

PRÉ-RESFRIAMENTO EM AR E EM ÁGUA NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE MAÇÃS 'GALAXY' ARMAZENADAS

PRE-COOLING IN AIR AND WATER IN MAINTENANCE OF THE QUALITY OF GALAXY APPLES STORED

Jéssica Mayumi Anami¹, Crizane Hackbarth², Mayara Cristiana Stanger³, Juliana Amaral Vignale Alves⁴, Karina Soardi⁵, Cassandro Vidal Talamini do Amarante⁶, Cristiano André Steffens⁷

RESUMO

A conservação pós-colheita de frutos depende principalmente da diminuição da temperatura, já que esta afeta as taxas respiratória e de produção de etileno. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pré-resfriamento em água e em ar sobre a manutenção da qualidade de maçãs 'Galaxy' armazenadas sob refrigeração. Os frutos foram provenientes de um pomar comercial de Vacaria, RS. Os tratamentos avaliados foram: sem pré-resfriamento (testemunha); pré-resfriamento em ar na câmara de armazenamento; e pré-resfriamento em água até 15°C, 10°C e 5°C. As maçãs 'Galaxy' foram armazenadas a $1\pm 0,5^{\circ}\text{C}/\text{UR}$ de $92\pm 5\%$, durante três e quatro meses. Os frutos foram analisados quanto a firmeza de polpa, atributos de textura, cor da epiderme, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, incidência de podridões e polpa farinácea. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições de 40 frutos. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas com o controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Após três meses de armazenamento, na maçã 'Galaxy', os frutos pré-resfriados até 10°C apresentaram os menores valores para os atributos de textura. Não se observou efeito do pré-resfriamento sobre o teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), cor da epiderme e incidência de frutos podres e de polpa farinácea. Este resultado se manteve após quatro meses de armazenamento. Após sete dias em condições ambiente, o pré-resfriamento em água até 5°C e 10°C reduziu a firmeza de polpa, a força para ruptura da epiderme e o teor de SS dos frutos, comparado ao controle. Nos demais atributos avaliados não foram observadas diferenças entre tratamentos. O pré-resfriamento não apresenta benefícios na manutenção da qualidade de maçãs 'Galaxy'.

Palavras-chave: Temperatura. Conservação Pós-Colheita. Etileno.

ABSTRACT

The post-harvest conservation of fruits depends mainly on the decrease in temperature, since this affects the respiratory and ethylene production rates. The objective of this work was to evaluate the effect of precooling in water and air on maintaining the quality of 'Galaxy' apples stored under refrigeration. The fruits were from a commercial orchard of Vacaria, RS. The evaluated treatments were: without

pre-cooling (control); Pre-cooling in air in the storage chamber; And pre-cooling in water to 15 ° C, 10 ° C and 5 ° C. The 'Galaxy' apples were stored at 1 ± 0.5 ° C / UR of 92 ± 5%, for three and four months. The fruits were analyzed for pulp firmness, texture attributes, color of the epidermis, titratable acidity, soluble solids content, incidence of rot and farinaceous pulp. The experimental design was completely randomized, with five replicates of 40 fruits. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA), and the means of the treatments were compared with the control by the Dunnett test ($p < 0.05$). After three months of storage, in the 'Galaxy' apple, fruits precooled to 10 ° C presented the lowest values for the texture attributes. No effect of precooling on soluble solids (SS), titratable acidity (AT), color of the epidermis and incidence of rotten fruits and farinaceous pulp were observed. This result was maintained after four months of storage. After seven days under ambient conditions, precooling in water to 5 ° C and 10 ° C reduced pulp firmness, epidermal strength and SS content of fruits compared to control. In the other evaluated attributes no differences between treatments were observed. Precooling has no benefits in maintaining the quality of 'Galaxy' apples.

