

QUALIDADE DE MAÇÃS 'GALA' SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE CALOR DE CAMPO E PRÉ-RESFRIAMENTO EM ÁGUA

QUALITY OF 'GALA' APPLES SUBMITTED AT DIFFERENT FIELD HEAT AND HYDROCOOLING

Angelica Schmitz¹, Cristiano André Steffens², Crizane Hackbarth³, Mayara Cristina Stanger⁴, Cristina Soethe⁵, Jéssica Mayumi Anami⁶, Cassandro Vidal Talamini do Amarante⁷

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do calor de campo simulado e do rápido pré-resfriamento em água sobre a qualidade de maçãs 'Gala' armazenadas sob refrigeração. Os frutos foram colhidos em pomar comercial localizado em Vacaria/RS, nas safras 2009/10, 2011/12. Os tratamentos constituíram na simulação do calor de campo de 25 °C, 31 °C e 37 °C, combinados ou não com o pré-resfriamento em água. Os frutos foram avaliados quanto às taxas de produção de etileno e respiratória, firmeza de polpa, atributos de textura, cor da epiderme (h°), acidez titulável, sólidos solúveis e incidência de podridões. O pré-resfriamento de maçãs 'Gala' proporcionou maior resistência à penetração da polpa, em dois anos avaliados, maiores valores de força para ruptura da casca e de sólidos solúveis, maior retenção de cor verde da epiderme; e menor síntese de etileno, em apenas uma safra. O pré-resfriamento em água não apresenta efeito consistente na manutenção dos atributos de qualidade e sobre o metabolismo de maçãs 'Gala' armazenadas sob refrigeração, independente da temperatura do calor de campo simulado.

Palavras-chave: armazenamento refrigerado, amadurecimento, etileno.

ABSTRACT

The objective this work was to evaluate the effect of the simulated field heat and the rapid hydrocooling on the quality of 'Gala' apples cold stored. Fruits were harvested in commercial orchard located in Vacaria/RS, in 2009/10 e 2011/12. The treatments evaluated were simulated field heat of 25 °C, 31 °C and 37 °C combined or not with hydrocooling. Fruits were evaluated for ethylene production and respiratory rates, texture attributes, flesh firmness, fruit color (h°), titratable acidity, soluble solids and rot incidence. Hydrocooling provided greater forces to flesh penetration, in 2009/10 e 2011/12, higher force to skin rupture and soluble solids content, retention

of the green color of the epidermis and lower synthesis of ethylene, in a single crop. Hydrocooling not shows a consistent effect on the maintenance of quality attributes and metabolism of 'Gala' apples cold stored, independent of simulated field heat temperature.

Keywords: cold storage, ripening, ethylene.

INTRODUÇÃO

No momento da colheita, os frutos podem ficar expostos a altas temperaturas no campo, que pode comprometer a qualidade pós-colheita. Estudos mostram que a temperatura da polpa de maçãs expostas à luz solar pode ser até 15 °C acima da temperatura do ar (FERGUSON et al., 1998). O resfriamento é fortemente afetado pela temperatura inicial do produto, e esta pelo horário e condições no momento da colheita e pelo tempo de espera antes do resfriamento. Muitas vezes, o produto é colhido pela manhã, mas se aquece no campo ou no galpão de embalagem, no decorrer do dia (KLUCH et al., 2003).

Existe pouca informação a respeito da influência do calor de campo no amadurecimento dos frutos. Segundo Brackmann et al. (2001), altas temperaturas aceleram o metabolismo dos frutos, causando um rápido amadurecimento, diminuindo o tempo de armazenamento, sendo necessário o pré-resfriamento dos frutos para a rápida retirada do calor de campo. Diversas desordens fisiológicas são causadas ou incrementadas pela exposição dos frutos a altas temperaturas em pré-colheita ou durante a colheita (WOOLF e FERGUSON, 2000). Entretanto, sabe-se que os frutos submetidos ao aquecimento em pós-colheita, como nos tratamentos térmicos, apresentam um amadurecimento mais lento do que os frutos não expostos ao calor, sugerindo que o aquecimento dos frutos em pré-colheita pode apresentar um efeito semelhante no amadurecimento (WOOLF e FERGUSON, 2000).

O rápido pré-resfriamento é indicado para diversas culturas, como uma etapa importante na pós-colheita. Esta prática teve sua eficácia comprovada em muitas espécies de frutas perecíveis, como peras e pêssegos (BECKER e FRICKE, 2002; BRACKMANN et al., 2009) e maçãs (BRACKMANN et al., 1994).

