

TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA

EFEITO DO CLORETO DE CÁLCIO NA PÓS-COLHEITA DE GOIABA CORTIBEL ⁽¹⁾

ELIAS TERRA WERNER ^(2*); LUIZ FERNANDO GANASSALI DE OLIVEIRA JUNIOR ⁽²⁾;
ANA PAULA DE BONA ⁽²⁾; BRUNA CAVATI ⁽²⁾; TARSILA DAYSY URSULA HERMOGENES GOMES ⁽²⁾

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi prolongar o período de conservação e manter a qualidade de goiabas (*Psidium guajava* L.) Cortibel, por meio da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio. Os frutos foram separados em quatro lotes, o controle (sem cálcio) e os tratamentos, que receberam a aplicação de CaCl₂ a 1%, 2% e 3% (p/v) por imersão durante 15 minutos para posterior análise de perda de massa fresca, pH, determinação de firmeza, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável, quantidade de clorofilas *a* e *b* e carotenóides, teor de ácido ascórbico na casca e na polpa e atividade da pectinametilesterase. A concentração de 1% foi responsável pela menor perda de massa fresca, maior firmeza e menor atividade da pectinametilesterase, demonstrando que o cálcio é importante para conservação do fruto, uma vez que atua na regulação do seu amadurecimento. Essa concentração retardou a perda de coloração e manteve o maior teor de ácido ascórbico na casca sem, contudo, diferir estatisticamente das outras concentrações no teor de sólidos solúveis totais e pH. Além disso, verificou-se que maiores concentrações de cálcio não beneficiam as características pós-colheita de goiaba.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, pectinametilesterase, amolecimento.

ABSTRACT

CALCIUM CHLORIDE APPLICATION IN THE POST-HARVEST OF GUAVAS CORTIBEL

The objective of this work was to extend the conservation period and maintain the quality of guavas (*Psidium guajava* L.) Cortibel, through the application of different concentrations of calcium chloride. The fruits were divided into four lots, the control (without calcium) and treatments, which received the application of CaCl₂ to 1%, 2% and 3% (p/v) by immersion for 15 minutes. The parameters evaluated were fresh weight loss, pH, determination of firmness, total soluble solids content, total titratable acidity, ratio total soluble solids and total titratable acidity, amount of chlorophyll *a* and *b* and carotenoid, ascorbic acid content in the rind and pulp and activity of pectinmethylesterase. The 1% of CaCl₂ concentration resulted in less fresh weight loss, keeping the firmness and reduced pectinmethylesterase activity, showing that calcium is important for fruit conservation, since it act in regulating the ripening. This concentration delays the loss of coloration and maintains the higher ascorbic acid content in the rind. However, there were no statistical differences from other CaCl₂ concentrations regarding total soluble solids and pH. Moreover, it was verified that higher calcium concentrations do not further improve the post-harvest characteristics in guava.

Key words: *Psidium guajava*, pectinmethylesterase, softening.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 12 de novembro de 2007 aceito em 10 de dezembro de 2008.

⁽²⁾ Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Botânica, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Av. Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário, Goiabeiras, 29075-910 Vitória (ES). E-mail: elias_werner@ig.com.br (*) Autor correspondente.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo comercial de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) representa importante papel na economia brasileira. No ano de 2004, o país atingiu uma produção de 408 mil toneladas em uma área plantada de aproximadamente 18 mil hectares, representando um aumento de cerca de 4% na produção e 5,6% de área cultivada em relação a 2000 (AGRIANUAL, 2007).

No Brasil, a produção comercial concentra-se principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, sendo os principais representantes os Estados de São Paulo e Pernambuco (AGRIANUAL, 2007). O Estado do Espírito Santo é responsável pela produção de 6,5 toneladas de goiabas por ano (AGRIANUAL, 2007), sendo Santa Teresa o município com maior área de cultivo e produção dessa fruteira (LSPA, 2005).

A goiaba é um fruto tropical importante nutricionalmente devido aos teores de açúcares, vitaminas A, B e C, fibras e minerais como ferro, cálcio e fósforo (MANICA, 2000). A classificação do fruto quanto ao comportamento climatérico e não-climatérico é contraditória (AZZOLINI et al., 2005).

