

SALATA AC; CARDOSO AII; EVANGELISTA RM; MAGRO FO. 2014. Uso de ácido ascórbico e cloreto de cálcio na qualidade de repolho minimamente processado. *Horticultura Brasileira* 32: 391-397. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620140000400004>

## Uso de ácido ascórbico e cloreto de cálcio na qualidade de repolho minimamente processado

Ariane C Salata; Antonio II Cardoso; Regina M Evangelista; Felipe O Magro

UNESP-FCA, Depto. Horticultura, C. Postal 237, 18610-307 Botucatu-SP; ariane\_salata@yahoo.com.br; ismaeldh@fca.unesp.br; evangelista@fca.unesp.br; felipe\_magro@yahoo.com.br

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido ascórbico (AA) e do cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) aplicado em imersão nas temperaturas de 20 e 40°C, sobre as características físico-químicas e sensoriais do repolho minimamente processado e mantido sob refrigeração. Os repolhos foram cortados em fatias com espessura de 3 mm. As fatias foram imersas em hipoclorito de sódio (50 ppm) por 5 minutos para higienização. Foram realizados os tratamentos T1= testemunha (imersão em água por 5 min a 20°C); T2= imersão em solução contendo AA a 1%, por 5 min a 20°C; T3= imersão em solução contendo AA a 2%, por 5 min a 20°C; T4= imersão em solução contendo  $\text{CaCl}_2$  a 1%, por 5 min a 20°C; T5= imersão em solução contendo  $\text{CaCl}_2$  a 2%, por 5 min a 20°C; T6= imersão em solução contendo  $\text{CaCl}_2$  a 1%, por 5 min a 40°C; T7= imersão em solução contendo  $\text{CaCl}_2$  a 2%, por 5 min a 40°C, com quatro repetições cada. Os produtos foram centrifugados por 1 minuto, embalados em bandejas de poliestireno expandido, recobertos com policloreto de vinila de 20  $\mu\text{m}$  e mantidos a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  e UR de 85-90%, por oito dias. Observou-se pequena elevação dos valores de pH e acidez titulável e diminuição nos teores de sólidos solúveis durante o período de conservação, independente do tratamento. O tratamento com AA não diferiu da testemunha quanto a cor e aparência geral, enquanto que o tratamento com  $\text{CaCl}_2$  2% a 20°C foi o que melhor manteve a qualidade, com menor escurecimento, as melhores notas para aparência geral e intenção de compra e menor odor estranho no final do período de conservação.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea*, processamento mínimo, antioxidante, escurecimento.

### ABSTRACT

#### Use of ascorbic acid and calcium chloride on quality of minimally processed cabbage

The objective of this trial was to evaluate the effect of ascorbic acid (AA) and calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) applied by immersion at temperatures of 20 and 40°C on the physicochemical and sensory characteristics of minimally processed cabbage, stored under refrigeration. Cabbages were processed in an industrial food processing equipment to be cut in slices with thickness of 3 mm. Slices were immersed in sodium hypochlorite (50 ppm) during 5 minutes for sanitization. After, the following treatments were carried out T1= control (immersion in water during 5 minutes at 20°C); T2= immersion in 1% AA solution, during 5 minutes at 20°C; T3= immersion in 2% AA solution, during 5 minutes at 20°C; T4= immersion in 1%  $\text{CaCl}_2$  solution during 5 minutes at 20°C; T5= immersion in 2%  $\text{CaCl}_2$  solution during 5 minutes at 20°C; T6= immersion in 1%  $\text{CaCl}_2$  solution during 5 minutes at 40°C; and T7= immersion in 2%  $\text{CaCl}_2$  solution during 5 minutes at 40°C; with four replications each one. After application of treatments, cabbage was centrifuged during one minute, wrapped with polyvinyl chloride, 20  $\mu\text{m}$ , in trays of expanded polystyrene and maintained in refrigerated environment, at  $6\pm 1^\circ\text{C}$  and 85-90% of relative humidity, during eight days. Little increasing was observed in pH and titratable acidity values and reduction in soluble solids during conservation period on all treatments. Treatment with AA did not differ from control for color and general appearance, while treatment with 2%  $\text{CaCl}_2$  at 20°C maintained the best quality, with less intensity of browning, best general appearance and purchase intent and least strange odor at the end of evaluation period.

**Keywords:** *Brassica oleracea*, minimal processing, antioxidant, browning.

(Recebido para publicação em 17 de maio de 2013; aceito em 4 de agosto de 2014)

(Received on May 17, 2013; accepted on August 4, 2014)

O processamento mínimo é definido como qualquer alteração física causada em frutos ou hortaliças que mantém o estado fresco desses produtos. Inclui as operações de seleção, lavagem, corte, sanitização, centrifugação, embalagem, conservação e comercialização (Chitarra, 1998; Moretti, 2007). No entanto, o processamento mínimo pode

causar efeitos fisiológicos, incluindo incremento na produção de etileno e da respiração, deterioração das membranas, perda de água, suscetibilidade aos microrganismos, perda de clorofila, formação de pigmentos, modificação do sabor e aroma, amaciamento do tecido e escurecimento enzimático (Rico *et al.*, 2007a).