O pré-resfriamento em água até 4,5 °C reduziu a perda de peso e o murchamento em maçãs, além de manter a firmeza da polpa em valores mais elevados (BRACKMANN et al., 1994). Entretanto, Brackmann et al. (1996) verificaram que o pré-resfriamento até 4,5 °C, realizado em duas cultivares de maçã, proporcionou os menores valores de firmeza da polpa, em comparação a frutos sem pré-resfriamento. Sestari et al. (2007) observaram que o pré-resfriamento, com posterior aplicação de cloreto de cálcio e boro, não teve influência na firmeza da polpa na saída do armazenamento, porém manteve a firmeza de polpa em valores mais elevados após sete dias de exposição das maçãs a 20 °C, quando foi associado à aplicação de cloreto de cálcio.

Em maçãs, a pesquisa realizada sobre o pré-resfriamento em água apresenta resultados contraditórios, e há dúvidas entre os produtores e armazenadores sobre a eficácia desta prática. Além disso, não há trabalhos que relacionem a eficácia de sua aplicação com diferentes temperaturas de calor de campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do calor de campo simulado e do pré-resfriamento em água sobre a qualidade de maçãs 'Gala' armazenadas sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas safras 2009/10 e 2011/12, com maçãs 'Imperial Gala'. As maçãs utilizadas foram colhidas em pomar comercial localizado em Vacaria, RS (28°30'44"S de latitude, 50°56'02"W de longitude e 970 m de altitude). Após o transporte dos frutos ao laboratório, os frutos com defeitos foram excluídos e após procedeu-se a homogeneização das unidades experimentais.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3 x 2 (temperaturas de calor de campo x pré-resfriamento). No ano agrícola 2009/10 utilizaram-se quatro repetições com 10 frutos, e no ano agrícola 2011/12 quatro repetições de 30 frutos. Os tratamentos originaram-se a partir da combinação de diferentes simulações de calor de campo (25 °C, 31 °C e 37 °C para maçã 'Gala') e com ou sem pré-resfriamento em água. O calor de campo foi simulado em BOD, durante doze horas. O pré-resfriamento foi realizado em cubas

contendo água com gelo picado, com os frutos submersos em água na temperatura de 1,5 °C, até que a polpa dos frutos atingisse uma temperatura de 5 °C. O tempo médio de imersão foi de 50 minutos. A temperatura foi controlada com termômetros de bulbo de mercúrio inseridos na polpa dos frutos, até próximo ao carpelo. Os frutos dos tratamentos em que não se efetuou o pré-resfriamento foram levados imediatamente para a câmara de armazenamento. A polpa dos frutos pré-resfriados em água atingiu a temperatura de armazenamento em aproximadamente 36 horas após o pré-resfriamento. Os frutos não pré-resfriados em água demoraram em média 72 horas para a polpa atingir a temperatura de armazenamento.

As maçãs 'Gala' foram armazenadas por dois meses a $1 \pm 0,5$ °C/UR de $92 \pm 5\%$. Os frutos foram analisados na saída do armazenamento e após sete dias de exposição à temperatura ambiente, simulando o período de comercialização. As variáveis analisadas foram: taxas respiratória e de produção de etileno, cor da epiderme, firmeza de polpa, textura da casca e da polpa, acidez titulável, sólidos solúveis e incidência de podridões. No ano 2009/10 não foram avaliados a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis.

As taxas de produção de etileno ($\text{nmol de C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e respiratória ($\text{nmol de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) foram quantificadas por cromatografia gasosa. Oito a dez frutos de cada amostra foram colocados em recipiente de plástico, com o volume de 4100 mL, que permite fechamento hermético. Alíquotas de gás (1 mL) foram retiradas dos recipientes através de um septo e injetadas em um cromatógrafo a gás (Varian®, modelo CP-3800) equipado com uma coluna Porapak N® de 3 m de comprimento (80-100 mesh), metanador e detector de ionização de chama. As temperaturas da coluna, do detector, do metanador e do injetor foram de 70, 130, 380 e 250 °C, respectivamente. Os fluxos de nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram de 70, 30 e 300 mL min⁻¹, respectivamente.

A determinação da cor da epiderme (ângulo hue) foi efetuada com um colorímetro Minolta, modelo CR 400. As determinações foram realizadas na região equatorial dos frutos, sendo os resultados expressos em ângulo de cor (h°). O h° define a coloração básica, sendo que 0° = vermelho, 90° = amarelo e 180° = verde.

