

ORIGINAL ARTICLE

# Impacto do retardo do resfriamento na manutenção da qualidade de morangos 'San Andreas'

*Impact of cooling delay on quality preservation of 'San Andreas' strawberries*

Jéssica Mayumi Anami<sup>1\*</sup> , Cristiano André Steffens<sup>1</sup>, Raquel Carlos Fernandes<sup>1</sup>, Diana Carolina Lima Freitas<sup>1</sup>, Deysi Jhoana Camayo Mosquera<sup>1</sup>, Cassandro Vidal Talamini do Amarante<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Lages/SC - Brasil

\*Corresponding Author: Jéssica Mayumi Anami, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Av. Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro, CEP: 88520-000, Lages/SC - Brasil, e-mail: mayumi\_anami@yahoo.com.br

Cite as: Anami, J. M., Steffens, C. A., Fernandes, R. C., Freitas, D. C. L., Mosquera, D. J. C., & Amarante, C. V. T. (2022). Impact of cooling delay on quality preservation of 'San Andreas' strawberries. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, e2021119. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11921>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do retardo de resfriamento de morangos 'San Andreas' sobre a manutenção da qualidade dos frutos, bem como sobre os compostos fenólicos totais (CFT) e a atividade antioxidante total (AAT), após o armazenamento refrigerado. Os tratamentos consistiram no resfriamento nos tempos de 0 (controle, resfriamento imediato), 3, 6, 9 e 12 horas (em temperatura ambiente), após a colheita. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados sob refrigeração ( $4 \pm 0,5$  °C e  $92 \pm 2\%$  de UR), durante 5, 6, 7 e 8 dias, seguidos por mais 2 dias de exposição, em condição ambiente ( $20 \pm 2$  °C e  $65 \pm 5\%$  de UR). Os morangos com o maior retardo de resfriamento apresentaram maior perda de massa fresca, além de menor firmeza, a partir de 7 dias de armazenamento. De maneira geral, os menores valores de incidência e severidade de podridões foram observados nos frutos do tratamento com resfriamento imediato após a colheita, quando armazenados por 7 e 8 dias, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente. O retardo do resfriamento por até 6 horas não causa aumento de podridões até 5 dias de armazenamento refrigerado, mais 2 dias em condições ambiente. Os valores de CFT e AAT apresentaram aumento com o retardo de até 6 horas do resfriamento dos frutos, aos 6 dias de armazenamento seguidos por mais 2 dias em condições ambiente, e a AAT aumentou com o aumento do atraso no resfriamento dos frutos em até 12 horas, após 8 dias de armazenamento mais 2 dias em condições ambiente. O atraso no resfriamento causa perdas na qualidade dos frutos de morango, de acordo com o tempo de armazenamento.

**Palavras-chave:** Conservação; Cadeia de frio; Doenças; *Fragaria ananassa*; Polifenóis; Pós-colheita.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## Abstract

This work aimed to evaluate the effect of the cooling delay of 'San Andreas' strawberries on the maintenance of fruit quality, as well as on Total Phenolic Compounds (TPC) and Total Antioxidant Activity (TAA) after refrigerated storage. Treatments consisted of no cooling at times 0 (control, immediate cooling), 3, 6, 9 and 12 hours (at room temperature) after harvest. After application of the treatments, the fruits were stored under refrigeration ( $4 \pm 0.5$  °C and  $92 \pm 2\%$  RH) for 5, 6, 7 and 8 days, followed by a further 2 days of exposure in ambient conditions ( $20 \pm 2$  °C and  $65 \pm 5\%$  RH). Strawberries with the greatest cooling delay added significant loss of fresh mass, in addition to less firmness after 7 days of storage. In general, the lowest values of rot incidence and severity were observed in the fruits of the treatment with immediate cooling after harvest, when stored for 7 and 8 days, followed by 2 more days in ambient conditions. Delaying cooling for up to 6 hours did not cause increased decay for up to 5 days of refrigerated storage, plus 2 days at ambient conditions. The values of TPC and TAA showed a dissipation with a delay of up to 6 hours of cooling of the fruits, at 6 days of storage followed by another 2 days in ambient conditions, and the TAA increased with the increase of the delay in the cooling of the fruits in up to 12 hours, after 8 days of storage plus 2 days at ambient conditions. The delay in cooling could cause losses in strawberry fruit quality, according to storage time.