O escurecimento enzimático é um dos principais problemas que ocorre em repolho minimamente processado (Manolopoulou & Varzakas, 2011) e estas reações de escurecimento ocorrem como consequência da ação da polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (POD) sobre os polifenóis, formando as quinonas, as quais polimerizam produzindo os

compostos de aparência escura (Li-Qin *et al.*, 2009).

O repolho é considerado um produto que apresenta baixa atividade respiratória e produção de etileno, apresentando vida útil superior aos produtos com média e alta produção de CO<sub>2</sub> (Cantwell & Suslow, 1999). No entanto, a atividade respiratória do repolho minimamente processado é maior que a do produto inteiro (Rinaldi *et al.*, 2008). Segundo Cantwell & Suslow (1999), as taxas respiratórias de alface e do repolho em tiras são de 200 a 300% maiores com relação às hortaliças intactas e permanecem altas durante todo o período de conservação. Baixas temperaturas, associadas com a atmosfera modificada, durante a conservação, reduzem a produção de CO<sub>2</sub> e a síntese de etileno em hortaliças folhosas minimamente processadas (Barth *et al.*, 1993).

Alguns produtos, tais como os ácidos cítrico, ascórbico, isoascórbico, eritórbico e EDTA (ácido etileno-diamino-tetracético) são substâncias antioxidantes que evitam o escurecimento enzimático, a perda do sabor e do aroma, o amadurecimento dos tecidos e a perda da qualidade nutricional (Melo & Vilas Boas, 2006; Oms-Oliu *et al.*, 2010; Manolopoulou & Varzakas, 2011). Os sais de cálcio também são usados como agente anti-escurecimento (Manolopoulou & Varzakas, 2011).

Ácido ascórbico e cloreto de cálcio têm sido utilizados com vantagens na manutenção da qualidade físico-química e sensorial em couve-chinesa (Evangelista *et al.*, 2009), alface e cenoura (Martin-Diana *et al.*, 2005). Manolopoulou & Varzakas (2011) estudaram o efeito do ácido ascórbico (AA), ácido cítrico (AC) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) no tratamento do repolho minimamente processado. Verificaram que o AA manteve as condições de qualidade por 14 dias a 0°C e por 7 dias a 5°C porém não diferindo da amostra controle quanto ao escurecimento. O CaCl<sub>2</sub> reduziu o escurecimento na superfície cortada por 14 dias em ambas as temperaturas, enquanto que o AC reduziu por 22 dias a 0°C.

O aumento da temperatura nos tratamentos de imersão, principalmente com cálcio, tem sido muito importante

na manutenção da qualidade de melão (Luna-Guzman *et al.*, 1999) e cenoura (Rico *et al.*, 2007b) minimamente processados. Rico *et al.* (2007b) verificaram que altas temperaturas durante a imersão aumentam a difusão do cálcio nos tecidos de cenoura, aumentando a qualidade, especialmente mantendo a textura e reduzindo o escurecimento em comparação com baixas temperaturas.

Com base no exposto, observa-se que o tratamento por imersão com ácido ascórbico e com cloreto de cálcio pode ser benéfico na conservação de hortaliças minimamente processadas, visando a manutenção da qualidade, principalmente por retardar o escurecimento enzimático. No entanto, a eficiência do CaCl<sub>2</sub> pode depender da temperatura durante o processo de imersão, não existindo estudos nesta linha com o repolho.

O objetivo deste trabalho foi investigar o potencial do ácido ascórbico e do cloreto de cálcio, aplicado em diferentes temperaturas, sobre a qualidade do repolho minimamente processado e mantido sob refrigeração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados repolhos, híbrido Kenzan, produzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu. Após a colheita (18/08/2009), os repolhos foram transportados ao laboratório da UNESP-FCA. As folhas externas foram descartadas e os repolhos divididos em quatro partes e levados ao processador de alimentos industrial marca Skymesen. Foi utilizado para o corte o disco de fatias E3, com espessura de 3 mm. Após o corte, as fatias foram imersas em hipoclorito de sódio (50 ppm) por 5 minutos para higienização.

Após a higienização foram realizados os tratamentos T1= testemunha (imersão em água por 5 min a 20°C); T2= imersão em solução contendo ácido ascórbico (AA) a 1%, por 5 min a 20°C; T3= imersão em solução contendo AA a 2%, por 5 min a 20°C; T4= imersão em solução contendo cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) a 1%, por 5 min a 20°C; T5= imersão em solução contendo CaCl<sub>2</sub>

a 2%, por 5 min a 20°C; T6= imersão em solução contendo CaCl<sub>2</sub> a 1%, por 5 min a 40°C; T7= imersão em solução contendo CaCl<sub>2</sub> a 2%, por 5 min a 40°C, com quatro repetições cada. Em seguida, os produtos foram centrifugados por 1 minuto, embalados em bandejas de poliestireno expandido (contendo 100 g para cada bandeja por repetição), recobertos com policloreto de vinila (PVC), com espessura de 20 µm (permeação ao oxigênio de 0,6-2,3 x 10<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia e ao gás carbônico de 4,3-8,1 x 10<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia e transmissão ao vapor d'água >8 g/m<sup>2</sup> dia 1 atm) e conservados a 6±1°C e UR de 85-90%. As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas a cada dois dias, durante oito dias.

