

CONSERVAÇÃO DE MORANGO TRATADO COM CHOQUE TÉRMICO

Sidiane Coltro-Roncato^{1*}; Cristiane Claudia Meinerz¹; Viviane Marcela Celant¹; Laline Broetto¹; João Alexandre Lopes Dranski¹; Edilaine Della Valentina Gonçalves¹; Omari Dangelo Forlin Dildey¹; Gilberto Costa Braga²

SAP 11727 Data envio: 07/04/2015 Data do aceite: 22/05/2015
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 209-214, 2016

RESUMO - Choque térmico tem sido estudado como método auxiliar de conservação de morangos. A eficiência no controle microbiológico e aumento da vida útil deste método por imersão dos frutos em água aquecida foi comprovada, e choque térmico com ar aquecido pode ser uma alternativa viável na conservação de morangos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do choque térmico com ar aquecido na composição química e na conservação de morangos 'Dover'. Os frutos foram tratados termicamente em estufa de ar aquecido a 45 °C por 3 h e depois armazenados a 5 °C. As análises foram realizadas após intervalos de 1, 7 e 14 dias de armazenamento refrigerado, e após estes períodos, os morangos também foram analisados após 2 dias a 20 °C. Compostos fenólicos totais, antocianinas, ácido ascórbico, acidez titulável, sólidos solúveis, perda de massa e incidência de fungos foram avaliados. De acordo com os resultados, o tratamento térmico favoreceu o conteúdo de fenólicos totais dos morangos, mas não o conteúdo de antocianinas. O tratamento térmico inibiu o desenvolvimento de patógenos nos morangos durante o armazenamento, mas não apresentou influência sobre a perda de massa fresca. Esse estudo mostrou que não houve aumento da vida útil dos morangos, ficando limitado aos sete dias de armazenamento refrigerado.

Palavras-chave: antocianinas, fenólicos totais, *Fragaria x ananassa* Duch., patógenos, pós-colheita.

CONSERVATION OF STRAWBERRY TREATED WITH HEAT SHOCK

ABSTRACT - Thermal shock have been studied as an auxiliary method of strawberries preservation. The efficiency of microbiological control and increasing in the useful life of thermal shock with heated water was proven, and the thermal shock with heated air can be more feasible to conserve strawberries. This study aimed to evaluate the effect of thermal shock with heated air in the chemical composition and conservation of strawberry 'Dover'. The fruits were heat treated in an oven with heated air at 45 °C for 3 h, and then stored at 5 °C. Analyses were performed after intervals of 1, 7 and 14 days of refrigerated storage, and after these periods, the strawberries were also analyzed after 2 days at 20 °C. Phenolic compounds, anthocyanins, ascorbic acid, titratable acidity, soluble solids, mass loss and incidence of fungi were evaluated. According to the results, the heat treatment favored a total phenolic content of strawberries, but not the contents of anthocyanins. Heat treatment inhibited the development of pathogens on strawberries during storage, but had no effect on mass loss. This study showed no increase in the useful life of strawberries, being limited to seven days of refrigerated storage.

Key words: anthocyanins, phenolic content, *Fragaria x ananassa* Duch., pathogens, post-harvest.

INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) apresenta elevada atividade metabólica pós-colheita e padrão respiratório não-climatérico. Somado a isso, sua elevada fragilidade física e grande suscetibilidade a agentes patogênicos condicionam a elevada perecibilidade deste fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A crescente demanda do consumidor por produtos isentos de pesticidas químicos, tem requerido atenção especial no manejo, desde o início da cultura até a pós-colheita de morangos. O desenvolvimento de métodos alternativos de conservação, auxiliares ao armazenamento refrigerado e que agreguem segurança ao produto, tem sido alvo de várias pesquisas.

Uma vez que, o uso de fungicidas químicos tem sido um dos principais métodos auxiliares de conservação do morango (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2008).

Tratamentos com choque térmico têm sido estudados como método auxiliar de conservação pós-colheita de morangos (LARA et al., 2006; VICENTE et al., 2006; ZHANG et al., 2007; SHAFIEE et al., 2010), e pode ser uma alternativa promissora para substituir ou reduzir o uso de fungicidas em morangos armazenados. Um moderado estresse no fruto causado por choque térmico mobiliza respostas de defesa antioxidante e induz alterações no metabolismo do fruto, e isso pode aumentar o período de armazenamento de frutos. A produção de

¹Discentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: scoltr@hotmail.com; crismeinerz@hotmail.com; vivicelant@hotmail.com; lalineb@hotmail.com; joaodranski@yahoo.com.br; edilainevalentina@gmail.com e omaridildey@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UNIOESTE. E-mail: gcb1506@gmail.com

enzimas antioxidantes, inativadoras de radicais livres, mantêm sob controle intracelular os níveis de radicais de oxigênio danosos às células (VICENTE et al., 2006).