O cálcio está diretamente relacionado à qualidade pós-colheita (MANICA, 2000), uma vez que atua na regulação do amolecimento de frutos, formando pontes entre os ácidos pécticos e polissacarídeos (MOTA et al., 2002), o que confere resistência, principalmente na lamela média (LUNA-GUZMAN et al., 1999; LARA et al., 2004). Essas pontes funcionam como sítios anti-senescência e estabilizam a estrutura da parede e da membrana celular, o que dificulta o acesso e/ou interfere na atividade de enzimas hidrolíticas, como a pectinametilesterase (PME). Na tentativa de manter a textura e a firmeza, retardar a senescência e reduzir a taxa respiratória e a produção de etileno tem sido utilizada a aplicação de cálcio em frutas (NEVES et al., 2000; BOTELHO et al., 2002; MOTA et al., 2002; NEVES et al., 2004; XISTO et al., 2004; FIGUEIREDO et al., 2007). A PME é responsável pela clivagem de componentes da cadeia de pectina (LUNA-GUZMAN et al., 1999; ABU-GOUKH e BASHIR, 2003), disponibilizando substratos potenciais para ação de outras enzimas, as quais são responsáveis por alterar a porosidade da complexa estrutura da parede celular (LIMA et al., 2006; GOULAO et al., 2007).

As goiabeiras Cortibel, desenvolvidas no município de Santa Teresa, são plantas vigorosas, resistentes a fungos, com frutos grandes, de sabor adocicado e desejáveis para comercialização *in natura* (COSTA e PACOVA, 2003).

Este trabalho teve como objetivo prolongar o período de conservação e manter a qualidade de goiabas Cortibel, por meio da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio (CaCl_2).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Goiabas de mesa com polpa vermelha Cortibel, provenientes do município de Santa Teresa (ES), foram colhidas manualmente em estágio fisiologicamente maduro (MANICA et al., 2000) pela manhã, acondicionadas em papel craft, para evitar danos mecânicos, e transportadas em caixas de papelão e armazenadas sob refrigeração a 16 °C durante 12 horas.

Os frutos foram lavados em água corrente, descartando-se aqueles com coloração amarelada e com danos mecânicos e fisiológicos. Os frutos selecionados, com massa média de 188 g, diâmetro médio de 65 mm e altura média de 72 mm, foram separados em quatro lotes, contendo 12 frutos cada um; o primeiro lote não recebeu nenhum tratamento (controle) e os demais foram imersos em solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) a 1%, 2% e 3% (p/v), durante 15 minutos. Posteriormente, as goiabas foram secas à temperatura ambiente, numeradas, acondicionadas em caixas de papelão e mantidas a 22 °C \pm 2, UR 80% \pm 5.

Os frutos foram analisados 24 horas após a colheita e a cada 3 dias, avaliando-se as variáveis perda de massa fresca, firmeza, pH, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, conteúdo de pigmentos (clorofilas *a* e *b* e carotenóides), conteúdo de ácido ascórbico e atividade da pectinametilesterase (PME).

A perda de massa fresca foi obtida pela diferença entre a massa inicial e a do momento da realização das análises, sendo expressa em porcentagem (%) em relação ao valor inicial. A firmeza da polpa foi avaliada, após a retirada da casca, com auxílio de penetrômetro Fruit Pressure Tester modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro e ponta plana, aplicando-se três leituras por fruto na região equatorial, e os resultados foram expressos em Newton (N). Os teores de SST da polpa (°Brix) foram determinados por leitura direta utilizando-se refratômetro analógico Instrutherm modelo RT-30ATC, com o valor corrigido para 22 °C. A ATT da polpa (% ácido cítrico), foi determinada segundo método proposto pela AOAC (1992) usando-se método titulométrico com NaOH 0,01N até pH 8,1. O pH da polpa foi avaliado com auxílio de um peagômetro Bel Engineering modelo W3B. Os pigmentos da casca foram extraídos segundo AARNON (1949), através de maceração do material vegetal em acetona 80% e posterior análise em espectrofotômetro FEMTO 700 Plus nos comprimentos de onda de 480, 645 e 663. Seus valores foram calculados pelas equações de HENDRY e GRIME (1993):