Keywords: *Temperature. Conservation. Postharvest. Ethylene.*

INTRODUÇÃO

O segmento da fisiologia e tecnologia pós-colheita tem apresentado avanços ao setor de pomicultura, visando à redução de perdas quantitativas e qualitativas dos frutos durante o transporte, classificação, armazenamento e comercialização (AMARANTE; STEFFENS, 2009). Diversas tecnologias retardam o amadurecimento e preservam a qualidade dos frutos, sendo que o principal objetivo destas técnicas é diminuir a atividade metabólica dos frutos, principalmente a taxa respiratória. O armazenamento refrigerado e o pré-resfriamento são algumas dessas técnicas, podendo ser utilizados de forma isolada ou combinados. Quando utilizados corretamente, são eficientes e práticos na conservação pós-colheita de frutos *in natura* (DEL AGUILA et al., 2009). Isoladamente, a temperatura é o fator individual mais importante na manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento, já que as taxas de muitos processos metabólicos são dependentes da mesma.

O pré-resfriamento tem como função a rápida remoção do calor de campo dos produtos recém colhidos. Dependendo do produto e da capacidade do ventilador, o método é quatro a dez vezes mais rápido que o resfriamento na câmara de armazenamento (LADANIYA, 2008).

Em maçãs, o pré-resfriamento com água fria ou *hidrocooling* é uma prática adotada por algumas empresas do setor. O pré-resfriamento com ar forçado também

pode ser utilizado. Ao diminuir a carga térmica do produto, as câmaras de armazenamento podem ter o sistema de refrigeração dimensionado para capacidade de refrigeração menor, podendo contribuir para a diminuição dos custos de resfriamento e do custo final do produto (TERUEL, 2008). O ideal seria resfriar e armazenar os frutos imediatamente após a colheita, pois o abaixamento imediato da temperatura promove benefícios, como maior retenção da firmeza de polpa em maçãs (BRACKMANN et al., 2000).

O pré-resfriamento já apresentou resultados positivos em outros produtos, como salsinha, brócolis, cereja, melão, maçã e ameixa (ÁLVARES et al., 2010; MANGANARIS et al., 2007, BRACKMANN et al., 2011). O pré-resfriamento de maçãs 'Golden Delicious' e 'Fuji' até 4,5°C proporcionou menor retenção da firmeza de polpa em frutos armazenados sob refrigeração (BRACKMANN et al., 1996). O pré-resfriamento, realizado antes do armazenamento em maçãs 'Gala' e 'Fuji', pode propiciar uma boa qualidade dos frutos, porém pode tornar o fruto mais sensível a podridões (BRACKMANN et al., 2001). Sestari et al. (2007) verificaram, em maçãs 'Gala', que o pré-resfriamento associado com a aplicação de cloreto de cálcio resultou numa maior firmeza de polpa, maior acidez titulável, sem aumentar a incidência de podridão, comparado ao controle.

Os resultados em relação ao benefício do pré-resfriamento na manutenção da qualidade dos frutos são contraditórios e existem dúvidas entre os produtores e armazenadores quanto às vantagens do pré-resfriamento em água. Além disso, nas grandes empresas produtoras e armazenadoras de maçã, esta prática nem sempre é utilizada e, quando feita, normalmente é aplicada de forma isolada (SESTARI et al., 2007). O grande volume de frutos colhidos durante o dia também dificulta a realização deste procedimento, e para não atrasar o enchimento das câmaras e nem acumular frutos no "*packing house*", o pré-resfriamento em água é realizado parcialmente, com temperaturas iguais ou superiores a 10°C.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pré-resfriamento parcial e total em água e do pré-resfriamento em ar sobre a manutenção da qualidade de maçãs 'Galaxy' armazenadas sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, na safra 2012/2013, utilizando maçãs 'Galaxy', provenientes de um pomar localizado no município de Vacaria, RS (28°30'44"S de latitude, 50°56'02"W de longitude e 970 m de altitude). Após a colheita, os frutos foram transportados ao laboratório, onde se efetuou a seleção dos frutos e a homogeneização das amostras experimentais, sendo eliminados os frutos com podridões, lesões, defeitos ou de baixo calibre. Após separação das amostras, foi simulado um calor de campo de 28°C, durante 12 h, em BOD, para a homogeneização da temperatura.