Compostos bioativos, como ácido ascórbico, flavonóides e outros compostos fenólicos presentes no morango apresentam propriedades antioxidantes sequestradoras de radicais livres presentes nas células, como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), superóxido (O_2^-) e oxigênio singlete (1O_2) (ASARD et al., 2004). No entanto, após a colheita é normal a ocorrência de perda das propriedades antioxidantes e incapacidade de manutenção celular, conduzindo o órgão à senescência através de reações de deterioração da cor, textura, sabor e composição nutricional (SHIN et al., 2007; QUINATO et al., 2007).

A eficiência do choque térmico por imersão em água aquecida tem sido comprovada na extensão da vida útil de morangos. Contudo, a aplicação de choque térmico com ar aquecido foi pouco testado em morangos, e sua eficácia precisa ser melhor esclarecida. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do tratamento térmico com ar aquecido na composição química e conservação de morangos 'Dover' durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados morangos "Dover" produzidos em sistema orgânico no município de Marechal Cândido Rondon, PR, localizado a 24° 26' de latitude sul e 53° 57' de longitude oeste e 420 m de altitude. Os frutos foram colhidos com 75% da cor vermelha superficial e depois selecionados aqueles sadios e com tamanho e cor uniformes.

Cada amostra experimental foi constituída de 10 frutos acondicionados em bandeja de poliestireno expandido. As amostras foram submetidas ao tratamento térmico com ar aquecido em estufa a 45 °C por 3 h, o controle foram morangos não tratados. Depois foram embalados com filme plástico de PVC, com espessura de 0,10 micras e armazenados em câmara climatizada a 5 °C \pm 2 °C e 60-65% de UR. As amostragens ocorreram em intervalos de 1, 7 e 14 dias de armazenamento refrigerado e ocorreu também, para morangos com 1, 7 e 14 dias de armazenamento refrigerado e transferidos para outro ambiente com temperatura de 20 °C e umidade relativa de 70-75% por 2 dias. Depois, as amostras foram congeladas e armazenadas a -24 °C até as análises químicas.

A concentração de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinada por titulação com diclorofenol-2,6-indofenol sal sódico (BENASSI; ANTUNES, 1988). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método colorimétrico utilizando o reativo de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999) e leitura em espectrofotômetro a 760 nm, sendo os resultados expressos em mg equ. ác. gálico g^{-1} . A concentração de antocianinas foi determinada em espectrofotômetro a 537 nm, sendo as amostras (1 g) extraídas em 3 mL de solução (80 mL de acetona e 20 mL de tampão Tris-HCl 0,025 M), e filtradas, e os resultados obtidos expressos em mg antocianinas totais gpf^{-1} (SIMS; GAMON, 2002). O teor de sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$) e acidez titulável (g ácido cítrico $100 g^{-1}$)

foram analisados segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005). A variação de massa (%) foi determinada em balança semi-analítica por diferença entre a massa inicial e a de cada intervalo de armazenamento. A incidência de patógenos (fungos) foi realizada por leitura visual e expressa em porcentagem (%) de frutos atacados (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006). A identificação dos fungos foi realizada por microscopia a partir do isolamento e cultivo em meio de cultura segundo Franco e Landgraf (1996).

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições. O teste de normalidade, a análise de variância e a comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$) foram realizadas com o programa estatístico SAEG 9.1 (RIBEIRO JR., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ácido ascórbico (Figura 1), diferenças significativas foram observadas entre o tratamento térmico e controle somente aos 14 dias de armazenamento, tanto para o refrigerado assim como mais 2 dias a 20 °C. Em ambas as condições de armazenamento, os morangos tratados termicamente apresentaram conteúdo de ácido ascórbico inferior ao controle. Entretanto, os resultados sugerem que o tratamento térmico não influenciou o conteúdo de ácido ascórbico dos morangos, pois não houve diferenças significativas nos dois períodos iniciais de armazenamento.