**Keywords:** Conservation; Cold chain; Decay; *Fragaria ananassa*; Polyphenols; Postharvest.

## 1 Introdução

A comercialização de morangos em mercados distantes do local de produção é dificultada pela alta perecibilidade do produto, decorrente da suscetibilidade ao desenvolvimento de agentes patogênicos e da sua intensa atividade metabólica (Cunha Junior et al., 2012). O principal método utilizado para minimizar a atividade metabólica e o desenvolvimento de podridões é o uso da refrigeração, em temperaturas entre 0 e 1 °C (Ávila et al., 2012). Por ser altamente perecível, recomenda-se o rápido resfriamento do morango a partir do momento em que são colhidos. Porém, por vezes, devido à distância entre os locais de produção e de embalagem/expedição, o resfriamento não pode ser executado rapidamente após a colheita, ocorrendo intervalo de tempo variável entre a colheita e o armazenamento, que pode ser de poucos minutos até várias horas. Esta última situação mostra-se notadamente importante em associação de produtores ou em empresas que comercializam volumes consideráveis do produto, mas que terceirizam parte ou toda a produção do morango.

A cultivar 'San Andreas' não é a mais cultivada, porém tem sido a mais procurada pelos produtores para realização de novos plantios (Fagherazzi et al., 2017). Ela possui frutos grandes, coloração vermelha brilhante, elevada firmeza de polpa e bom equilíbrio na relação SS/AT (Ruan et al., 2013). Essas características a tornam muito atraente perante o consumidor, sendo ideal para comercialização *in natura*.

O morango é um fruto considerado rico em antioxidantes naturais, com altas quantidades de vitaminas, minerais e compostos fenólicos. No grupo dos pequenos frutos, no qual está incluso o morango, cada espécie possui teores característicos e específicos de compostos fenólicos, constituídos principalmente por antocianinas, flavonóis e ácidos fenólicos, que são reconhecidos pela sua capacidade antioxidante (Teng et al., 2017; Wang et al., 2017; Dzhanezova et al., 2020). Devido à importância dos compostos bioativos dos frutos para a saúde humana, é necessário identificar as alterações na sua composição causadas pela cadeia de frio ineficiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo de retardo do resfriamento sobre a manutenção da qualidade, o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante de morangos 'San Andreas', após o armazenamento refrigerado (AR).

## 2 Material e métodos

Os morangos da variedade 'San Andreas', produzidos sob sistema convencional de cultivo, foram colhidos em pomar comercial, localizado no município de Lages-SC (27° 48' 58" S de latitude, 50° 19' 34" O de longitude e 884 m de altitude), na safra 2018, sendo realizada a colheita em fevereiro (colheita de verão), nas primeiras horas da manhã, evitando os momentos mais quentes do dia. Os frutos foram colhidos com 80% da superfície do fruto com cor vermelha. Após a colheita, os morangos foram acondicionados em bandejas de tereftalato de polietileno (PET) e recobertos com filme de policloreto de vinila (PVC).

Os tratamentos consistiram no resfriamento nos tempos de 0 (controle, resfriamento imediato), 3, 6, 9 e 12 horas (em temperatura ambiente), após a colheita. Os tratamentos avaliados foram resfriamento imediato (controle) e resfriamento após 3, 6, 9 e 12 horas em temperatura ambiente ( $20 \pm 2$  °C e UR de  $65 \pm 5\%$ ), após a colheita. Os morangos do tratamento com resfriamento imediato após a colheita foram acondicionados em caixa de poliestireno (170 L), com gelo, permanecendo por uma hora e meia, ocorrendo, durante este processo, resfriamento do fruto. Este foi o tempo transcorrido entre a embalagem e o transporte dos frutos ao laboratório, quando então foram submetidos ao resfriamento em ar ( $0,5 \pm 0,2$  °C e UR de  $92 \pm 2\%$ ) em câmara fria, até atingir a temperatura de 4 °C na polpa, medida por um termômetro colocado em um morango nas mesmas condições. Nos demais tratamentos, antes de serem submetidos ao resfriamento em ar na câmara fria, os morangos foram acondicionados em caixa de poliestireno com gelo durante o mesmo período, após permanecerem 3, 6, 9 e 12 horas em temperatura ambiente (tempos de retardo do resfriamento). Como o resfriamento em ar na câmara fria, devido à movimentação do ar, é mais rápido do que na caixa de poliestireno com gelo, este procedimento proporcionou a mesma condição de retirada de calor dos frutos, em todos os tratamentos. Os frutos foram armazenados em câmara fria a  $0,5 \pm 0,2$  °C (temperatura do ar) e umidade relativa de  $92 \pm 2\%$ , durante 5, 6, 7 e 8 dias, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente ( $20 \pm 2$  °C e UR de  $65 \pm 5\%$ ), simulando a vida de prateleira, quando então foram avaliados.