Em cada avaliação, as amostras foram retiradas das bandejas e trituradas em mix para serem realizadas as análises de a) perda de massa (%) [relação percentual entre a massa inicial do produto e aquela obtida a cada intervalo de tempo de amostragem (0, 2, 4, 6 e 8 dias)]; b) pH e acidez titulável, [conforme Instituto Adolfo Lutz, publicadas em Brasil (2005)]; c) sólidos solúveis (SS) [com refratômetro digital ATAGO-BR 32, conforme recomendação feita pela AOAC (2005)]; d) açúcares redutores totais [método descrito por Somogyi, e adaptado por Nelson (1944)]; e) cor [colorímetro Konica Minolta-CR 400, sendo as leituras realizadas em C\* (chroma, intensidade de cor) e h° (é um ângulo na cor com rotação de 360°) com 0°, 90°, 180° e 360° representando o hue vermelho, amarelo, verde e azul, respectivamente (Ding *et al.*, 2007)].

A análise sensorial foi realizada com teste discriminativo, teste de ordenação, no qual os 20 provadores não treinados detectavam se havia ou não diferença entre as amostras, a partir de uma escala de notas adaptadas de Peryam & Girardot (1952), para aparência geral (1= péssima, 2= ruim, 3= regular, 4= boa, 5= excelente), odor (1= ausente, 2= leve, 3= moderado, 4= intenso, 5= excelente) e a intenção de compra (1= certamente não compraria, 2= provavelmente não compraria, 3= talvez compraria, 4= provavelmente compraria, 5= certamente compraria) do repolho minimamente processado.

O delineamento estatístico utilizado

foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, contendo 100 g de repolho por parcela (bandeja) em cada período de análise. A partir dos resultados obtidos procedeu-se à análise de variância em fatorial 7x5 (tratamentos com AA ou CaCl<sub>2</sub> x dias), e aplicou-se o teste de Tukey considerando-se um nível de significância p<0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada perda de massa no repolho avaliado no decorrer do período de conservação para todos os tratamentos aplicados (Figura 1). Os tratamentos com AA a 1 e a 2% e com CaCl<sub>2</sub> a 1 e 2% a 20°C apresentaram as maiores perdas de massa fresca nos dias avaliados, principalmente nas duas últi-

mas avaliações, diferindo da testemunha (Figura 1). Apenas os tratamentos com CaCl<sub>2</sub> a 1 e 2% a 40°C não diferiram da testemunha (Figura 1).

Os valores observados neste experimento, para perda de massa, são inferiores a 2%, causando pequena perda de qualidade em todos os tratamentos. Perdas de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, porém alguns produtos são comercializáveis com até 10% de perda de água (Chitarra & Chitarra, 2005). Esta pequena perda de massa pode ser devido à utilização do filme plástico que funciona como uma barreira, da baixa temperatura (6±1°C) na câmara, além da alta umidade relativa (85-90%) ao redor do produto minimamente processado que reduz o déficit de pressão de vapor

e, por conseguinte, a perda de água. Cisneros-Zevallos *et al.* (1997), trabalhando com cenoura minimamente processada, tratadas com cálcio e mantidas em alta umidade relativa, também observaram baixa perda de massa.

Uma perda de massa mesmo que pequena é inevitável, pois a retirada de calor da respiração por resfriamento externo gera um gradiente de potencial hídrico que leva água da superfície do produto para a superfície de resfriamento (Moretti, 2007).

Verificou-se aumento significativo nos valores de pH ao serem comparados produto recém tratado (dia 0) com o segundo dia após o tratamento, estabilizando-se após esta avaliação (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Sigrist (2002) e por Evangelista *et al.* (2009) com rúcula

**Tabela 1.** Características físico-químicas de repolho minimamente processado, tratado com ácido ascórbico (AA) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e mantido a 6±1°C e UR 85-90%, durante oito dias [physico-chemical characteristics of minimally processed cabbage treated with ascorbic acid (AA) and calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) and maintained at 6±1°C and UR 85-90% during eight days]. Botucatu, UNESP, 2009.