A via de reciclagem do ácido ascórbico na célula envolve a recuperação do L-ascorbato por enzimas redutases (monodeidroascorbato e deidroascorbato redutase), que são expressas geneticamente em resposta à estresses oxidativos (WANG et al., 2006), como o choque térmico. Entretanto, em condições normais, o ácido ascórbico tende a diminuir com a maturação e durante o armazenamento de muitas hortícolas, devido à atuação direta da enzima ascorbato oxidase ou pela ação de outras enzimas, como as peroxidases (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os conteúdos de fenóis totais e antocianinas dos morangos tratados termicamente e durante o armazenamento refrigerado são mostrados na Figura 2. Após 24 h do tratamento com choque térmico (1º dia) e para ambas as condições de armazenamento, morangos tratados termicamente apresentaram conteúdos de fenólicos totais significativamente superiores aos não tratados (controle), em 31,63% para o armazenamento refrigerado e 34,17% para armazenamento refrigerado mais 2 dias a 20 °C, sugerindo que o tratamento com choque térmico induziu maior síntese de fenólicos neste período.

Aos 7 e 14 dias de armazenamento, morangos do controle (não tratados) exibiram maiores conteúdos de compostos fenólicos totais, dando indícios de que nesses períodos, os morangos tratados com choque térmico tiveram menor estresse fisiológico. Porém estresses fisiológicos também podem influenciar as vias de oxidações de compostos fenólicos preexistentes relacionados ao escurecimento e perda do valor nutricional do fruto.

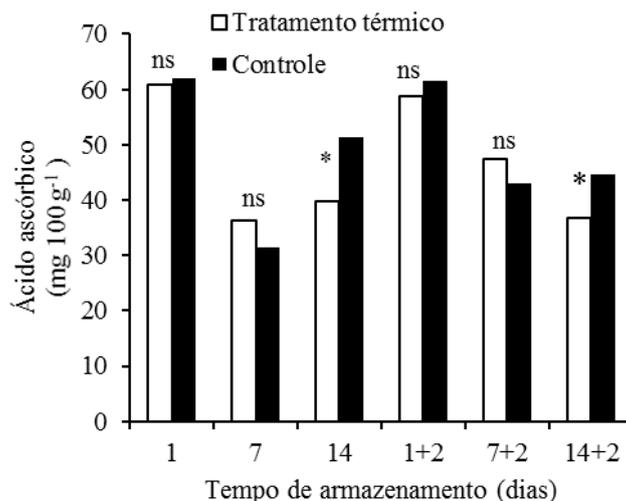


FIGURA 1 - Ácido ascórbico em morangos tratados termicamente (45 °C/3 h) durante armazenamento a 5 °C por 1, 7 e 14 dias e mais 2 dias a 20 °C. * e ns: significativo e não significativo a $p < 0,05$, respectivamente.

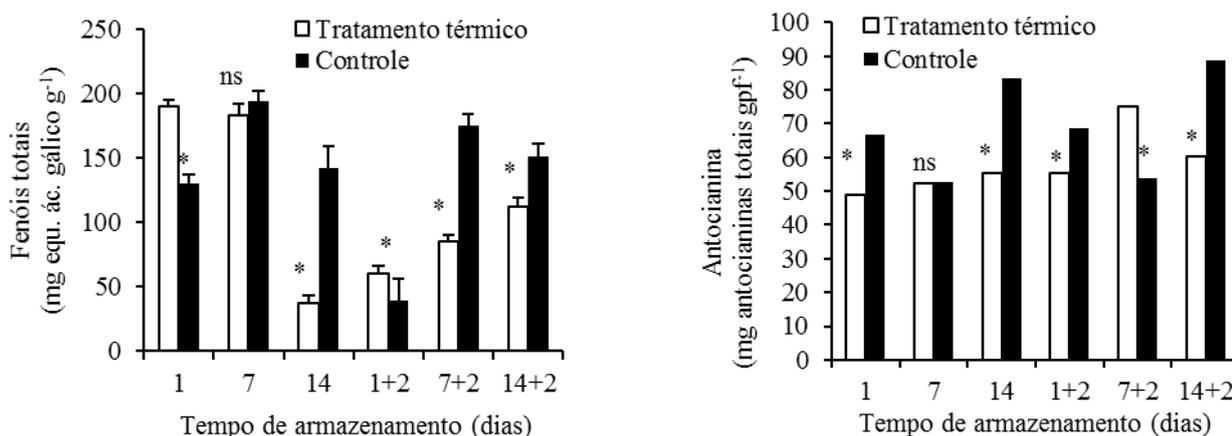


FIGURA 2 - Compostos fenólicos e antocianinas totais em morangos tratados termicamente (45 °C/3 h) durante armazenamento a 5 °C por 1, 7 e 14 dias e mais 2 dias a 20 °C. * e ns: significativo e não significativo a $p < 0,05$, respectivamente. gpf: grama de peso fresco.