$$\text{Clorofila a} = (12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645})$$

$$\text{Clorofila b} = (20,2 \times A_{645}) - (8,02 \times A_{663})$$

$$\text{Carotenóide} = \frac{[(A_{480} + (0,114 \times A_{663}) - (0,638 \times A_{645})) \times V]}{112,5 \times (\text{MF})}$$

sendo: A_{480} , A_{645} e A_{663} = absorvância no espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 480, 645 e 663 respectivamente; V = volume do extrato e MF = massa fresca do material vegetal.

Os teores de ácido ascórbico da casca e da polpa foram obtidos por titulometria utilizando 2,6-diclorofenol-indofenol segundo AOAC (1992). A extração e a avaliação da atividade da PME da polpa seguiram RATNER et al. (1969), cuja taxa de desmetilação do extrato foi medida por titulação com NaOH a 0,01N, em que o pH da poupa foi primeiramente ajustado a 7 e mantido neste valor por 10 minutos. Uma unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μmol de NaOH, utilizado para manter o pH neutro por 10 minutos.

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado, disposto em um esquema fatorial 4 x 5 em que se estudou o efeito da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio (CaCl_2 a 1%, 2%, 3% p/v e sem cálcio) e os períodos analisados (0, 3, 6, 9, 12 dias após a colheita), com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias, pelo teste t ($P < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa fresca (Tabela 1) foi crescente durante o período experimental, sendo os maiores valores detectados nos frutos controle e nos

frutos tratados com solução de CaCl_2 a 2%. Este comportamento foi provavelmente devido à desestruturação dos tecidos, ocasionando a aceleração no processo de senescência, representado neste caso pela alta suscetibilidade dos tecidos à perda de umidade (AZZOLIN et al. 2004). As menores perdas de massa fresca foram observadas nos frutos tratados com solução de CaCl_2 a 1%. BOTELHO et al. (2002), em estudo semelhante com goiaba branca Kumagai, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos quanto à porcentagem de perda de massa fresca acumulada, contudo, houve tendência de menor perda pelos frutos tratados com CaCl_2 a 0,5% e 1,5%, enquanto os tratamentos com doses de 3,5% e 2,5% provocaram maior perda de massa fresca, indicando efeito prejudicial de doses mais elevadas de CaCl_2 .

Em decorrência do processo natural do amolecimento, houve perda da firmeza da polpa no período pós-colheita (Tabela 1), sendo o tratamento com CaCl_2 a 1% o mais eficiente. Este cátion tem o papel de ligar os componentes pécnicos da parede celular, principalmente na lamela média (LUNA-GUZMAN et al., 1999), favorecendo a manutenção da firmeza. Entretanto, o aumento na concentração de CaCl_2 não resultou em conservação da firmeza, confirmando a hipótese de CONWAY et al. (1995), citados por BOTELHO et al. (2002), os quais sugerem que as paredes celulares têm um limite de sítios de ligação, em que maiores concentrações de CaCl_2 na solução resultam em sua saturação, causando injúrias aos frutos, além de fitotoxidez.

Em relação ao pH, não houve diferenças entre os períodos do experimento e entre os tratamentos (Tabela 1), e os valores estão dentro do limite citado por YUSOF (1990) para diversas variedades de goiaba. Entretanto, observou-se oscilação nos valores médios no decorrer do período de avaliação da ATT, conforme constatado também por OLIVEIRA e CEREDA (1999).