Os tratamentos avaliados foram sem pré-resfriamento (testemunha); pré-resfriamento em ar na câmara de armazenamento; e pré-resfriamento em água até 15°C (20 min), 10°C (27 min) e 5°C (51 min). O pré-resfriamento em ar foi realizado em câmara B.O.D, marca Eletrolab, com redução gradual da temperatura do fruto até a polpa do mesmo atingir, ao final de 48 h, 5°C. O pré-resfriamento em água foi realizado em cubas contendo água com gelo, na temperatura de 1,5°C, e todos os frutos ficaram submersos até a polpa atingir a temperatura desejada. Os frutos sem pré-resfriamento e aqueles após o pré-resfriamento em água (até 15 e 10 °C) permaneceram em câmaras B.O.D., marca Eletrolab, durante 168, 96 e 48 h, respectivamente, com redução gradual da temperatura até que a polpa dos frutos, ao final do período, atingisse 5°C. Ao atingir a temperatura de 5°C, os frutos foram armazenados em câmara fria, a 1±0,5°C e UR de 92±5% durante três e quatro meses.

A avaliação da qualidade dos frutos ocorreu ao final do armazenamento e após mais sete dias de exposição dos frutos em condições ambiente, simulando o período de comercialização dos frutos. Os frutos foram analisados quanto à firmeza de polpa, atributos de textura (forças para penetração da polpa e ruptura da casca), cor da epiderme, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, incidência de podridões e de polpa farinácea.

A firmeza da polpa foi determinada na região equatorial do fruto, em dois lados opostos, onde foi previamente removida uma pequena porção da epiderme e posteriormente, com auxílio de um penetrômetro eletrônico (GÜSS Manufacturing

Ltd., África do Sul) com 28 ponteira de 11 mm de diâmetro, determinando a firmeza de polpa que foi expressa em Newton (N).

Os atributos de textura foram analisados com um texturômetro eletrônico TAXT-plus® (Stable Micro Systems Ltd., Reino Unido), em termos de forças necessárias para a ruptura da casca e para a penetração na polpa, tendo-se utilizado ponteira modelo PS2 com 2 mm de diâmetro, a qual foi introduzida na polpa a uma profundidade de 10 mm. Os resultados foram expressos em Newton (N).

A cor da epiderme foi determinada através de um colorímetro eletrônico Minolta®, modelo CR400, sendo as medições de coloração expressas em termos de ângulo hue (mostra a localização da cor em um diagrama, em que o ângulo 0° representa vermelho; 90° o amarelo; 180°, o verde e 270°, o azul).

A acidez titulável (AT; % ácido málico) foi determinada através de uma amostra de 10 mL de suco, extraído de fatias retiradas da porção distal dos frutos, em uma centrífuga. Esta amostra foi diluída em 90 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1. Para titulação foi utilizado um titulador automático TitroLine® easy, da Schott Instruments.

O teor de sólidos solúveis (SS; °Brix) foi obtido por refratometria, utilizando uma alíquota do suco extraído para a quantificação de AT. Para as determinações, foi utilizado um refratômetro digital modelo PR201α (Atago, Japão).

A incidência de podridões foi medida através da contagem de frutos com lesão de podridão causada por fungos fitopatogênicos, sendo os resultados expressos em %.

A incidência de polpa farinácea foi determinada pela contagem dos frutos que apresentavam pouca suculência e firmeza de polpa inferior a 44,5 N, sendo os resultados expressos em %.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições de 40 frutos. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), sendo que valores em % foram previamente transformados pela fórmula arco seno $[(x+0,5)/100]^{1/2}$ e as médias dos tratamentos foram comparadas com a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da aplicação dos tratamentos, quatro amostras de 15 frutos foram avaliadas para determinação da qualidade inicial. Os frutos apresentavam firmeza de polpa de 75,9 N, AT de 0,36% de ácido málico, cor da epiderme (h°) de 59,1 e SS de 11,1°Brix.