Morangos tratados termicamente apresentaram menor conteúdo de antocianinas totais no primeiro e aos 14 dias de armazenamento, em ambas as condições de temperatura (Figura 2), sugerindo que o choque térmico contribuiu com maiores níveis de degradação de compostos antociânicos. O principal emprego biológico atribuído às antocianinas é a atividade antioxidante. Polpas de frutas que não os contêm, como o abacaxi, a graviola, o cupuaçu e o maracujá, mostraram valores menores de atividade antioxidante (KUSKOSKI et al., 2006).

O teor de antocianinas no morango também é importante para avaliar o estágio de amadurecimento dos pseudofrutos (CORDENUNSI et al., 2005), sendo pelargonidina-3-glicosídeo a principal antocianina, juntamente com cianidina-3-glicosídeo e pelargonidina-3-rutinosídeo, estas últimas em menor quantidade (ZHENG et al., 2007; SILVA et al., 2007). As antocianinas são

flavonóides e possuem propriedades antioxidantes, pois são carreadores diretos de radicais livres, e desta forma desempenham um papel importante na prevenção de doenças humanas (VOLP et al., 2008).

O efeito do tratamento térmico com ar aquecido sobre a incidência de fungos patogênicos nos morangos é apresentado na Figura 3. Fungos *Rhizopus stolonifer* e *Penicillium* sp. foram identificados no presente trabalho. A incidência de fungos foi significativamente menor em morangos tratados com ar aquecido. Aos 14 dias de armazenamento refrigerado, apenas 5% dos morangos tratados apresentaram desenvolvimento de fungos, enquanto morangos não tratados tiveram 50% de incidência. Entretanto, aos 7 dias de armazenamento foi observado desenvolvimento de fungos quando os morangos foram analisados após 2 dias a 20 °C, mas com incidência significativamente menor nos morangos

tratados termicamente ($p < 0,05$). Aos 14 dias de armazenamento refrigerado mais 2 dias a 20 °C, morangos tratados também apresentaram desenvolvimento de fungos

(pouco mais de 20%), mas significativamente inferior aos não tratados.

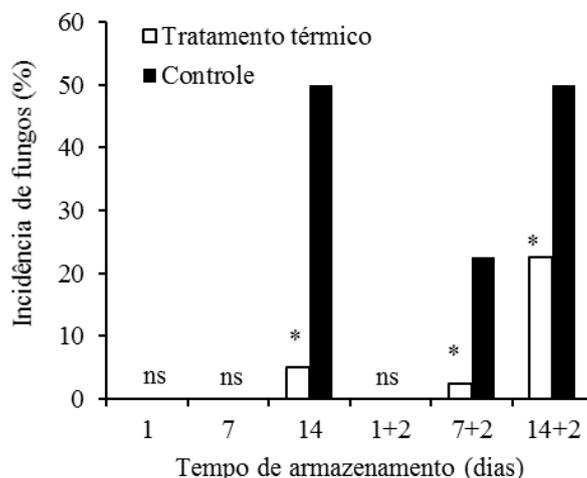


FIGURA 3 - Incidência de fungos em morangos tratados termicamente (45 °C/3 h) durante armazenamento a 5 °C por 1, 7 e 14 dias e mais 2 dias a 20 °C. * e ns: significativo e não significativo a $p < 0,05$, respectivamente.

Os resultados mostram que houve inibição do desenvolvimento de patógenos nos morangos tratados termicamente, e isso ficou evidente tanto durante a refrigeração, quanto depois de retirados da refrigeração e expostos a 20 °C por 2 dias. Tratamentos térmicos podem apresentar efeito inibitório direto sobre o desenvolvimento de fungos, pois seus esporos estão na superfície ou nas primeiras camadas de células das frutas e sofrem o efeito do calor. Além disso, o estresse provocado pelo tratamento térmico no morango pode modular sistemas de defesa antioxidantes das células, tornando o órgão mais resistente ao desenvolvimento de fungos (VICENTE et al., 2006).