Tabela 1. Perda de massa fresca em porcentagem (PMF), firmeza (N) e pH de goiabas Cortibel, tratadas com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $80\% \pm 5$ durante 12 dias após a colheita (DAC) *

Tempo	Controle			CaCl_2 1%			CaCl_2 2%			CaCl_2 3%		
	PMF	Firmeza	pH	PMF	Firmeza	pH	PMF	Firmeza	pH	PMF	Firmeza	pH
0	0,00 dA	47,62 aA	3,82 aA	0,00 cA	47,62 aA	3,82 aA	0,00 eA	47,62 aA	3,82 abA	0,00 dA	47,62 aA	3,82 aA
3	9,67 cA	41,55 aA	3,77 aAB	7,78 bA	49,00 aA	3,91 aA	8,10 dA	38,71 aA	3,92 aA	8,72 cA	20,09 bB	3,66 aB
6	16,84 bA	24,59 bB	3,78 aA	10,63 bB	39,78 aA	3,89 aA	14,29 cA	17,34 bB	3,85 abA	14,48 bA	13,03 bB	3,73 aA
9	16,12 bA	10,48 cB	3,86 aA	18,68 aA	39,49 aA	3,86 aA	17,84 bA	12,74 bB	3,8 abA	17,10 abA	15,09 bB	3,75 aA
12	24,20 aB	7,84 cA	3,77 aA	17,72 aC	10,19 bA	3,71 aA	28,80 aA	12,83 bA	3,63 aA	20,04 aC	7,84 bA	3,70 aA
CV (%)	14,57	27,36	3,89	14,57	27,36	3,89	14,57	27,36	3,89	14,57	27,36	3,89

*As médias seguidas por pelo menos uma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Entre os tratamentos, houve diferenças somente a partir do 9º dia após a colheita na ATT (Tabela 2), em que o controle diferiu dos tratamentos com cloreto de cálcio, revelando possível oxidação mais intensa dos ácidos orgânicos do ciclo dos ácidos tricarbóxicos (MERCADO-SILVA et al., 1998).

Nos teores de SST que, de modo geral, aumentam durante a maturação (LEMONS, 2006), os valores não foram significativamente diferentes entre os tratamentos e os períodos estudados (Tabela 3); verifica-se que este parâmetro não é adequado para

diferenciar o efeito das concentrações de cálcio na goiaba Cortibel, assim como observado por MERCADO-SILVA et al. (1998) e AZZOLINI et al. (2004). Por esse motivo, a relação SST/ATT variou principalmente em função da ATT, coincidindo os picos (3.º e 9.º dias) na concentração dos ácidos orgânicos com declínios dos valores dessa relação (Tabela 4). Esses dados, contudo, diferiram dos de AZZOLINI et al. (2004), que observaram o aumento da razão com o amolecimento do fruto.

Tabela 2. Acidez total titulável (ATT) em goiabas Cortibel, tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$ e $80\% \pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC) *

Tratamentos	ATT (% de ácido cítrico)				
	0 DAC	3 DAC	6 DAC	9 DAC	12 DAC
Controle	1,15 aB	2,52 aA	1,38 aB	2,81 bA	1,67 abB
CaCl_2 1%	1,15 aC	2,68 aB	1,14 aC	3,51 aA	1,26 bC
CaCl_2 2%	1,15 aC	2,51 aB	1,00 aC	3,91 aA	1,97 aB
CaCl_2 3%	1,15 aC	2,75 aB	1,22 aC	3,79 aA	1,46 abC
CV (%)	16,56				

*As médias seguidas por pelo menos uma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Tabela 3. Teor de sólidos solúveis totais (SST) em goiabas Cortibel, tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$ e $80\% \pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC) *

Tratamentos	SST ($^\circ$ Brix)				
	0 DAC	3 DAC	6 DAC	9 DAC	12 DAC
Controle	8,40 aA	8,54 aA	7,94 aA	8,40 aA	8,67 aA
CaCl_2 1%	8,40 aA	8,60 aA	7,74 aA	8,67 aA	8,54 aA
CaCl_2 2%	8,40 aA	8,20 aA	8,14 aA	9,00 aA	8,74 aA
CaCl_2 3%	8,40 aA	8,20 aA	8,60 aA	9,27 aA	8,74 aA
CV (%)	12,10				

*As médias seguidas por pelo menos uma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Tabela 4. Relação SST/ATT em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$ e $80\% \pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC)*