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
<b>pH</b>					
Testemunha	6,04 Bab	6,86 Aab	6,83 Aab	6,84 Aa	6,59 Aa
AA 1%/20°C	6,15 Ba	6,82 Aab	6,78 Aabc	6,81 Aa	6,66 Aa
AA 2%/20°C	6,14 Ca	6,98 Aa	6,96 Aa	6,74 ABa	6,62 Ba
CaCl <sub>2</sub> 1%/20°C	6,09 Ba	6,60 Abc	6,60 Abcd	6,55 Aa	6,53 Aa
CaCl <sub>2</sub> 2%/20°C	6,04 Cab	6,32 BCc	6,43 ABd	6,60 Aa	6,44 ABa
CaCl <sub>2</sub> 1%/40°C	5,93 Bab	6,51 Ac	6,63 Abcd	6,57 Aa	6,46 Aa
CaCl <sub>2</sub> 2%/40°C	5,79 Bb	6,33 Ac	6,52 Acd	6,58 Aa	6,47 Aa
<b>Acidez titulável (%)</b>					
Testemunha	0,0402Ca	0,0650Bb	0,0675Ba	0,0660Bc	0,0822Aa
AA 1%/20°C	0,0433Da	0,0730Bab	0,0603Ca	0,0750Bbc	0,0910Aa
AA 2%/20°C	0,0508Ca	0,0683Bb	0,0598BCa	0,0875Aab	0,0908Aa
CaCl <sub>2</sub> 1%/20°C	0,0383Da	0,0708BCb	0,0608Ca	0,0910Aa	0,0790Ba
CaCl <sub>2</sub> 2%/20°C	0,0410Ca	0,0750Bab	0,0703Ba	0,0938Aa	0,0815Ba
CaCl <sub>2</sub> 1%/40°C	0,0450Da	0,0748BCab	0,0698Ca	0,0883Aa	0,0823ABa
CaCl <sub>2</sub> 2%/40°C	0,0487Ca	0,0845Aa	0,0713Ba	0,0860Aab	0,0813ABa
<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>					
Testemunha	5,65 Ac	5,12 Bc	5,87 Aab	5,10 Bbc	4,97 Bbc
AA 1%/20°C	6,12 Aab	5,45 Bbc	5,70 Bab	5,45 Ba	5,40 Ba
AA 2%/20°C	6,17 Aab	5,47 Bbc	5,55 Babc	5,40 Bab	5,32 Bab
CaCl <sub>2</sub> 1%/20°C	5,82 Abc	5,10 BCc	5,30 Bc	4,95 CDc	4,65 Dc
CaCl <sub>2</sub> 2%/20°C	6,05 Aab	5,40 BCc	5,52 Bbc	5,20 BCbc	5,07 Cab
CaCl <sub>2</sub> 1%/40°C	6,12 Aab	5,80 ABab	5,92 ABa	5,20 BCbc	5,37 Ca
CaCl <sub>2</sub> 2%/40°C	6,35 Aa	5,92 Ba	5,92 Ba	5,20 BCbc	5,27 Cab

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, 5% de probabilidade em cada parâmetro avaliado (means followed by same letters, uppercase in rows and lowercase in columns, do not differ significantly by Tukey test, 5% probability for each evaluated parameter).

**Tabela 2.** Açúcares redutores (%) de repolho minimamente processado, tratado com ácido ascórbico (AA) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e mantido a 6±1°C e UR 85-90%, durante oito dias [reducing sugars (%) of minimally processed cabbage treated with ascorbic acid (AA) and calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) and maintained at 6±1°C and UR 85-90% during eight days]. Botucatu, UNESP, 2009.

Tratamentos	Açúcares redutores (%)
Testemunha	4,00 B
AA 1%/20°C	4,32 A
AA 2%/20°C	4,31 A
CaCl <sub>2</sub> 1%/20°C	4,02 B
CaCl <sub>2</sub> 2%/20°C	4,34 A
CaCl <sub>2</sub> 1%/40°C	4,26 A
CaCl <sub>2</sub> 2%/40°C	4,31 A
CV (%)	5,75

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, 5% de probabilidade (means followed by same letter do not differ significantly by Tukey test, 5% probability).

e couve-chinesa minimamente processada, respectivamente. Fantuzzi *et al.* (2004) reportaram aumento no pH de 5,6 para 6,5 em repolho minimamente processado após 20 dias de conservação a 1 e 5°C, valores semelhantes aos observados neste trabalho. Gómez-López *et al.* (2007) observaram aumento do pH de repolho minimamente processado durante conservação a 4 e 7°C, e

discutem que este aumento pode estar relacionado com a resposta do tecido ao tentar neutralizar a acidez gerada pelo dióxido de carbono. Rinaldi *et al.* (2009), trabalhando com repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem, observaram aumento do pH e atribuíram este aumento à população de microrganismos durante o armazenamento. No entanto,

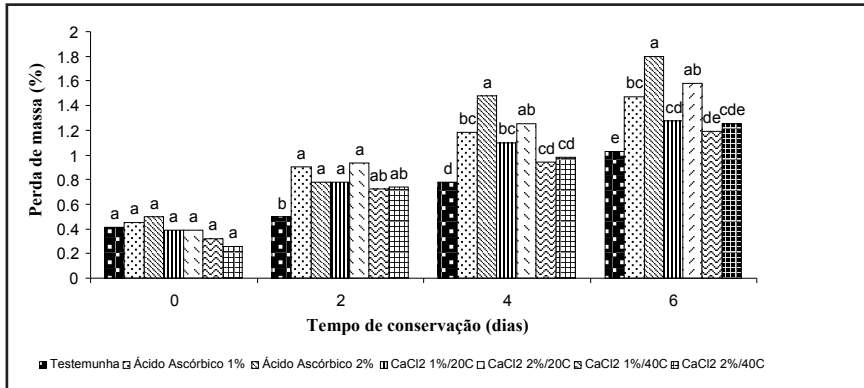
não foram observadas contaminações na presente pesquisa.

