos.

2. METODOLOGIA

Morangos da espécie *Fragaria × ananassa* foram colhidos no estágio branco do desenvolvimento. Os morangos foram divididos em três tratamentos com três repetições cada (16 frutos por repetição): o primeiro contendo apenas água destilada; o segundo contendo 100 µM ABA; e o terceiro contendo 50 µM NDGA. Todas as soluções foram preparadas com água destilada contendo 0,5 % Tween 20, sendo que o ABA e o NDGA foram previamente solubilizados em 1 mL de metanol absoluto. Os frutos de cada tratamento foram imersos durante 5 min em solução, secos à temperatura ambiente e, em seguida, adicionados a embalagens plásticas e

armazenados em câmaras BOD a 20 °C com umidade relativa 80 % e ciclo circadiano de 12 h. As análises foram realizadas após 5 dias de armazenamento.

A avaliação da perda de massa dos frutos foi determinada por pesagem das embalagens. A firmeza foi determinada em Texture TAXT2 Plus (Stable Micro Systems, Inglaterra), pelo método TPA, através da perfuração individual em dois locais com ponta de agulha de 2 mm P/2N. A perfuração foi de 50 % e a velocidade de 1 mm s⁻¹. Os resultados foram expressos em Newton (N). A cor foi avaliada utilizando colorímetro (CR300, Minolta Chromamater), através do sistema de cor CIELab. O pH foi determinado por potenciometria, em pHmetro (K392014B, Kasvi®). Para avaliação da acidez total titulável, utilizou-se o método volumétrico com NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico por 100 g de frutos (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Para medição dos SST, foi utilizado refratômetro digital da marca Atago e os valores foram expressos em ° Brix (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). A atividade antioxidante total foi determinada pelo método da captura do radical livre DPPH, segundo Brand-Williams (1995); os compostos fenólicos totais foram quantificados pelo método de Swain e Hillis (1959); e as antocianinas totais foram avaliadas conforme Zhang et al. (2004). Todas as avaliações foram realizadas em triplicata analítica e com as três repetições biológicas. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de médias utilizando teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa computacional Statistica 8.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morangos submetidos ao tratamento pós-colheita com NDGA apresentaram menor conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) (5,8°), comparados a frutos que amadureceram *in vivo* (7,1°), enquanto que os submetidos aos tratamentos pós-colheita com ABA (6,4°) e controle (6,5°) não diferiram significativamente em relação a nenhum dos tratamentos. A coloração dos frutos submetidos ao amadurecimento pós-colheita diferiu do amadurecimento *in vivo*, sendo que no pós-colheita os valores de ângulo Hue variaram de 45,94 a 47,34, já no amadurecimento *in vivo* o valor obtido foi de 28,0° Hue (Figura 1). Os valores de ângulo Hue próximos a 0° correspondem à coloração vermelha, indicando que a tonalidade dos frutos amadurecidos *in vivo* está mais próxima do vermelho. De acordo com CHEN et al. (2016), o aumento da coloração vermelha nesses frutos é devido ao déficit hídrico que ocorre quando estes não estão mais conectados à planta mãe.

Os frutos amadurecidos no pós-colheita apresentaram maior firmeza (43,5%) em comparação ao amadurecimento usual. Os parâmetros acidez e pH não diferiram significativamente em relação a nenhum dos tratamentos. A perda de massa avaliada ao longo do armazenamento dos frutos submetidos aos tratamentos pós-colheita (C, ABA e NDGA) não diferiu significativamente entre os tratamentos (Figura 1).