Tratamentos	SST/ATT				
	0 DAC	3 DAC	6 DAC	9 DAC	12 DAC
Controle	7,69 aA	3,51 aC	5,81 bAB	2,99 aC	5,19 abBC
CaCl_2 1%	7,69 aA	4,86 aB	6,79 abAB	2,47 aC	6,79 aAB
CaCl_2 2%	7,69 aA	3,26 aBC	8,10 aA	2,28 aC	4,51 bB
CaCl_2 3%	7,69 aA	2,97 aC	7,22 abAB	2,45 aC	5,24 abB
CV (%)	25,54				

As médias seguidas por pelo menos uma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

A determinação dos teores de clorofila *a* e *b* indicou tendência de redução de seus valores com o amadurecimento, independentemente do tratamento aplicado (Figuras 1 e 2). Houve queda brusca destes pigmentos nos frutos do tratamento CaCl_2 a 3% a partir do 3º dia e nos frutos dos tratamentos controle e CaCl_2 a 2% a partir do 6.º dia, enquanto no tratamento CaCl_2 a 1% essa redução foi gradual.

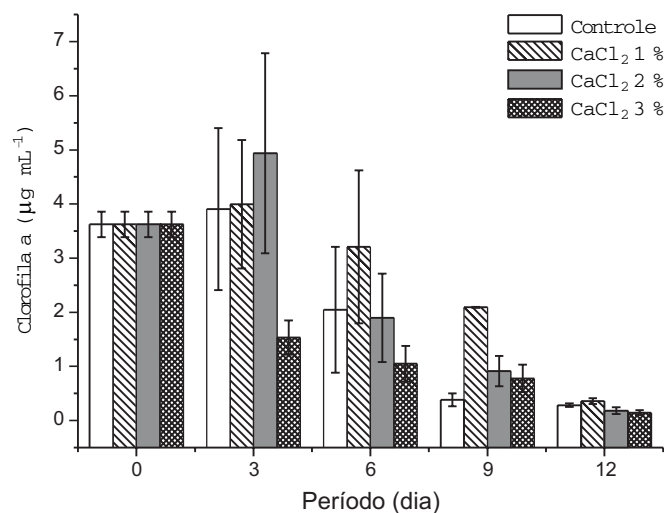


Figura 1. Teor de clorofila *a* em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22\text{ }^\circ\text{C}\pm 2$ e $80\%\pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC). Barra = erro-padrão.

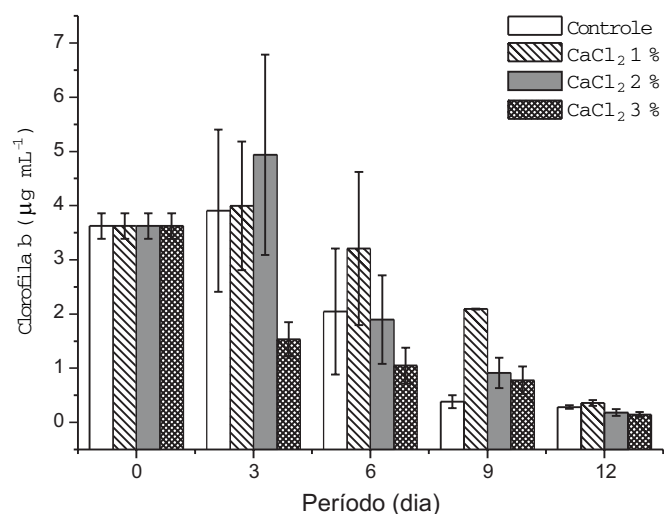


Figura 2. Teor de clorofila *b* em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22\text{ }^\circ\text{C}\pm 2$ e $80\%\pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC). Barra = erro-padrão.

A degradação da clorofila está associada não só a alterações dos ácidos e do pH, como também ao aumento dos processos oxidativos (WILLS et al., 1981), permanecendo em pequena quantidade nos tecidos do fruto maduro (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Quanto aos carotenóides, não houve variação significativa entre os tratamentos e os períodos analisados (Figura 3). O balanço entre as quantidades de clorofilas e carotenóides causa mudanças na coloração do fruto, confirmando que a coloração amarelada não é resultado do aumento dos carotenóides, mas deve-se à degradação da clorofila (MATTIUZ e DURIGAN, 2001; AZZOLINI, 2004).