Houve tendência de aumento da acidez titulável (AT) até o 6º ou 8º dia de avaliação, dependendo do tratamento (Tabela 1). Quando se compara os teores de AT nos repolhos nos diferentes tratamentos, observou-se que não houve diferença entre eles nos dias 0, 4º e 8º (Tabela 1). No 2º dia, o tratamento onde se utilizou CaCl<sub>2</sub> a 2% na temperatura de 40°C foi o que apresentou maior teor de AT e no 6º dia a testemunha apresentou o menor valor, porém não diferindo do tratamento AA a 1% (Tabela 1). De acordo com Senter *et al.* (1991), o aumento na acidez de produtos armazenados por curtos períodos pode ser explicado pela geração de radicais (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise dos constituintes da parede celular, em especial, as pectinas. No entanto, Roura *et al.* (2000), trabalhando com acelga, observaram comportamento diferente do ocorrido neste trabalho com repolho, com diminuição da AT durante os primeiros dias de armazenamento sendo os maiores danos nos tecidos provocados pelo processamento mini-

**Tabela 3.** Chroma e Hue de repolho tratado com ácido ascórbico (AA) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e mantido a 6±1°C e UR 85-90%, durante oito dias [Chroma and Hue of cabbage treated with ascorbic acid (AA) and calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) and maintained at 6±1°C and UR 85-90% for eight days]. Botucatu, UNESP, 2009.

Tratamentos	Tempo de armazenamento				
	0	2	4	6	8
<b>Chroma</b>					
Testemunha	20,67 Bbc	31,83 Abc	30,54 Ad	16,32 Cc	17,88 BCbc
AA 1%/20°C	18,62 Bc	27,84 Ac	31,79 Acd	18,02 Bbc	18,42 Bbc
AA 2%/20°C	21,69 Bbc	32,54 Ab	29,81 Ad	18,36 Babc	18,42 Bbc
CaCl <sub>2</sub> 1%/20°C	24,73 Bb	31,61 Abc	31,24 Acd	18,47 Cabc	16,63 Cc
CaCl <sub>2</sub> 2%/20°C	24,12 Bb	35,30 Ab	34,94 Abc	19,46 Cabc	22,03 Bab
CaCl <sub>2</sub> 1%/40°C	33,66 Ba	40,05 Aa	43,09 Aa	22,52 Ca	23,47 Ca
CaCl <sub>2</sub> 2%/40°C	30,46 Ba	39,63 Aa	37,45 Ab	20,70 Cab	21,80 Cab
<b>Hue</b>					
Testemunha	116,68 Acd	113,29 Bbc	110,10 Cbc	107,07 Dc	106,52 Db
AA 1%/20°C	115,81 Acd	112,93 Bbc	107,96 Ccd	107,96 Cc	105,54 Dbc
AA 2%/20°C	114,59 Ad	111,48 Bc	106,34 Cd	106,52 Cc	103,76 Dc
CaCl <sub>2</sub> 1%/20°C	115,51 Acd	112,75 Bbc	110,14 Cbc	108,24 Cc	105,15 Dbc
CaCl <sub>2</sub> 2%/20°C	117,58 Abc	114,85 Bab	111,62 Cb	111,47 Cb	110,92 Ca
CaCl <sub>2</sub> 1%/40°C	119,23 Aab	115,70 Ba	111,53 Cb	113,20 Cab	112,83 Ca
CaCl <sub>2</sub> 2%/40°C	120,81 Aa	115,61 Ba	114,78 BCa	114,63 BCa	112,81 Ca

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, 5% de probabilidade em cada parâmetro avaliado (means followed by same letters, uppercase in rows and lowercase in columns, do not differ significantly by Tukey test, 5% probability for each evaluated parameter).



**Figura 1.** Perda de massa (%) de repolho minimamente processado, tratado com ácido ascórbico (AA) e cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e mantido a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  e UR 85-90%, durante oito dias; médias seguidas de mesma letra nos dias não diferem entre si, pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade (weight loss (%) of minimally processed cabbage treated with ascorbic acid (AA) and calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) and maintained at  $6\pm 1^\circ\text{C}$  and UR 85-90% during eight days; means followed by same letters in date do not differ significantly by Tukey test, 5% probability). Botucatu, UNESP, 2009.

mo. Estes pesquisadores associaram este decréscimo da acidez a uma maior respiração do tecido vegetal logo após o processamento mínimo.