Tratamentos com ar quente atuam diretamente sobre o patógeno, através da inibição da germinação do esporo, alongamento do tubo germinativo e crescimento micelial, e podem melhorar a resistência do fruto através da indução de enzimas relacionadas à defesa, tais como, peroxidase, polifenoloxidase, β -1,3-glucanase e quitinase (WANG et al., 2010).

Zhang et al. (2007) avaliaram morangos imersos em água à temperatura de 55 °C por 30 segundos e armazenados à temperatura de 20 °C durante 3 dias, e constataram que a inibição de 50% sobre *Rhizopus stolonifer*, comparado ao controle, foi devido ao calor. De acordo com Casa et al. (2007), conídios de algumas espécies de fungos não germinaram em temperatura de 5 °C e 45 °C.

Não houve variações significativas de acidez titulável nos morangos durante o armazenamento refrigerado (Figura 4), exceto aos 14 dias, quando expostos a 20 °C por 2 dias, quando morangos tratados com choque térmico apresentaram acidez superior ao controle. Morangos submetidos ao tratamento térmico e armazenados por 7 e 14 dias apresentaram maior teor de sólidos solúveis quando comparado ao controle, ocorrendo o mesmo com morangos armazenados por 14 dias com mais 2 dias a 20 °C.

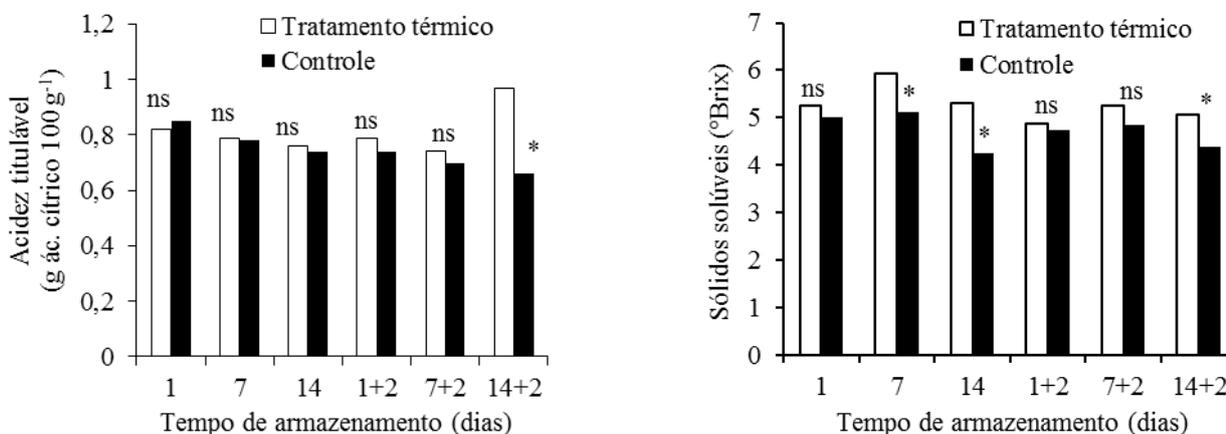


FIGURA 4 - Acidez titulável e sólidos solúveis em morangos tratados termicamente (45 °C/3 h) durante armazenamento a 5 °C por 1, 7 e 14 dias e mais 2 dias a 20 °C. * e ns: significativo e não significativo a $p < 0,05$, respectivamente.

Praticamente não houve efeito do tratamento térmico sobre a perda de massa dos morangos armazenados, somente ocorreu perda de massa para morangos armazenados por 14 dias com mais 2 dias a 20 °C (Figura 5). Segundo Flores-Castillano (2003), o limite

comercial aceitável para perda de massa do morango após a colheita é de 6%. No presente trabalho apenas os morangos armazenados por até 7 dias apresentaram perda de massa fresca abaixo de 6%.