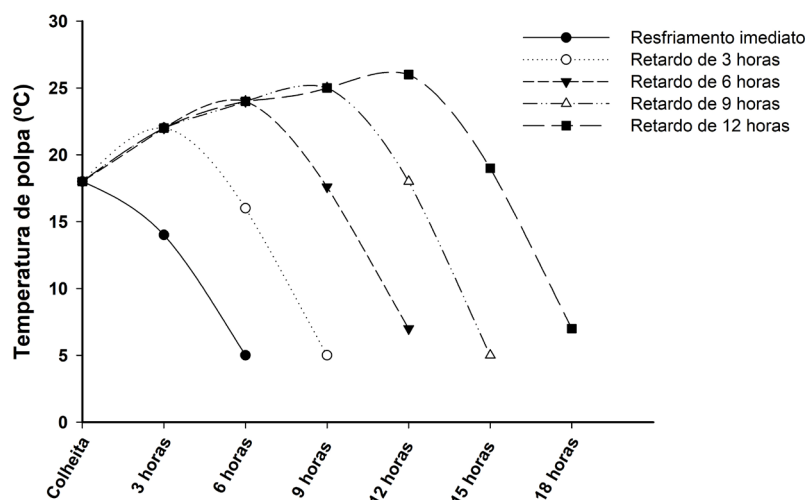
Os frutos foram avaliados quanto aos atributos de perda de massa, cor da epiderme ( $h^\circ$ ), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), firmeza, incidência e severidade de podridões, conteúdo de compostos fenólicos totais (CFT) e atividade antioxidante total (AAT). As avaliações de perda de massa, incidência (%) e severidade de podridões, cor da epiderme (L, C e  $h^\circ$ ), SS, AT, CFT e AAT foram realizadas conforme metodologia descrita em Soethe et al. (2016). As avaliações de CFT e AAT foram realizadas apenas nos frutos armazenados em câmara fria por 6 e 8 dias. A firmeza foi avaliada com um texturômetro eletrônico TAXT-Plus®, utilizando a ponteira modelo PS2, com 2 mm de diâmetro, a qual foi introduzida no fruto a uma profundidade de 10 mm, com os resultados expressos em newton (N). A severidade de podridões foi avaliada segundo uma escala de notas, em que: 1= até 25% do fruto com podridão; 2 = de 26 a 50%; 3 = de 51 a 75%; 4 = mais de 76% do fruto com podridão.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de 5 tratamentos, com 4 repetições, e unidade experimental constituída de 20 frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F ( $p < 0,05$ ). Quando os valores de F foram significativos, procedeu-se à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático ( $p < 0,05$ ).

## 3 Resultados e discussão

Na colheita, os frutos apresentaram  $h^\circ$  de 38,6, SS de 7,4 °Brix, AT de 0,27% de ácido cítrico e firmeza de 0,84 N.

No momento da colheita, os morangos apresentaram temperatura de 18 °C (Figura 1). Os frutos submetidos ao retardo de resfriamento de 3, 6, 9 e 12 horas apresentaram um aumento de temperatura na polpa, atingindo 22, 24, 25 e 26 °C, respectivamente. Este aumento da temperatura é natural, pois os frutos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, quando a temperatura ambiente estava mais amena. Ao final do resfriamento, os frutos apresentaram temperaturas de polpa entre 4 e 5,5 °C, quando então foram armazenados.