Verificou-se tendência de diminuição dos teores de sólidos solúveis (SS) ao longo do período de conservação em todos os tratamentos (Tabela 1). Evangelista *et al.* (2009) e Roura *et al.* (2000) também observaram diminuição nos teores de SS durante o período de conservação de couve-chinesa e acelga, respectivamente. Estes autores atribuíram este decréscimo a um aumento da atividade respiratória. Entretanto, Rinaldi *et al.* (2009) não observaram redução dos teores de SS em repolho minimamente processado, embalado em diferentes embalagens e armazenado a  $5^\circ\text{C}$ , com valores que oscilaram entre 3,25 e 4,25°Brix, inferiores aos observados neste trabalho. Entre os tratamentos, a testemunha e o tratamento com  $\text{CaCl}_2$  1% a  $20^\circ\text{C}$  foram observados, em média, os menores valores na maioria das avaliações (Tabela 1).

Não houve interação entre os dias de conservação e açúcares redutores (AR). Os menores teores de AR, independentemente do dia da avaliação, foram obtidos nos repolhos sem tratamento (testemunha) (4,00%) e no  $\text{CaCl}_2$  1% a  $20^\circ\text{C}$  (4,02%) e o maior valor (4,34) foi observado para  $\text{CaCl}_2$  2% a  $20^\circ\text{C}$ , porém não diferindo dos tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  1 e 2% a  $40^\circ\text{C}$  e AA 1 e 2% (Tabela 2). Os teores de AR apresen-

taram comportamento semelhante ao obtido para SS, o que era esperado, pois os açúcares compõem a maior parte dos sólidos solúveis.

Os valores de Chroma (C) aumentaram no 2° e 4° dia de armazenamento e diminuíram no 6° dia (Tabela 3). Segundo Miglio *et al.* (2008), a diminuição dos valores de C indica perda de vivacidade da coloração. Apresentaram maiores valores os tratamentos com  $\text{CaCl}_2$ , principalmente a  $40^\circ\text{C}$ , mostrando que a temperatura de tratamento tem influência na manutenção da qualidade do produto minimamente processado, confirmando o relatado por Luna-Guzman *et al.* (1999) e por Rico *et al.* (2007a). Segundo estes autores, a maior temperatura durante o tratamento favorece maior difusão de cálcio, reduzindo o escurecimento. Os menores valores de C foram observados na testemunha e nos tratamentos com AA, 1 e 2%, ou seja, foram os tratamentos em que houve maior perda de vivacidade da coloração.

Os tratamentos com  $\text{CaCl}_2$   $20^\circ\text{C}$  (2%) e  $\text{CaCl}_2$   $40^\circ\text{C}$  (1 e 2%) apresentaram os maiores valores de ângulo hue ( $h^\circ$ ), diferindo dos demais tratamentos na maioria das avaliações (Tabela 3). Segundo Manolopoulou & Varzakas (2011), estes valores são os parâmetros mais adequados para medir as mudanças de coloração da superfície de repolho minimamente processado. Quando a coloração torna-se escura, um decrés-

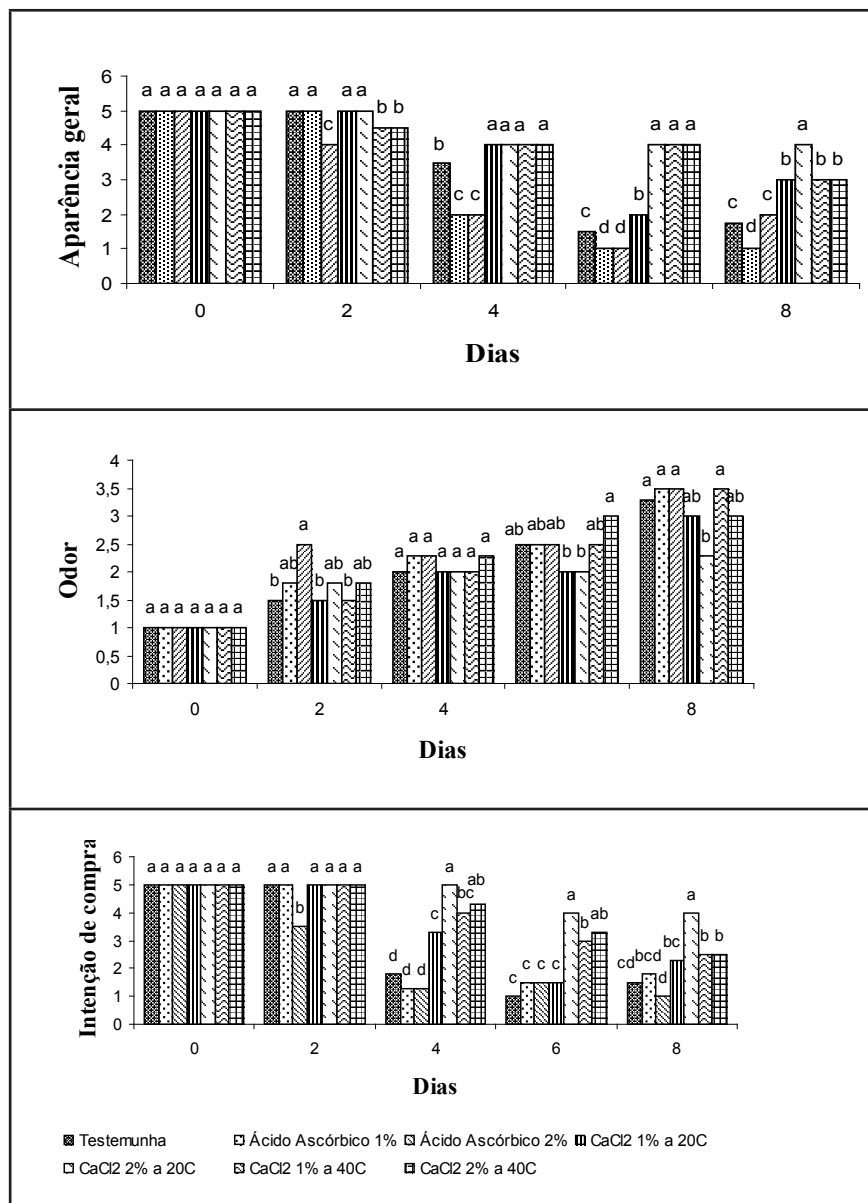
cimo no  $h^\circ$  é observado. Este resultado difere do observado por Manolopoulou & Varzakas (2011) que não observaram diferença nos valores de ângulo hue ( $h^\circ$ ) entre o tratamento com AA e  $\text{CaCl}_2$  no tratamento de repolho minimamente processado.