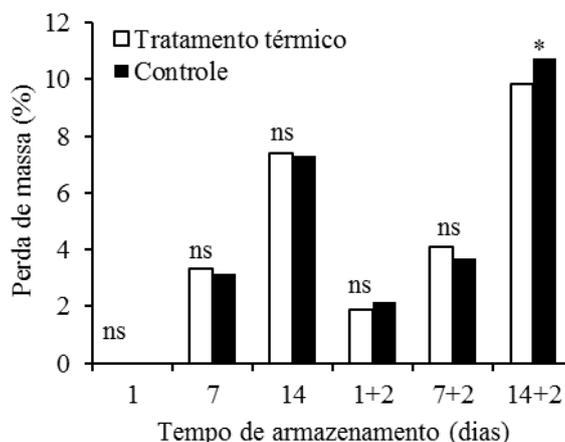


FIGURA 5 - Perda de massa fresca em morangos tratados termicamente (45 °C/3 h) durante armazenamento a 5 °C por 1, 7 e 14 dias e mais 2 dias a 20 °C. * e ns: significativo e não significativo a $p < 0,05$, respectivamente.

CONCLUSÕES

O tratamento térmico não proporcionou, segundo a incidência de fungos e a perda de massa, aumento da vida útil dos morangos, ficando limitado aos sete dias de armazenamento refrigerado. Os resultados mostraram também que o metabolismo de compostos fenólicos do morango 'Dover' foi modificado pela aplicação de tratamento térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASARD, H.; MAY, J.M.; SMIRNOFF, M. Ascorbate as an antioxidant. In: BUETTNER, G.R.; SCHAFER, R.Q. **Vitamin C - functions and biochemistry in animals and plants**. Taylor & Francis Group: London, 2004. p.173-188.
- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.34, p.507-513, 1988.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L.; MOREIRA, E.N. Efeito da temperatura e de regimes de luz no crescimento do micélio, germinação de conídios e esporulação de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, p.137-142, 2007.
- CORDENUNSI, B.R.; GENOVESE, M.I.; NASCIMENTO, J.R.O.; HASSIMOTTO, N.M.A.; SANTOS, R.J.S.; LAJOLO, F.M. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. **Food Chemistry**, Santiago, v.91, p.113-121, 2005.
- CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- FLORES-CASTILLANO, R.F. Morango: produção. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS). **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, Frutas do Brasil, v.40, 2003. p.68-74.
- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M.J.; GAVARA, R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p.247-253, 2006.

- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; DEL VALLE, V.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, Santiago, v.110, p.428-435, 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: IAL, v.1, 2005. 53p.
- KUSKOSKI, E.M. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.
- LARA, I.; GARCÍA, P.; VENDRELL, M. Post-harvest heat treatments modify cell wall composition of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruit. **Scientia horticulturae**, v.109, n.1, p.48-53, 2006.
- QUINATO, E.E.; DEGÁSPARI, C.H.; VILELA, R.M. Aspectos nutricionais e funcionais do morango. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.8, n.1, 2007.
- RIBEIRO JR., J.I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 1.ed. 2001. 301p.
- SHAFIEE, M.; TAGHAVI, T.S.; BABALAR, M. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. **Scientia horticulturae**, v.124, n.1, p.40-45, 2010.
- SHIN, Y.; LIU, R.H.; NOCK, J.F. Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. **Postharvest Biology and Technology**, v.45, p.349-357, 2007.
- SILVA, F.L.; ESCRIBANO-BAILÓN, M.T.; ALONSO, J.J.P.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C. Anthocyanin pigments in strawberry. **Food Science and Technology**, v.40, p.374-382, 2007.
- SIMS, D.A.; GAMON, J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p.337-354, 2002.
- SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v.299, p.152-178, 1999.
- WANG, L.; CHEN, S.; KONG, W.; LI, S.; ARCHBOLD, D.D. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, p.244-251, 2006.

Conservação de morango...

COLTRO-RONCATO, S. et al. (2016)

- VICENTE, A.R.; MARTÍNEZ, G.A.; CHAVES, A.R.; CIVELLO, P.M. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.40, p.116-122, 2006.
- VOLP, A.C.P.; RENHE, I.R.T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P.C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.23, p.141-149, 2008.
- WANG, K.; CAO, S.; JIN, P.; RUI, H.; ZHENG, Y. Effect of hot air treatment on postharvest mould decay in chinese bayberry fruit and the possible mechanisms. **International Journal of Food Microbiology**, v.141, p.11-16, 2010.
- ZHANG, H.; ZHENG, X.; LEI, W.; LI, S.; LIU, R. Effect of yeast antagonist in combination with hot water dips on postharvest *Rhizopus* rot of strawberries. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.281-287, 2007.
- ZHENG, Y.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; ZHENG, W. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. **Food Science and Technology**, v.40, p.49-57, 2007.