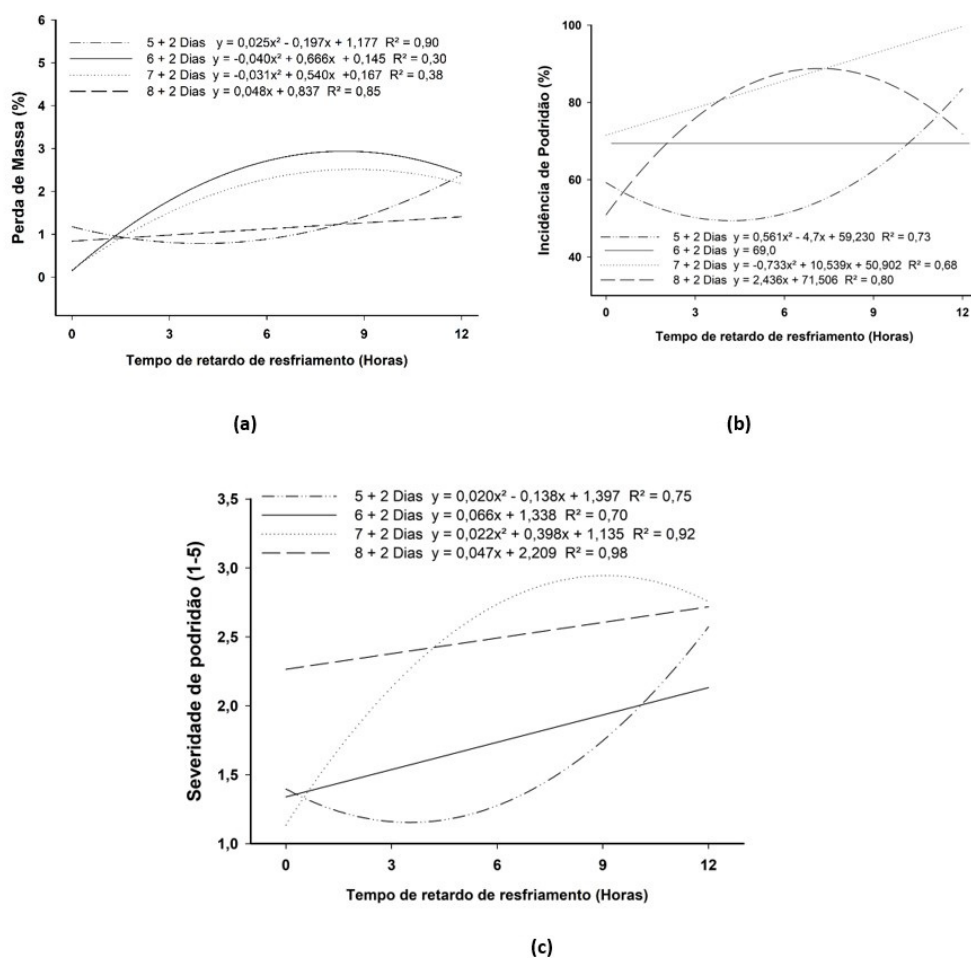


**Figura 1.** Temperaturas da polpa dos morangos 'San Andreas' entre a colheita e o final do resfriamento.

O resfriamento imediato dos frutos após a colheita causou, em todos os tempos de armazenamento, menores valores de perda de massa fresca (MF) (1,12%; 0,79%; 0,67%, e 0,80%, respectivamente, aos 5, 6, 7 e 8 dias de armazenamento, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente), enquanto os maiores valores foram observados para o retardo de 12 horas para o resfriamento (1,36%; 2,50%; 1,33%, e 1,28%, respectivamente, aos 5, 6, 7 e 8 dias de armazenamento, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente) (Figura 2a). De acordo com García et al. (1998), os morangos perdem valor comercial quando a perda de massa é superior a 6%. Como as condições de armazenamento foram idênticas para todos os tratamentos, após a realização do resfriamento dos frutos, as diferenças encontradas para perda de MF foram causadas pelas condições durante o intervalo entre a colheita e o resfriamento. Nos tratamentos com maior retardo do resfriamento, houve maior déficit de pressão de vapor entre o fruto e o ar até o resfriamento dos frutos, o que causou maior perda de água por transpiração. Todavia, Kelly et al. (2019), em morangos 'Florida Radiance' armazenados durante 7 dias, não observaram diferença de perda de MF entre o rápido resfriamento e o atraso de 2 e 4 horas do resfriamento em frutos colhidos com  $h^{\circ}$  (35,6), similarmente aos frutos do presente trabalho, com  $h^{\circ}$  (38,6). Os autores observaram perda de MF de aproximadamente 4%, valor superior ao observado no presente trabalho. É possível que a diferença observada entre esses resultados e o do presente trabalho esteja relacionada ao tipo de embalagem utilizada (PET com tampa, de capacidade de 453 g) e à quantidade de frutos na embalagem (15 frutos), no trabalho de Kelly et al. (2019). Considerando o peso médio dos frutos da cultivar Florida Radiance (21 a 23 g) (Chandler et al., 2009), a embalagem utilizada poderia conter 21 frutos. No presente trabalho, foi utilizada embalagem PET recobertas com filme de PVC, que se moldou aos frutos e reduziu o espaço livre no interior da embalagem, e, conseqüentemente, reduziu o déficit de pressão de vapor.