Segundo Manolopoulou & Varzakas (2011), o AA é um agente redutor muito utilizado para evitar o escurecimento de vegetais processados. Porém, neste trabalho, o  $\text{CaCl}_2$  foi mais eficiente que o ácido ascórbico para reduzir o escurecimento, coincidindo com as maiores notas recebidas para aparência geral (Figura 2). A ação do  $\text{CaCl}_2$  pode ser devido a inibição da polifenoloxidase (PFO) pelos íons cloreto (Manolopoulou & Varzakas, 2011), como também uma maior difusão do cálcio nos tecidos quando aplicado na concentração de 1 e 2% a  $40^\circ\text{C}$ , que pode ter ajudado a manter a qualidade, reduzindo o escurecimento (Rico *et al.*, 2007a).

Observando-se os resultados obtidos para as avaliações sensoriais do repolho (Figura 2), verificou-se que logo após a aplicação dos tratamentos (0 dia) todas as variáveis alcançaram notas excelentes, devido ao frescor do produto. Em contrapartida, no último dia de análise as notas foram insatisfatórias para a maioria dos tratamentos, pois o repolho já apresentava aparência ruim, odor intenso e nota baixa para intenção de compra (“provavelmente não compraria”) por parte dos avaliadores, com exceção do tratamento com  $\text{CaCl}_2$  2% a  $20^\circ\text{C}$ .

O tratamento com AA 2% foi o primeiro a perder qualidade quanto à aparência geral e intenção de compra, já no 2° dia de conservação, sendo inferior à testemunha (Figura 2). Este resultado difere do observado por Manolopoulou & Varzakas (2011) em repolho minimamente processado e tratado com diferentes produtos químicos (ácido ascórbico, cítrico e cloreto de cálcio) onde a qualidade geral foi mantida por 14 dias a  $0^\circ\text{C}$  e 7 dias a  $5^\circ\text{C}$ .

A partir do 4° dia de conservação, os tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  foram superiores à testemunha para intenção de compra, com destaque para 2% a  $20^\circ\text{C}$  que manteve a qualidade até o 8° dia (Figura 2). Para o odor, o tratamento com AA a



**Figura 2.** Aparência geral, odor e intenção de compra de repolho minimamente processado, tratado com ácido ascórbico (AA) e cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e mantido a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  e UR 85-90%, durante oito dias; médias seguidas de mesma letra nos dias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade [general appearance, odor and purchase intention of minimally processed cabbage treated with ascorbic acid (AA) and calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) and maintained at  $6\pm 1^\circ\text{C}$  and UR 85-90% for eight days; means followed by same letters in date do not differ significantly by Tukey test, 5% probability]. Botucatu, UNESP, 2009.

2% foi inferior à testemunha no 2º dia de avaliação enquanto que com  $\text{CaCl}_2$  a  $20^\circ\text{C}$  foi superior no 6º dia para as duas concentrações e no 8º dia apenas para 2% (Figura 2). Martin-Diana *et al.* (2005) não observaram diferença significativa nos atributos sensoriais entre amostras quando tratadas com lactato de cálcio e cloreto de cálcio. Manolopoulou & Varzakas (2011) verificaram que o cloreto de cálcio foi

efetivo em preservar a qualidade geral, bem como em reduzir o escurecimento em repolho conservado a 0 e  $5^\circ\text{C}$ .

De maneira geral, observou-se pequena elevação nos valores de pH e acidez titulável e diminuição nos teores de sólidos solúveis, durante o período de conservação, independentemente do tratamento. Também foram observados diminuição nos valores de chroma e hue em todos os tratamentos, indicando a

ocorrência de escurecimento, porém, com menor intensidade nos tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  2% a  $20^\circ\text{C}$  e 1 e 2% a  $40^\circ\text{C}$ .