O pré-resfriamento em água até a temperatura da polpa atingir 10°C causou maior perda de firmeza da polpa em maçãs 'Galaxy' (7,5%) após quatro meses de armazenamento em comparação à testemunha (Tabela 1). A força necessária para a ruptura da epiderme também apresentou os menores valores com o pré-resfriamento até 10 °C, após três (13,4%) e quatro meses (18%) de armazenamento refrigerado, comparativamente à testemunha. Brackmann et al. (2001) encontraram maior firmeza de polpa em maçãs 'Gala', na saída do armazenamento, quando houve um período maior de retardo no pré-resfriamento. Todavia, estes autores, após sete dias de prateleira, encontraram frutos mais firmes quando se efetuou um pré-resfriamento rápido (6 h).

Tabela 1. Firmeza da polpa e força para ruptura da epiderme em maçãs 'Gala', submetidas a diferentes manejos de pré-resfriamento (PR), avaliadas após três e quatro meses de armazenamento refrigerado seguido por mais sete dias em condições ambiente.

Manejo pós-colheita	3 meses de AR		4 meses de AR	
	Firmeza de polpa (N)	Força p/ ruptura da epiderme (N)	Firmeza de polpa (N)	Força p/ ruptura da epiderme (N)
s/PR (testemunha)	50,0 ^{ns}	10,5	47	8,9
PR em ar	49,1	9,8	47,1	8,9
PR em água 15°C	48,8	9,6	44,9	8,6
PR em água 10°C	46,6	9,1**	43,5**	7,3**
PR em água 5°C	49,9	10,2	46,4	8,9
Média	48,9	9,9	45,8	8,5
CV (%)	4,4	6,2	3,6	6,2

Médias seguidas por ** diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ns}: não significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Fonte: Produção do próprio autor.

A incidência de polpa farinácea não diferiu entre testemunha e os manejos de pré-resfriamento, apesar de que os frutos pré-resfriados até 10°C tiveram os maiores percentuais absolutos, tanto após três meses quanto após quatro meses de armazenamento (Tabela 2). Para todos os tratamentos observou-se um acentuado

índice deste distúrbio, que aumentou após quatro meses de armazenamento. Este resultado deve-se ao prolongado período de armazenamento. Segundo Payasi et al. (2009) a incidência de polpa farinácea está associada com a concentração de etileno no fruto, pois esse hormônio é importante para ativar as enzimas poligalacturonases e pectinametilesterases que transformam moléculas de protopectina em pectina solúvel e aumentam a incidência de polpa farinácea. De acordo com Sestari et al. (2007), trabalhando com pré-resfriamento e doses de cálcio e boro, não observaram diferença na incidência de polpa farinácea em maçãs 'Gala', corroborando com os resultados do presente trabalho. Segundo estes autores, isto está relacionado ao fato de que no resfriamento pode ocorrer absorção de água, afetando a degradação da parede celular e anulando o efeito do abaixamento da temperatura sobre a manutenção da mesma.

Tabela 2. Sólidos solúveis, acidez titulável, incidência de podridões e polpa farinácea em maçãs 'Gala' submetidas a diferentes manejos de pré-resfriamento (PR), após três e quatro meses de armazenamento refrigerado seguido por mais sete dias em condições ambiente.