Aos 5 dias de AR, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente, o retardo do resfriamento dos frutos em até 6 horas não apresentou aumento na incidência de podridões, em relação ao resfriamento imediato. Contudo, com um período superior a 6 horas de retardo do resfriamento, houve grande incremento na incidência de podridões, atingindo os maiores valores no tratamento com 12 h de retardo. Não houve efeito do retardo do resfriamento dos frutos sobre a variável incidência de podridões nos frutos armazenados por 6 dias de AR seguidos de 2 dias em condições ambiente. Já aos 8 dias de AR mais 2 dias em condições ambiente, houve um grande incremento na incidência de podridões até 6 horas de retardo na realização do resfriamento dos frutos, mantendo pouca variação entre 6 e 9 horas de retardo, atingindo valores acima de 90% dos frutos podres (Figura 2b).

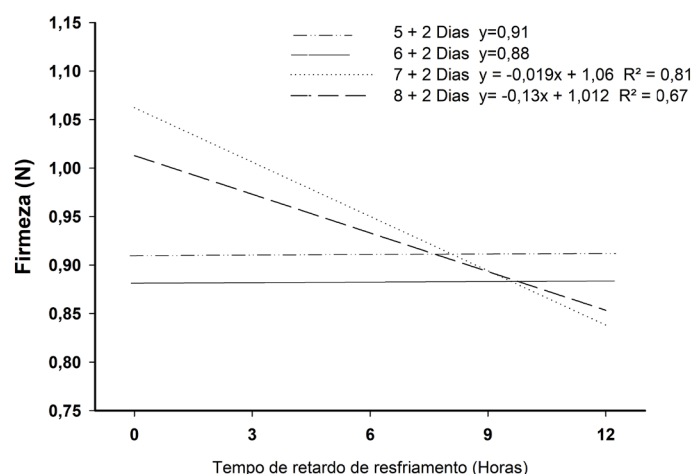
O mesmo ocorre com a severidade de podridões. Observou-se que, após 5 dias de AR, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente, o retardo do resfriamento dos frutos em até 6 horas não apresentou aumento na severidade de podridões, em relação ao resfriamento imediato. Contudo, a severidade de podridões aumentou linearmente com o incremento no retardo do resfriamento dos frutos (Figura 2c). Aos 7 dias de AR seguidos de 2 dias em condições ambiente, houve um incremento na severidade de podridões até 6 horas de retardo, seguido de menor aumento entre 6 e 9 horas de retardo. De acordo com Han et al. (2017), o pré-resfriamento prolonga a vida pós-colheita de pequenos frutos por reduzir a incidência e a severidade de podridões.



**Figura 2.** Perda de massa fresca (a) e incidência (b) e severidade (c) de podridões em morangos 'San Andreas' submetidos a diferentes tempos de retardo de resfriamento e armazenados durante 5, 6, 7 e 8 dias a  $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$  e  $92 \pm 2\%$  de UR, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e UR de  $65 \pm 5\%$ ).

Aos 5 e 6 dias de AR seguidos de 2 dias em condições ambiente, não houve efeito do retardo do resfriamento sobre a firmeza. Aos 7 e 8 dias de armazenamento mais 2 dias em condições ambiente, ocorreu decréscimo na firmeza com incremento no retardo do resfriamento (Figura 3). Para os períodos de 7 e 8 dias de armazenamento, respectivamente, os frutos resfriados imediatamente após a colheita apresentaram força para penetração de 1,08 N e 0,99 N, e os submetidos a 12 h de retardo no resfriamento apresentaram 0,81 N e 0,80 N. Nunes et al. (1995) observaram, após 7 dias de armazenamento, que morangos resfriados imediatamente após a colheita apresentaram firmeza maior do que frutos submetidos ao retardo de 6 horas do resfriamento. Han et al. (2017) também observaram que o resfriamento rápido mantém maior firmeza dos frutos. Brackmann et al. (2011) relataram que melões Cantaloupe 'Hy Mark' submetidos a retardamento do resfriamento apresentaram perda significativa da firmeza da polpa em relação aos frutos imediatamente

resfriados após a colheita. O retardo do resfriamento dos frutos permite um metabolismo celular mais intenso, durante o período de exposição a temperaturas mais elevadas, o que implica em maior atividade de enzimas hidrolíticas de parede celular, causando maior redução da firmeza de polpa (Hackbarth et al., 2017). O atraso no resfriamento compromete a qualidade de diversos produtos hortícolas, diminuindo o nível de aceitação pelos consumidores no momento da compra nos supermercados (Li et al., 2015), sendo a firmeza do fruto um atributo de extrema importância para a qualidade de morangos (Doving et al., 2008).