A firmeza de polpa (N) foi determinada na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, após remoção de uma pequena porção da epiderme, com o auxílio de um penetrômetro eletrônico (GÜSS Manufacturing Ltd., África do Sul), equipado com ponteira de 11 mm de diâmetro.

Os valores da acidez titulável (AT; % de ácido málico) foram obtidos por meio de uma amostra de 10 mL de suco, extraído de fatias transversais retiradas da região equatorial dos frutos, por meio de 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.

Os teores de sólidos solúveis (SS; °Brix) foram determinados por refratometria, utilizando-se suco extraído para a quantificação de AT, através de um refratômetro digital modelo PR201α (Atago, Japão).

A incidência de podridão (%) foi avaliada pela contagem dos frutos afetados, que apresentaram lesões externas maiores do que 5 mm de diâmetro, com características de infecção de patógenos, tecido mole, aquoso e de coloração bege.

Os dados foram submetidos à 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 comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em maçãs 'Gala', após o armazenamento refrigerado, houve interação entre os fatores calor de campo simulado e resfriamento na taxa respiratória, no ano 2009/10, e na força para ruptura da epiderme, no ano 2011/12, após sete dias de exposição dos frutos em condições ambiente (Tabelas 1 e 3).

No primeiro ano avaliado (2009/10), na saída da câmara, maçãs 'Gala' com simulação de calor de campo de 37 °C, pré-resfriadas ou não, e com calor de campo de 25 °C pré-resfriadas, apresentaram as menores taxas respiratórias (Tabela 1). Após sete dias de exposição dos frutos em condições ambiente, maçãs 'Gala' submetidas ao calor de campo de 37 °C sem pré-resfriamento, apresentaram menor respiração, sem diferir de maçãs 'Gala' submetidas ao calor de campo de 31 °C sem pré-resfriamento. O aumento na produção de etileno durante o amadurecimento dos

frutos desencadeia um aumento na taxa respiratória, sendo que o aumento de 10 °C na temperatura amplia de duas a quatro vezes a taxa respiratória dos frutos (STEFFENS et al., 2007). Não foram verificadas diferenças na taxa respiratória de maçãs 'Gala' no segundo ano avaliado (2011/12), o que pode ter sido influenciado pelo estágio mais avançado de maturação dos frutos.

Em maçãs 'Gala', o pré-resfriamento em água, no ano 2009/10, reduziu a produção de etileno, tanto na saída da câmara quanto após sete dias de exposição dos frutos em condições ambiente (Tabela 1). A rápida redução da temperatura proporcionada pelo pré-resfriamento diminuiu a produção de etileno, já que a maçã é um fruto climatérico e apresenta pico de produção de etileno e respiração, as quais são reduzidas em baixas temperaturas. Porém, esta diferença na taxa de produção de etileno não foi verificada no ano 2011/12. Os frutos colhidos no ano 2011/12 estavam em um estágio mais avançado de maturação (menor firmeza de polpa), e após iniciado este processo, o pré-resfriamento não se mostrou eficaz em diminuir o metabolismo das maçãs. Maçãs 'McIntosh' resfriadas em um dia apresentaram menor síntese de etileno, comparadas com maçãs resfriadas em quatro dias (FICA et al., 1985). Brackmann et al. (2009) verificaram que pêssegos pré-resfriados em água apresentaram maior síntese de etileno após 35 dias de armazenamento e mais quatro dias de prateleira, em comparação a frutos pré-resfriados em ar e sem pré-resfriamento, contrariando os resultados do presente trabalho com maçã 'Gala'.

O calor de campo simulado não teve efeito na taxa de produção de etileno dos frutos nos anos avaliados (Tabela 1). Conforme Abeles et al. (1997), a temperatura ótima para a produção de etileno situa-se entre 28 e 30°C. Temperaturas acima de 30°C podem reduzir a produção de etileno, devido à inativação temporária da ACC sintase e ACC oxidase, enzimas-chave na biossíntese do etileno. Todavia, este efeito esperado da temperatura na produção de etileno não persistiu após o armazenamento refrigerado.

Tabela 1. Taxas respiratória e de produção de etileno de maçãs 'Gala', nos anos agrícolas de 2009/10 e 2011/12, submetidas a diferentes temperaturas de calor de campo e submetidas ou não ao pré-resfriamento.