Figura 1 - Atributos de Qualidade

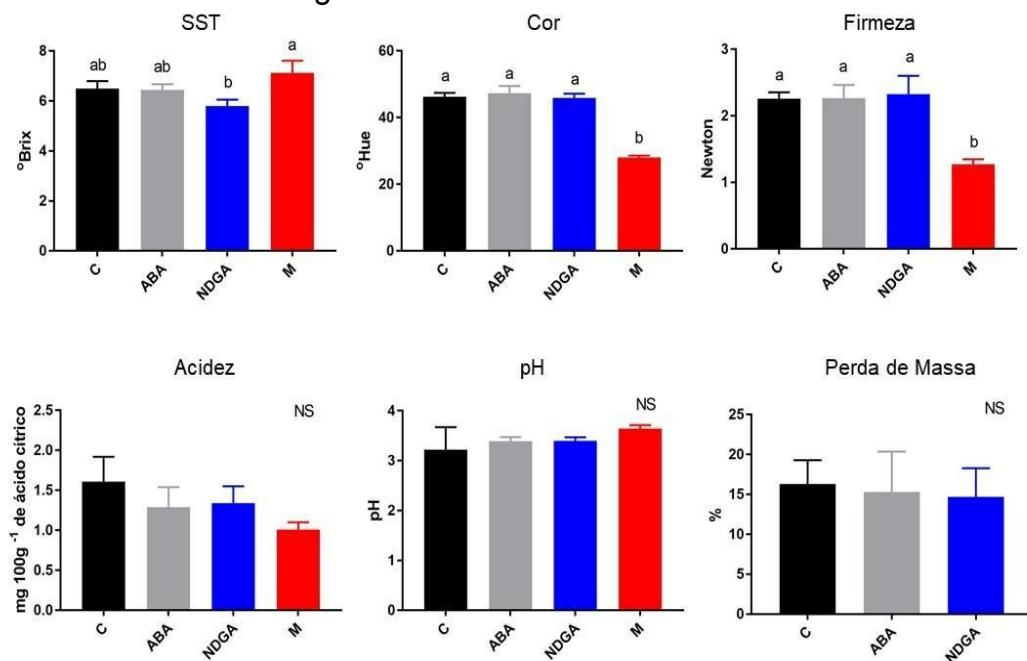


Figura 1 - Atributos de qualidade em morangos submetidos a tratamentos pós-colheita com ABA e NDGA, armazenados durante cinco dias a 20 °C e 80% de UR. C: controle, ABA: 100 µM de ABA, NDGA: 50 µM de NDGA, M: maturação *in vivo*. Resultados expressos em média ± desvio padrão. Letras iguais no mesmo gráfico não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). NS: não significativo.

Quanto aos parâmetros de qualidade funcional, o conteúdo de antocianinas totais foi afetado pela aplicação de NDGA, apresentando conteúdo significativamente menor do que o controle (17,6%) e os frutos tratados com ABA, enquanto os *in vivo* não diferiram em relação aos tratamentos pós-colheita.

Em relação ao conteúdo de compostos fenólicos totais, os morangos submetidos aos tratamentos pós-colheita (C, ABA, NDGA) sofreram maior acúmulo, o qual variou de 268,2 a 280,0 mg 100 g⁻¹ ácido gálico, já o tratamento M apresentou o menor conteúdo de compostos fenólicos totais (172,2 mg 100 g⁻¹ ácido gálico). De forma similar, os frutos C, ABA e NDGA apresentaram a maior atividade antioxidante, que variou o percentual de inibição de 79,8% a 87,9%, enquanto que o amadurecimento *in vivo* resultou em frutos com menor atividade antioxidante (55,4%) (Figura 2).

Figura 2 - Atributos de Qualidade Funcional

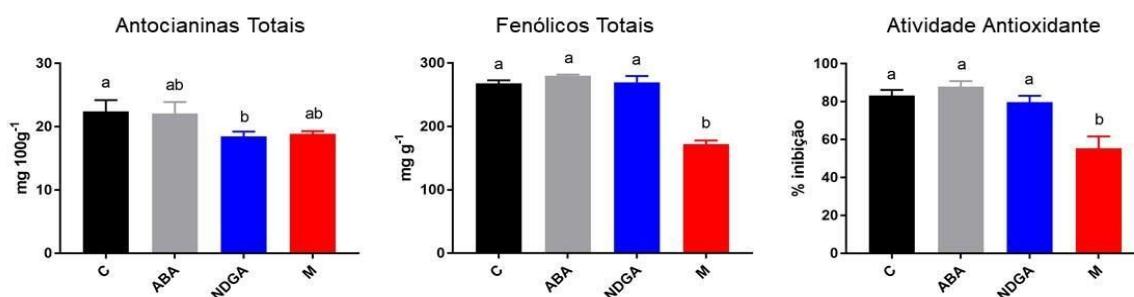


Figura 2 - Atributos de qualidade funcional (antocianinas totais, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante) dos morangos submetidos aos tratamentos pós-colheita com ABA e NDGA, armazenados durante cinco dias a 20 °C e 80 % de UR. C: controle, ABA: 100 µM de ABA, NDGA: 50 µM de NDGA, M: maturação *in vivo*. Resultados expressos em médias ± desvio padrão. Letras iguais no mesmo gráfico não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4. CONCLUSÕES

Morangos colhidos imaturos e submetidos aos tratamentos pós-colheita foram capazes de desenvolver coloração vermelha ao longo do armazenamento, isso ocorre devido ao incremento de antocianinas. Apesar do tratamento com ABA não ter apresentado acúmulo superior desses pigmentos, o seu inibidor, NDGA, resultou em frutos com menor acúmulo de antocianinas em relação ao controle e menor teor de SST em relação ao amadurecimento *in vivo*. Essa maturação pós-colheita se mostra atípica, pois resulta em frutos com maior firmeza, maior conteúdo de compostos fenólicos, atividade oxidante e tonalidade vermelha distinta dos frutos amadurecidos *in vivo*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. **Journal of Experimental Botany**, 53, p.2039–2055, 2002.

CHEN, J.; LIU, D.J.; JIANG, Y.; ZHAO, M.; SHAN, W.; KUANG, J.; LU, W. Molecular characterization of a strawberry FaASR Gene in relation to fruit ripening. **PlosOne**, 6, p.24649, 2011.

COOMBE, B. G. Research on development and ripening of the grape berry. **Am J Enol Vitic.** 43: 101–111. 1992.

DAVIES, C.; BOSS, P. K.; ROBINSON, S. P. Treatment of grape berries, a nonclimacteric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alters the expression of developmentally regulated genes. **Plant Physiol** 115: 1155–1161. 1997.

FAOSTAT, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **Dados de Cultivos**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>

GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. **Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol** 52: 725–749. 2001.

ZHANG, M.; LENG, P.; ZHANG, G.; LI, X. Cloning and functional analysis of 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase (NCED) genes encoding a key enzyme during abscisic acid biosynthesis from peach and grape fruits. **J Plant Physiol** 166: 1241–1252. 2009a.