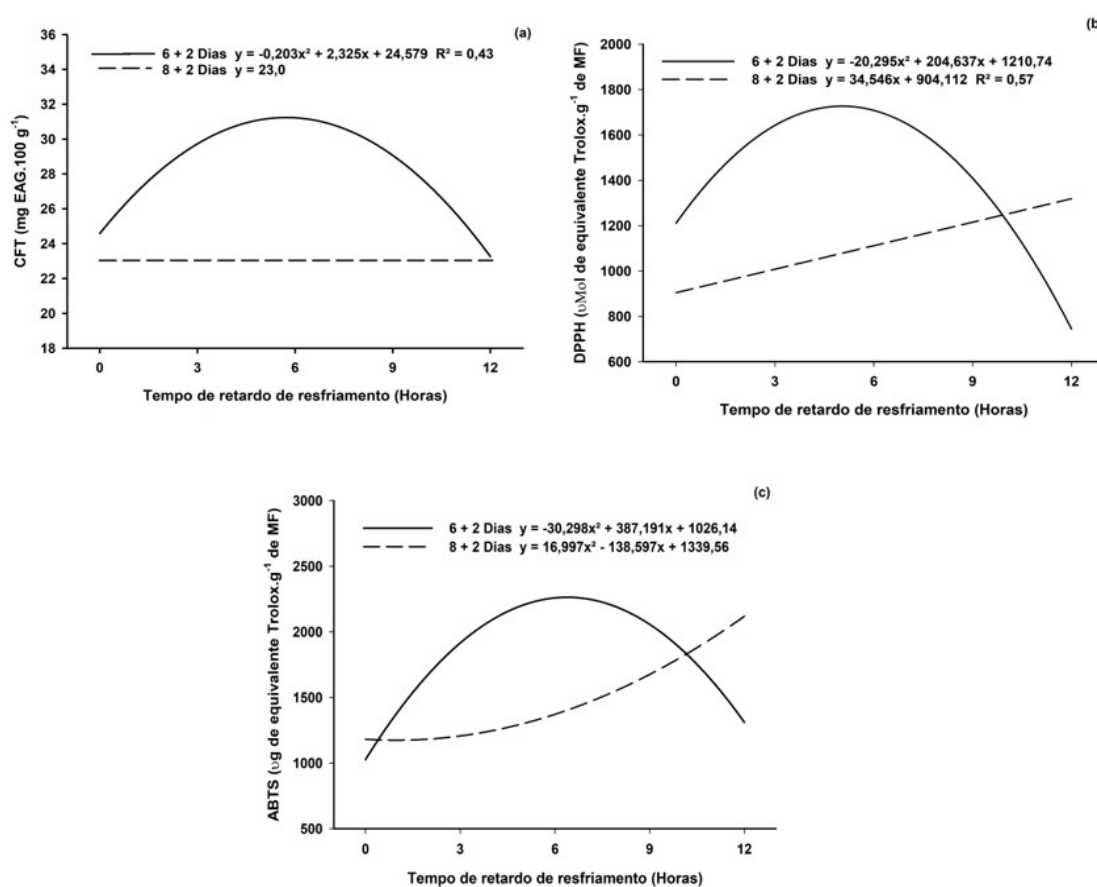
**Figura 3.** Firmeza em morangos 'San Andreas' submetidos a diferentes tempos de retardo de resfriamento e armazenados, após o resfriamento, durante 5, 6, 7 e 8 dias a  $4 \pm 2$  °C e  $92 \pm 2\%$  de UR, seguidos por mais 2 dias em condições ambiente ( $20 \pm 2$  °C e UR de  $65 \pm 5\%$ ).