Manejo Pós-colheita	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ác. málico)	Incidência de podridões (%)	Polpa farinácea (%)
Três meses de armazenamento refrigerado				
s/PR (testemunha)	12,1 ^{ns}	-	1,18 ^{ns}	36,9 ^{ns}
PR em ar	12,1	-	0	39,1
PR em água 15°C	12,2	-	0	35,9
PR em água 10°C	11,9	-	3,3	51,6
PR em água 5°C	12,1	-	0	30,3
Média	12,1	-	0,9	38,7
CV (%)	2,6	-	57,2	27,4
Quatro meses de armazenamento refrigerado				
s/PR (testemunha)	11,8 ^{ns}	0,269 ^{ns}	12,0 ^{ns}	53,1 ^{ns}
PR em ar	12,1	0,293	1,3	47,3
PR em água 15°C	11,7	0,218	2,7	63,2
PR em água 10°C	11,6	0,221	12,0	73,0
PR em água 5°C	11,9	0,221	12,0	50,8
Média	11,8	0,245	0,8	57,5
CV (%)	3,6	21,9	66,7	19,8

Médias seguidas por ** diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ns}: não significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Fonte: Produção do próprio autor.

O método de pré-resfriamento não influenciou a acidez titulável (AT) de maçãs 'Galaxy' após três e quatro meses de armazenamento, em comparação à testemunha (Tabela 3). Este resultado está de acordo com outros trabalhos, em que não é reportado efeito do pré-resfriamento sobre a AT de maçãs (BRACKMANN et al., 2001). Todavia, Seibert et al. (2007), em pêssegos 'Chimarrita' e 'Chiripa', e BRACKMANN et al. (2011), em melões, observaram maior AT em frutos pré-resfriados. Sestari et al. (2007) observaram maior AT em maçãs 'Gala' submetidas ao pré-resfriamento em água associado a 2% CaCl₂ na água de resfriamento. Porém, a 1% de CaCl₂ não houve efeito do pré-resfriamento em relação aos frutos sem pré-resfriamento, o que evidencia que possivelmente a maior AT seja decorrente do efeito do CaCl₂ e não do pré-resfriamento.

Na avaliação do teor de SS, em relação à testemunha, não se observou efeito dos diferentes manejos de pré-resfriamento (Tabela 2), tanto após três meses quanto após quatro meses de armazenamento. Sestari et al. (2007) também não observaram efeito do pré-resfriamento em maçãs sobre o teor de SS, comparativamente a frutos sem pré-resfriamento.

Não foi observado efeito dos diferentes manejos de pré-resfriamento sobre a incidência de podridões (Tabela 2). Este resultado deve-se, possivelmente, à baixa umidade relativa do ar durante o armazenamento (92±5%), que não propiciou condições adequadas para um maior desenvolvimento de podridões. Sestari et al. (2007) observaram que maçãs 'Gala' pré-resfriadas com diferentes doses de boro não diferiram da testemunha na incidência de podridões, e que o pré-resfriamento com cloreto de cálcio aumentou a incidência de podridões, na saída dos frutos da câmara. No entanto, após sete dias, esta diferença não foi mais observada. O pré-resfriamento em água de maçãs 'Fuji' e 'Golden Delicious' até a temperatura de 10°C e 4,5°C aumentou a incidência de podridões nos frutos após o armazenamento refrigerado (BRACKMANN et al., 1996). Os autores sugeriram que este resultado ocorreu pela contaminação da água do pré-resfriador com esporos de fungos.

Avaliação da variável h° na região menos vermelha representa o amarelecimento do fruto, a transição do verde para o amarelo. Para esse atributo, não houve efeito dos diferentes manejos de pré-resfriamento, tanto no momento da

saída da câmara como após sete dias em condições ambiente, para três e quatro meses de armazenamento refrigerado (Tabela 3), indicando que qualquer forma de pré-resfriamento não ocasiona, de forma significativa, o desenvolvimento da coloração amarelada na epiderme dos frutos. Os resultados encontrados para a cor de epiderme são considerados baixos para maçãs, estando na faixa do vermelho, pois no momento da colheita os frutos encontravam-se com coloração vermelho intensa em toda a superfície do fruto, pois, maçãs 'Galaxy' tem como característica elevada porcentagem de cor vermelha na epiderme. Contudo, é provável que na região menos vermelha dos frutos continha pontos vermelhos, o que justifica os valores de h° na faixa do vermelho nessa região. Brackmann et al. (2001) também não observaram, em maçãs 'Gala', diferenças para a cor da epiderme, quando comparou períodos de pré-resfriamento. A perda da cor verde da epiderme em maçãs geralmente é considerada comercialmente como um atributo negativo e como um indicativo de senescência.