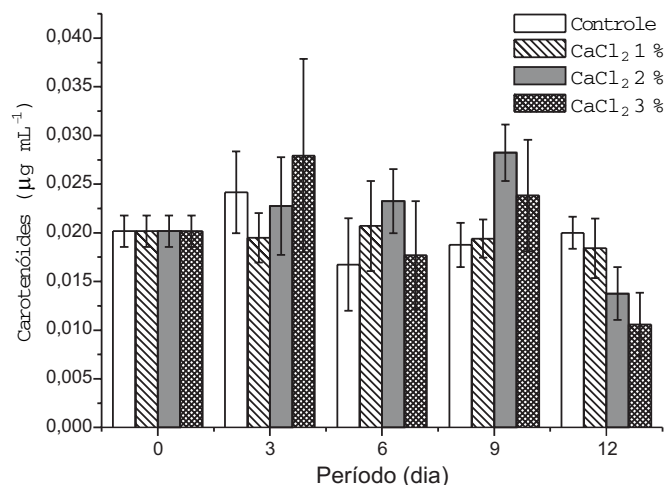


Figura 3. Teor de carotenóides em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22\text{ }^\circ\text{C}\pm 2$ e $80\%\pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC). Barra = erro-padrão.

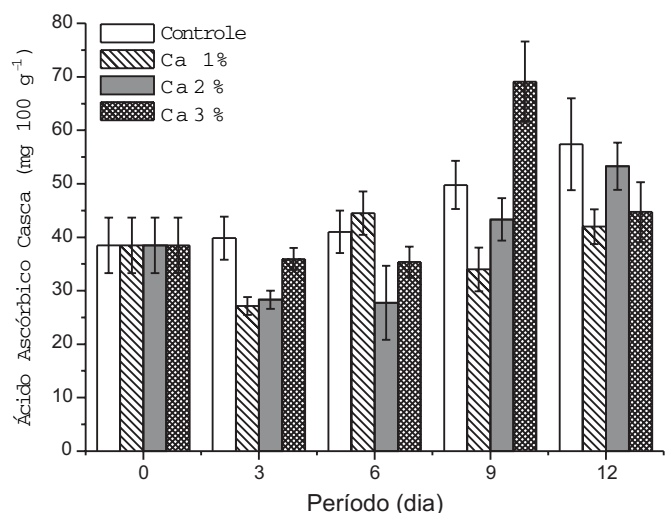


Figura 4. Teor de ácido ascórbico presente na casca em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22\text{ }^\circ\text{C}\pm 2$ e $80\%\pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC). Barra = erro-padrão.

Maiores teores de ácido ascórbico na casca em comparação com a polpa (Figuras 4 e 5) confirmam sua maior atuação no local onde ocorrem intensas injúrias, verificando-se a ação antioxidante deste composto, possivelmente pela neutralização dos efeitos danosos de substâncias oxidantes produzidas durante os processos metabólicos (MANICA, 2000). A aplicação de CaCl_2 , principalmente a 1%, reduziu a síntese de ácido ascórbico na casca (Figura 4) devido à possível redução da degradação de polissacarídeos da parede celular (AZZOLINI, 2004).

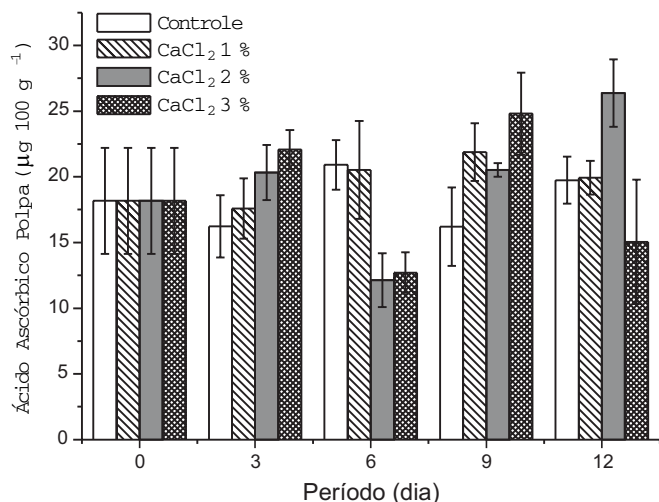


Figura 5. Teor de ácido ascórbico presente na polpa em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22\text{ }^\circ\text{C}\pm 2$ e $80\%\pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC). Barra = erro-padrão.