Para os 6 dias de armazenamento mais 2 dias em condições ambiente, os frutos submetidos ao resfriamento imediato apresentaram teor de CFT de  $22,8 \text{ mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$  de MF, ocorrendo um aumento nos valores com o retardo do resfriamento de até 6 horas, atingindo valores de  $35,1 \text{ mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$  de MF, seguido de um decréscimo com maior tempo de retardo, proporcionando valores de  $23,3 \text{ mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$  de MF, com o retardo de 12 horas. Kelly et al. (2019) observaram que, comparado com frutos imediatamente refrigerados, o atraso de 2 horas no resfriamento dos frutos incrementou o teor de CFT; porém, após 6 horas de retardo, houve uma diminuição. Martins (2015) observou menores teores de CFT nos frutos submetidos a 8 h de atraso, quando comparados com os teores de CFT dos frutos submetidos aos demais tempos de retardo, apresentando resultados similares ao do presente trabalho. É possível que condições adversas de manejo pós-colheita, como o atraso no resfriamento dos frutos, possam induzir a síntese de compostos fenólicos como uma resposta de estresse (Kelly et al., 2019). Todavia, em maiores tempos de retardo do resfriamento (> 6 horas), ocorreu redução dos CFT, o que pode ser decorrente do estágio de maturação mais avançado desses frutos, pois as condições de armazenamento que causaram maior avanço no estágio de maturação de morangos 'Florida Radiance' proporcionaram o menor conteúdo de CFT (Kelly et al., 2019). Na avaliação realizada aos 8 dias de armazenamento seguidos por mais 2 dias em condições ambiente, não houve efeito do retardo do resfriamento dos frutos sobre o conteúdo de compostos fenólicos totais.

A AAT, pelos métodos DPPH e ABTS, aos 6 dias de armazenamento seguidos por mais 2 dias em condições ambiente, aumentou até próximo de 6 horas de retardo do resfriamento, seguido por um decréscimo (Figuras 4b e 4c). Para a AAT pelo método DPPH, o resfriamento imediato exibiu valores médios de  $1.206,8 \mu\text{g}$  de equivalente Trolox. $\text{g}^{-1}$  de MF, atingindo um ponto máximo no tratamento com atraso de 6 horas para o início do resfriamento, com  $1.869,3 \mu\text{g}$  de equivalente Trolox. $\text{g}^{-1}$  de MF e decaindo para  $801,5 \mu\text{g}$  de equivalente Trolox. $\text{g}^{-1}$  de MF com 12 horas de retardo (Figura 4b). Já pelo método ABTS, o resfriamento imediato apresentou valores baixos de AAT,  $638,9 \mu\text{g}$  de equivalente Trolox. $\text{g}^{-1}$  de MF, atingindo um ponto

máximo quando submetido a um atraso de 3 horas para início do resfriamento, 2.875,0  $\mu\text{g}$  de equivalente Trolox. $\text{g}^{-1}$  de MF, decaindo para 1.511,1  $\mu\text{g}$  de equivalente Trolox. $\text{g}^{-1}$  de MF com retardo de 12 horas (Figura 4c). Os resultados do presente trabalho corroboram com os obtidos por Martins (2015), que também observou um aumento na AAT com o atraso no resfriamento dos frutos em até 6 horas, com decréscimo nos valores após 8 horas de atraso do resfriamento.

Aos 8 dias, o comportamento da atividade antioxidante em relação ao tempo de retardo de resfriamento foi contrário ao encontrado aos 6 dias, em ambos os métodos de quantificação. No método de ABTS, os valores foram aumentando gradativamente até o retardo de 12 horas, em que se apresentavam valores de atividade antioxidante duas vezes maiores que os valores encontrados nos frutos com o resfriamento imediato. Já no método DPPH, há um aumento na quantidade de atividade antioxidante com o acréscimo do tempo de retardo, representada por uma integração linear. Martins (2015) observou que a atividade antioxidante foi aumentando ao longo dos tempos de atraso, ao avaliar o retardo de resfriamento de 2, 4, 6 e 8 horas.



**Figura 4.** Valores de compostos fenólicos totais (a) e de atividade antioxidante total quantificada pelos métodos DPPH (b) e ABTS (c) em morangos 'San Andreas' submetidos a diferentes tempos de retardo de resfriamento e armazenados durante 6 dias a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $92 \pm 2\%$  de UR seguidos por mais 2 dias em condições ambiente ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e UR de  $65 \pm 5\%$ ).

## 4 Conclusão

Para morangos 'San Andreas' armazenados sob refrigeração por até 8 dias, o atraso no resfriamento aumenta a perda de massa e de firmeza, além de aumentar a incidência e severidade de podridões. Entretanto, há um incremento nos valores de CFT e AAT de acordo com o aumento do tempo de armazenamento.