Respiração (nmol CO₂ Kg⁻¹ s⁻¹)

	25 °C	31 °C	37 °C	Média	25 °C	31 °C	37 °C	Média
2009/10								
	Saída da câmara				Sete dias de prateleira			
PR	75,6 Bb	93,1 Ba	70,5 Ab	79,7	336,3 Aa	265,8 Aa	288,6 Aa	296,9
RC	111,8 Aa	111,1 Aa	76,9 Ab	99,6	396,4 Aa	339,4 Aab	255,3 Ab	330,4
Média	93,7	102,1	73,3		366,4	302,6	271,9	
CV (%)		7,8				13,7		
2011/12								
	Saída da câmara				Sete dias de prateleira			
PR	151,1	142,8	155	149,5 ^{ns}	103,8	105,8	122	110,5 ^{ns}
RC	159,7	170,5	142	157,4	104,9	111,4	104	106,8
Média	155,4 ^{ns}	156,7	148		104,3 ^{ns}	108,6	113	
CV (%)		14,9				14,4		
Etileno (nmol C ₂ H ₄ Kg ⁻¹ s ⁻¹)								
2009/10								
	Saída da câmara				Sete dias de prateleira			
PR	0,18	0,05	0,04	0,09 B	0,58	0,54	0,97	0,70 B
RC	0,41	0,58	0,24	0,41 A	1,12	1,58	1,02	1,24 A
Média	0,31 ^{ns}	0,32	0,17		0,85 ^{ns}	1,06	0,99	
CV (%)		39,5				85,9		
2011/12								
	Saída da câmara				Sete dias de prateleira			
PR	0,48	0,38	0,33	0,40 ^{ns}	1,62	1,60	1,90	1,70 ^{ns}
RC	0,43	0,62	0,43	0,49	1,51	1,94	1,77	1,74
Média	0,45 ^{ns}	0,50	0,38		1,567 ^{ns}	1,772	1,83	
CV (%)		28,8				20,1		

Médias seguidas por letras diferentes (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PR: Pré-resfriamento em água e RC: resfriamento convencional em câmara fria. Fonte: Produção do próprio autor.

O calor de campo e o pré-resfriamento em água não apresentaram efeito na manutenção da firmeza de polpa, nos anos avaliados (Tabela 2). Brackmann et al. (1996) encontraram resultado diferente ao pré-resfriar maçãs 'Fuji' até 4,5 °C, onde o pré-resfriamento reduziu a firmeza de polpa dos frutos frigoconservados. Sestari et al. (2007) ao pré-resfriar maçãs 'Gala' não encontraram diferenças entre os tratamentos e o controle nos valores de firmeza de polpa na saída do armazenamento, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Tabela 2. Firmeza da polpa de maçãs 'Gala', nos anos agrícolas de 2009/10 e 2011/12, submetidas a diferentes temperaturas de calor de campo e submetidas ou não ao pré-resfriamento. X Firmeza de polpa (N)								
	25°C	31°C	37°C	Média	25°C	31°C	37°C	Média
	Maçãs 'Gala' 2009/10				Maçãs 'Gala' 2011/12			
	Após sete dias em 20°C				Após sete dias em 20°C			
PR	54,1	55,1	53	54,1 ^{ns}	49,3	48,5	43,4	47 ^{ns}
RC	49,6	54	55,4	53	47,7	48,2	46,6	47,5
Média	51,8 ^{ns}	54,6	54,2		48,5 ^{ns}	48,3	45	
CV (%)		6,5				5,8		

Médias seguidas por letras diferentes (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PR: Pré-resfriamento em água e RC: resfriamento convencional em câmara fria. Fonte: Produção do próprio autor.

O pré-resfriamento proporcionou maior força para penetração da polpa em maçãs 'Gala', no ano de 2009/10, após remoção do armazenamento refrigerado e mais sete dias em 20°C (Tabela 3). Nos anos 2009/10 e 2011/12 não foi verificado efeito do calor de campo nos valores de força para penetração da polpa (Tabela 3). A força para ruptura da epiderme não apresentou diferenças entre os métodos de resfriamento dos frutos no ano 2009/10 (Tabela 4). Já o calor de campo simulado na temperatura de 37 °C proporcionou maçãs 'Gala' com maiores valores de força para ruptura da epiderme em comparação ao calor de campo de 31 °C. No segundo ano de avaliação (2011/12), em frutos submetidos ao calor de campo simulado de 31 °C observou-se maior força para ruptura da epiderme em frutos pré-resfriados em água, em comparação aos frutos não pré-resfriados.