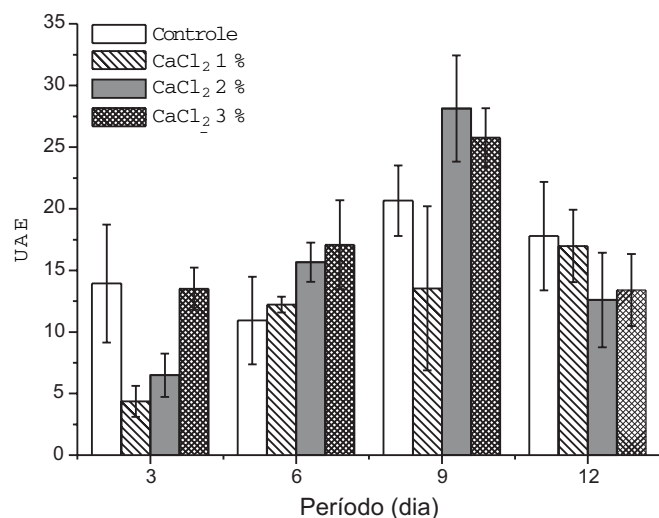


Figura 6. Atividade da PME em goiabas Cortibel tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) e armazenadas em temperatura de $22\text{ }^\circ\text{C}\pm 2$ e $80\%\pm 5$ UR durante 12 dias após a colheita (DAC). Barra = erro-padrão.

Inicialmente, houve menores valores da atividade da PME para CaCl_2 a 1% e CaCl_2 a 2% (Figura 6). Ao 9.º dia, houve um pico de atividade da PME para os tratamentos-controle, CaCl_2 a 2% e CaCl_2 a 3%, permanecendo CaCl_2 a 1% com menor valor. Este pico nas maiores concentrações pode ser explicado pela saturação da parede (CONWAY apud BOTELHO, 2002), o que possivelmente demonstra o resultado semelhante observado por XISTO et al. (2004) com goiabas da cultivar Pedro Sato tratadas por imersão com CaCl_2 a 1% durante 30 minutos. Em frutos tratados com CaCl_2 ocorrem menores atividades da PME, fato que pode ser explicado pela formação de pectato de cálcio, composto que diminui a ação dessa enzima, propiciando maior rigidez da lamela média e parede celular (LUNA-GUZMAN et al., 1999; XISTO et al., 2004).

No fim do experimento, houve uma queda da atividade enzimática nos frutos-controle e CaCl_2 nas maiores concentrações, o que pode ser explicado pela redução de substrato para a atividade da PME. O aumento gradual da atividade da PME observado em CaCl_2 a 1% foi devido a este tratamento ter mantido menores e constantes valores nos primeiros dias de análise, em consequência da manutenção da estrutura e composição da parede celular. Essa redução da atividade enzimática é relatada em estudos que avaliaram o amadurecimento de goiabas (ABU-GOUKH e BASHIR, 2003), pêssegos (MANGANARIS et al., 2006) e figos (GONÇALVES et al., 2006). Entretanto, padrões diferentes da atividade dessa enzima foram constatados em morangos (VICENTE et al., 2005) e em graviolas (LIMA et al., 2006) com valores crescentes, e em pêssegos (HAYAMA et al., 2006) com valores constantes.

4. CONCLUSÃO

A concentração de CaCl_2 a 1% foi a mais efetiva em prolongar o período de conservação, mantendo as características ideais dos frutos da goiabeira, evidenciadas pelos dados de perda de massa fresca e firmeza, o que refletiu na atividade enzimática da PME.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais José Corti e Isabel Corti pelos frutos cedidos para o experimento.