Tabela 3. Atributos de cor da epiderme em maçãs 'Gala' submetidas a diferentes manejos de pré-resfriamento (PR), após o armazenamento refrigerado e após mais sete dias em condições ambiente.

	Maçãs 'Gala'			
	3 meses	4 meses	3 meses	4 meses
	Saída da câmara		Após 7 dias	
	Cor da epiderme (h°)			
s/PR (testemunha)	58,6 ^{ns}	62,0 ^{ns}	58,1 ^{ns}	68,8 ^{ns}
PR em ar	54,0	60,5	53,3	71,2
PR em água 15°C	61,6	59,2	61,9	64,6
PR em água 10°C	61,4	65,8	63,6	66,9
PR em água 5°C	62,9	68,4	60,1	66,4
Média	59,7	63,2	59,4	67,4
CV (%)	8,1	7,5	7,4	6,3

Médias seguidas por ** diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

^{ns}: não significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Fonte: Produção do próprio autor.

CONCLUSÃO

O pré-resfriamento não apresenta benefícios na manutenção da qualidade de maçãs 'Galaxy'. Em maçãs 'Galaxy', o pré-resfriamento em água até 10°C compromete os atributos de textura dos frutos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro a este projeto.

REFERÊNCIAS

ALVARES, V. de S.; NEGREIROS, J. R. da S.; RAMOS, P. A. S.; MAPELI, A. M.; FINGER, F. L. Pré-resfriamento e embalagem na conservação de folhas de salsa. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 13, n. 2, p. 107-111, 2010.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. Sachês absorvedores de etileno na pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.71-77, 2009.

BRACKMANN, A., MAZARO, S. M., CECCHINI, R. Pré-resfriamento e tratamento químico pós-colheita de maçãs cvs. 'Golden Delicious' e 'Fuji'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 185-189, 1996.

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; STEFFENS, C. A. Qualidade da maçã 'Gala' (*Malus domestica* Borkh.) submetida a diferentes períodos de resfriamento dos frutos e concentração de etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. especial, p. 1-5, 2000.

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; LUNARDI, R. Efeito do atraso no início do armazenamento e do tempo de pré-resfriamento sobre a qualidade da maçã 'Gala'. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.143-148, 2001.

BRACKMANN, A.; ANESE, R. O.; GIEHL, R. F. H.; WEBER, A.; EISERMANN, A. C.; SESTARI, I. Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n.3, p.672-676, 2011.

DEL AGUILA, J. S.; HOFMAN, P.; CAMPBELL, T.; MARQUES, J. R.; DEL AGUILA, L. S. H.; KLUGE, R. A. Pré-resfriamento em água de lichia 'B3' mantida em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2373-2379, 2009.

LADANIYA, M.S. Precooling and refrigeration. In: _____. Citrus fruit: biology, technology and evaluation. Davis: Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, 2008. p. 319-331.

MANGANARIS, G. A.; ILIAS, I. F.; VASILAKAKIS, M.; MIGNANI, I. The effect of hydrocooling on ripening related quality attributes and cell wall physicochemical properties of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.). **International Journal of Refrigeration**, v. 30, p. 1386-1392, 2007

PAYASI, A.; MISHRA, N.N.; CHAVES, A.L.S.; SINGH, R. Biochemistry of fruit softening: an overview. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v.15, p.103-113, 2009.

SESTARI, I.; BRACKMANN, A.; BENEDETTI, M.; NEWALD, D. Pré-resfriamento e imersão pós-colheita de maçãs 'Gala' em soluções de cloreto de cálcio e boro. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 107-118, 2007.

TERUEL, B. J. M. Cooling technologies of fruits and vegetables. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 199-220, 2008.