Tabela 3. Força para a penetração da polpa de maçãs 'Gala', nos anos agrícolas de 2009/10 e 2011/12, submetidas a diferentes temperaturas de calor de campo e submetidas ou não ao pré-resfriamento. X Força p/ penetração da polpa (N)								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

	25°C	31°C	37°C	Média	25°C	31°C	37°C	Média
	Maçãs 'Gala' 2009/10				Maçãs 'Gala' 2011/12			
	Após sete dias em 20°C				Após sete dias em 20°C			
PR	1,9	1,9	2	2,0 A	1,9	2	1,8	1,9 ^{ns}
RC	1,8	1,8	1,7	1,8 B	1,9	1,9	1,9	1,9
Média	1,8 ^{ns}	1,9	2		1,9 ^{ns}	1,9	1,8	
CV (%)	7,4				4,6			

Médias seguidas por letras diferentes (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PR: Pré-resfriamento em água e RC: resfriamento convencional em câmara fria. Fonte: Produção do próprio autor.

Apesar de haver diferença significativa entre tratamentos para os atributos de textura em algumas avaliações, houve pequena variação entre os valores observados (em média 0,1 N na força para penetração da polpa de maçãs 'Gala', respectivamente, e 0,5 N na força para ruptura da epiderme de maçãs 'Gala') (Tabela 4). Além disso, observa-se uma inconstância nos resultados, pois em alguns anos avaliados houve efeito e em outros não. Este comportamento diferenciado entre anos pode ser dependente de outros fatores.

Tabela 4. Força para a ruptura da epiderme de maçãs 'Gala', nos anos agrícolas de 2009/10 e 2011/12, submetidas a diferentes temperaturas de calor de campo e submetidas ou não ao pré-resfriamento.

	Força p/ ruptura da epiderme (N)							
	25°C	31°C	37°C	Média	25°C	31°C	37°C	Média
	Maçãs 'Gala' 2009/10				Maçãs 'Gala' 2011/12			
	Após sete dias em 20°C				Após sete dias em 20°C			
PR	9,3	8,9	9,9	9,4 ^{ns}	9,9 Ab	10,9 Aa	11,1 Aa	10,6
RC	8,8	8,9	9,6	9,1	10,1 Aa	10,1 Ba	10,6 Aa	10,3
Média	9,1 ab	8,9 b	9,7 a		9,9	10,5	10,8	
CV (%)	6,0				3,2			

Médias seguidas por letras diferentes (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PR: Pré-resfriamento em água e RC: resfriamento convencional em câmara fria. Fonte: Produção do próprio autor.

A AT foi menor em maçãs 'Gala' com simulação de calor de campo de 25°C, no ano agrícola 2011/12 (Tabela 5). O pré-resfriamento dos frutos não influenciou na

AT nos anos avaliados. No ano 2011/12, não foi observado efeito do calor de campo e do modo de resfriamento no teor de SS (Tabela 5).

Em outros trabalhos reportados pela literatura, os teores de SS e a AT de maçãs não foram influenciados pelo pré-resfriamento (BRACKMANN et al., 1994; BRACKMANN et al., 1996). De maneira geral, os resultados do presente trabalho estão de acordo com os resultados obtidos por esses autores.

Tabela 5. Acidez titulável e sólidos solúveis de maçãs 'Gala', nos anos agrícolas de 2009/10 e 2011/12, submetidas a diferentes temperaturas de calor de campo e submetidas ou não ao pré-resfriamento. XAcidez titulável (% de ácido málico)
Sólidos solúveis (°Brix)

	25°C	31°C	37°C	Média	25°C	31°C	37°C	Média
Maçãs 'Gala' 2011/12								
Após sete dias em 20°C								
PR	0,193	0,29	0,287	0,257 ^{ns}	13,5	13,3	12,7	13,2 ^{ns}
RC	0,236	0,275	0,277	0,263	13,2	13,1	13	13,1
Média	0,215 b	0,283 a	0,282 a		13,4 ^{ns}	13,2	12,9	
CV (%)		9,6				3,7		

Médias seguidas por letras diferentes (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PR: Pré-resfriamento em água e RC: resfriamento convencional em câmara fria. Fonte: Produção do próprio autor.