## Referências

- Ávila, J. M. M., Toralles, R. P., Cantillano, R. F. F., Peralba, M. C. R., & Pizzolato, T. M. (2012). Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. *Ciência Rural*, 42(12), 2265-2272. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000115>
- Brackmann, A., Anese, R. O., Giehl, R. F. H., Weber, A., Eisermann, A. C., & Sestari, I. (2011). Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'. *Bragantia*, 70(3), 672-676. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000300024>.
- Chandler, C. K., Santos, B. M., Peres, N. A., Jouquand, C., Plotto, A., & Sims, C. A. (2009). 'Florida Radiance' strawberry. *HortScience*, 44(6), 1769-1770. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI.44.6.1769>
- Cunha Junior, L. C., Jacomino, A. P., Ogassavara, F. O., Trevisan, M. J., & Parisi, M. C. M. (2012). Armazenamento refrigerado de morango submetido à altas concentrações de CO<sub>2</sub>. *Horticultura Brasileira*, 30(4), 688-694. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000400020>
- Doving, A., Mage, F., & Vestrheim, S. (2008). Methods of testing strawberry fruit firmness. *Small Fruits Review*, 4(2), 11-34. [http://dx.doi.org/10.1300/J301v04n02\\_03](http://dx.doi.org/10.1300/J301v04n02_03)
- Dzhanfezova, T., Barba-Espín, G., Müller, R., Joernsgaard, B., Hegelund, J. N., Madsen, B., Larsen, D. H., Martínez Vega, M., & Toldam-Andersen, T. B. (2020). Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch) genetic resource collection. *Food Bioscience*, 36, 100620-100646. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100620>
- Fagherazzi, A. F., Grimaldi, F., Kretzschmar, A. A., Molina, A. R., Gonçalves, M. A., Antunes, L. E. C., Baruzzi, G., & Rufato, L. (2017). Strawberry production progress in Brazil. *Acta Horticulturae*, (1156), 937-940. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.138>
- García, J. M., Medina, R. J., & Ollas, J. M. (1998). Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. *Journal of Food Science*, 63(6), 1037-1041. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15849.x>
- Hackbarth, C., Steffens, C. A., Amarante, C. V. T., Stanger, M. C., & Brackmann, A. (2017). Postharvest quality of 'Galaxy' apples submitted to the treatment with 1-MCP and different cooling times between harvest and cold storage. *Ciência Rural*, 47, e20160926. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160926>
- Han, Q., Gao, H., Chen, H., Fang, X., & Wu, W. (2017). Precooling and ozone treatments affects postharvest quality of black mulberry (*Morus nigra*) fruits. *Food Chemistry*, 221, 1947-1953. PMID:27979184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.152>
- Kelly, K., Madden, R., Emond, J. P., & Nunes, M. C. N. (2019). A novel approach to determine the impact level of each step along the supply chain on strawberry quality. *Postharvest Biology and Technology*, 147, 78-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.09.012>
- Li, L., Lichter, A., Kenigsbuch, D., & Porat, R. (2015). Effects of cooling delays at the wholesale market on the quality of fruit and vegetables after retail marketing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2533-2547. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.12504>
- Martins, A. M. B. (2015). *Efeito do atraso do arrefecimento na qualidade de frutos de morango e framboesa* (Dissertação de mestrado). Universidade do Algarve, Portugal.
- Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M. B., & Sargent, S. A. (1995). Physical, and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biology and Technology*, 6(1-2), 17-28. [http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)00048-W](http://dx.doi.org/10.1016/0925-5214(94)00048-W)
- Ruan, J., Lee, Y. H., & Yeoung, Y. R. (2013). Flowering and fruiting of day-neutral and everbearing strawberry cultivars in high-elevation for summer and autumn fruit production in Korea. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 54(2), 109-120. <http://dx.doi.org/10.1007/s13580-013-0185-9>
- Soethe, C., Steffens, C. A., Amarante, C. V. T., Martin, M. S., & Bortolini, A. J. (2016). Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras pretas 'Tupy' e 'Guarani' armazenadas a diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(8), 950-957. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800007>
- Teng, H., Fang, T., Lin, Q., Song, H., Liu, B., & Chen, L. (2017). Red raspberry and its anthocyanins: Bioactivity beyond antioxidant capacity. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 153-165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.015>
- Wang, H., Guo, X., Hu, X., Li, T., Fu, X., & Liu, R. H. (2017). Comparison of phytochemical profiles, antioxidant and cellular antioxidant activities of different varieties of blueberry (*Vaccinium* spp.). *Food Chemistry*, 217, 773-781. PMID:27664697. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.002>

---

Financiamento: Nenhum.

---

Received: June 29, 2021; Accepted: Mar. 24, 2022

Section Editor: Mateus Petrarca.