REFERÊNCIAS

ABU-GOUKH, A.B.A.; BASHIR, H.A. Changes in pectic enzymes and cellulase activity during guava fruit ripening. *Food Chemistry*, Barking, v.83, p.213–218, 2003.

- AGRIANUAL. **Goiaba**. São Paulo: FNP, p.340-347, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists**. 12.ed. Washington: A.O.A.C., 1992. 1094p.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A.; SCHAVINATO, M. Ripening of Pedro Sato guava: study on its climateric or non-climateric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 17, p. 299-306, 2005.
- BOTELHO, R.V.; SOUZA, N.L.; PERES, N.A.R. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Branca de Kumagai', tratadas com cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.063-067, 2002.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras, MG: ESAL/FAEPE, 2005. 785p.
- CSTA, A.F.S.; PACOVA, B.E. Botânica e Variedades.. In: COSTA, A.F.S.; COSTA, A.N. **Tecnologias para produção de goiabas**. Vitória, ES: INCAPER, 2003. p.27-56.
- FIGUEIREDO, R.W.; LAJOLO, F.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M. Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.475-482, 2007.
- GONÇALVES, C.A.A.; LIMA, L.C.O.; LOPES, P.S.N.; PRADO, M.E.T. Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.220-229, 2006.
- GOULAO, L.F.; SANTOS, J.; SOUSA, I.; OLIVEIRA, C.M.. Patterns of enzymatic activity of cell wall-modifying enzymes during growth and ripening of apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.43, p.307-318, 2007.
- HAYAMA, H.; TATSUKI, M.; ITO, A.; KASHIMURA, Y. Ethylene and fruit softening in the *stony hard* mutation in peach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.41, p.16-21, 2006.
- HENDRY, G. A., F.; GRIME, J. P. **Methods in comparative plant ecology**. New York: Marcel Dekker, 282 p., 1993.
- LARA, I.; GARCIA, P.; VENDRELL, M. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, p.331-339, 2004.
- LEMONS, O.L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão Magali-R**. 2006.115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Vitória da Conquista.
- LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.12, p.1707-1713, 2006.
- LSPA – IBGE. Goiaba. In: GCEA/ES. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2005. p.31.
- LUNA-GUZMAN, I.; CANTWELL, M.; BARRET, D.M. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl₂ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, p.201-213, 1999.
- MANGANARIS, G.A.; VASILAKAKIS, M.; DIAMANTIDIS, G.; MIGNANI, I. Cell wall physicochemical aspects of peach fruit related to internal breakdown symptoms. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.39, p.69-74, 2006.
- MANICA, I. In: MANICA, I. **Fruticultura tropical 6: Goiaba**. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, p.271-321, 2000.
- MATTIUZ, B.; DURIGAN, J.F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.277-281, 2001.
- MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCÍA-VELOSO, M.A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced em central México. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.13, p.143-150, 1998.
- MOTA, W.F. da; SALOMÃO, L.C.C.; PEREIRA, M.C.T.; CECON, P.R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.049-052, 2002.
- NEVES, L.C.; BENDER, R.J.; ROMBALDI, C.V.; VIEITES, R.L. Qualidade de carambolas azedas cv. Golden Star tratadas com CaCl₂ por imersão e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.32-35, 2004.
- NEVES, L.C.; RODRIGUES, A.C.; VIEITES, R.L. Cloreto de cálcio na pós-colheita da maçã frigo armazenada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n.2, p.120-122, 2000.
- OLIVEIRA, M. A. de; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.2, n.1,2, p.97-102, 1999.
- RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELISE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Water Bury, v.44, p.1717-1723, 1969.
- VICENTE, A.R.; COSTA, M.L.; MARTYNEZ, G.A.; CHAVES, A.R.; CIVELLO, P.M. Effect of heat treatments on cell wall degradation and softening in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.38, p.213-222, 2005.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Kensington: New South Wales University Press, 1981. 161p.

XISTO, A.L.R.P.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D. Textura de goiabas "Pedro Sato" submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.113-118, 2004.

YUSOF, S. Physico-chemical characteristics of some guava varieties in malaysia. **Acta Horticulture**, Netherlands, n.269, p.301-305, 1990.