O calor de campo teve influência sobre a coloração da epiderme das maçãs 'Gala' apenas na saída da câmara e no experimento realizado no ano 2009/10, onde os frutos submetidos à simulação de calor de campo de 31 °C apresentaram os menores valores de ângulo hue comparado aos frutos com calor de campo de 25 °C (Tabela 6). Sestari et al. (2007) não encontraram efeito do pré-resfriamento e aplicação de CaCl₂ e B na coloração da epiderme de maçãs 'Gala' após sete meses de armazenamento refrigerado, tanto na saída da câmara quanto após sete dias de prateleira.

Tabela 6. Cor da epiderme de maçãs 'Gala', nos anos agrícolas de 2009/10 e 2011/12, submetidas a diferentes temperaturas de calor de campo e submetidas ou

não ao pré-resfriamento.

Cor da epiderme (h°)								
Maçãs 'Gala' 2009/10								
	25°C	31°C	37°C	Média	25°C	31°C	37°C	Média
	-----Saída da câmara-----				----Após sete dias em 20°C----			
PR	89,1	81,5	82,8	84,4 ^{ns}	84,1	81	79,3	81,5 ^{ns}
RC	85,5	78,9	83,5	82,6	82,1	78,3	82,4	80,9
			83,2					
Média	87,3 a	80,2 b	ab		83,1 ^{ns}	79,7	80,9	
CV (%)		6,4				5,3		
Maçãs 'Gala' 2011/12								
	-----Saída da câmara-----				----Após sete dias em 20°C----			
PR	91,9	92,8	93	92,6 ^{ns}	92,1	91,8	90,9	91,6 ^{ns}
RC	91	92,5	92,5	92,1	91,7	90,8	91,6	91,4
Média	91,5 ^{ns}	92,7	92,8		91,9 ^{ns}	91,3	91,3	
CV (%)		2,6				1,5		

Médias seguidas por letras diferentes (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: Não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PR: Pré-resfriamento em água e RC: resfriamento convencional em câmara fria. Fonte: Produção do próprio autor.

Com relação à incidência de podridões, não foi constatado efeito do pré-resfriamento, nos anos avaliados (dados não apresentados).

O pré-resfriamento de maçãs 'Gala' proporcionou maior força para penetração da polpa em dois anos avaliados, maior força para ruptura da casca, menor síntese de etileno, maior teor de SS e maior retenção da coloração verde da epiderme em apenas uma safra. O calor de campo simulado apresentou efeito na cor da epiderme, na força para ruptura da casca e na taxa respiratória em apenas uma safra. Este efeito em determinados anos de avaliação na mesma cultivar sugere que fatores pré-colheita e outros fatores pós-colheita possam estar envolvidos nos resultados destas variáveis.

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.

CONCLUSÃO

O pré-resfriamento em água não apresenta benefícios consistentes na manutenção da qualidade de maçãs 'Gala'. Maiores temperaturas de calor de campo simulado, em maçãs 'Gala' submetidas ou não ao pré-resfriamento em água, não apresentam comprometimento na qualidade após o armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2 ed. San Diego: Academic press. 414 p. 1997.
- BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. **Hydrocooling time estimation methods**. International Communications in Heat and Mass Transfer, v. 29, p. 165-174, 2002.
- BRACKMANN, A., MAZARO, S. M., CECCHINI, R. Efeito do pré-resfriamento e tratamento pós-colheita sobre a qualidade de maçãs, cv. Golden Delicious e Fuji, durante o armazenamento em atmosfera normal e controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 7-14, 1994.
- 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.; 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.; WEBER, A.; GIEHL, R.F.H.; EISERMANN, A.C. Pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos 'Chiripá'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2354-2360, 2009.
- FERGUSON, I.B., SNELGAR, W., LAY-YEE, M., et al. Heat shock response in apple fruit in the field. **Australian Journal of Plant Physiology**, Coolingwood.v. 25, p. 155-163, 1998.
- FICA, J.; SKRZYNSKI, J.; DILLEY, D.R. The effect of delayed cooling and delayed application of CA storage of McIntosh apples under low and high ethylene levels. In: NATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 4., 1985, Raleigh. **Proceedings...** v. 4, p. 82-94.
- KLUCH, H.D.W., MELLO, A. M., FREITAS, S., BRACKMANN, A. Efeito do pré-resfriamento e condições de armazenamento sobre a qualidade físico-química e lanosidade de pêssegos cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 269-272, 2003.

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.

STEFFENS, C.A. et al . Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.42, n.3, p.313-321, 2007 .

WOOLF, A. B.; FERGUSON, I. B. Postharvest responses to high fruit temperatures in the field. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, p. 7-20, 2000.