O tratamento com  $\text{CaCl}_2$  2% a  $20^\circ\text{C}$  foi o que melhor manteve a qualidade, com menor escurecimento, com as melhores notas para aparência geral e intenção de compra e menor odor estranho no final do período de conservação.

## REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. 2005. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 18 ed. Washington, DC, 1015p.
- BARTH MM; KERBEL EL; BROUSSARD S; SCHIMIDT SJ. 1993. Modified atmosphere packaging protects market quality in broccoli spears under ambient temperature storage. *Journal of Food Science* 58: 1070-1072.
- BRASIL. 2005. Ministério da Saúde. Agência Nacional de vigilância Sanitária. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Brasília: Ministério da Saúde. 1018p.
- CANTWELL M; SUSLOW T. 1999. Fresh-cut fruits and vegetables: aspects of physiology, preparation and handling that affect quality. In: Annual workshop fresh-cut products maintaining quality and safety, 5. 1999. Davis. *Proceedings...* Davis: University of California, 1999. Section 4b, p.1-22.
- CHITARRA MIF. 1998. *Processamento mínimo de frutos e hortaliças*. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 88p.
- CHITARRA MIF; CHITARRA AB. 2005. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed., Lavras: UFLA, 785 p.
- CISNEROS-ZEVALLOS L; SALVEIT ME; KROCHTA JM. 1997. Hygroscopic coatings control surface White discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. *Journal Food Science* 62: 363-366.
- DING P; AHMAD SH; GHAZALI HM. 2007. Changes in select quality characteristics of minimally processed carambola (*Averrhoa carambola*) when treated with ascorbic acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 702-709.
- EVANGELISTA RM; VIEITES RL; CASTRO PS; RALL VLM. 2009. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 29: 324-332.
- FANTUZZI E; PUSCHMANN R; VANETTI MCD. 2004. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. *Ciência e Tecnologia de alimentos* 24: 207-211.
- GÓMEZ-LÓPEZ VM; RAGAERT P; RYCKEBOER J; JEYACHANDRAN V; DEBEVERE J; DEVLIEGHERE F. 2007. Shelf-life of minimally processed cabbage treated with neutral electrolysed oxidising water and stored under equilibrium modified atmosphere. *International Journal of Food Microbiology* 17: 91-98.

- LI-QIN Z; JIE Z; SHU-HUA Z; LAI-HUI G. 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. *Food Chemistry* 114: 174-179.
- LUNA-GUZMANI; CANTEWELL M; BARRET DM. 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest in Biology Technology* 17: 201-213.
- MANOLOPOULOU E; VARZAKAS T. 2011. Effect of storage conditions on the sensory quality, color and texture of fresh-cut minimally processed cabbage with the addition of ascorbic acid, citric acid and calcium chloride. *Food and Nutrition Sciences* 2: 956-963.
- MARTIN-DIANA A; RICO D; BARRY-RYAN C; FRIAS J; MULCAHY J; HENEHAN G. 2005. Comparison of calcium lactate with chlorine as a washing treatment for fresh-cut lettuce and carrots: quality and nutritional parameters. *Journal of Science and Food Agriculture* 85: 2260-2268.
- MELO AAM; VILAS BOAS EVB. 2006. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. *Ciência e Tecnologia de alimentos* 26: 110-115.
- MIGLIO C; CHIAVARO E; VISCONTI A; FOGLIANO V; PELLEGRINI N. 2008. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 139-47.
- MORETTI CL. 2007. *Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 531 p.
- NELSON NA. 1944. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *Journal Biological Chemistry* 153: 375-80.
- OMS-OLIUG; ROJAS-GRAÜMA; GONZÁLEZ LA; VARELA P. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: a review. *Postharvest Biology and Technology* 57: 139-148.
- PERYAM DR; GIRARDDOT NF. 1952. Advanced taste method. *Food Engineering* 24: 58-61.
- RICO D; MARTÍN-DIANA AB; BARAT JM; BARRY-RYAN C. 2007a. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology* 18: 373-386.
- RICO D; MARTIN-DIANA AB; HENEHAN GTM; FRIAS J; BARAT JM; BARRY-RYAN C. 2007b. Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots. *Journal of Food Engineering* 79: 1196-1206.
- RINALDI MM; BENEDETTI BC; MORETTI CL. 2008. Atividade respiratória, produção de etileno e vida útil de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) minimamente processado em atmosfera controlada. *Engenharia Agrícola* 28: 579-589.
- RINALDI MM; BENEDETTI BC; SARANTÓPOULOS CIGL; MORETTI CL. 2009. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, 29: 310-315.
- ROURA SI; DAVIDOVICH LA; DEL VALLE CE. 2000. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 33: 53-59.
- SENER SD; CHAPMAN GW; FORBUS WR; PAYNE JA. 1991. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. *Journal of Food Science* 56: 989-991.
- SIGRIST JMM. 2002. *Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas*. Piracicaba: USP-ESALQ. 112p. (Tese doutorado).