

TEXTURA DE GOIABAS “PEDRO SATO” SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO

Texture of “Pedro Sato” Guavas submitted to the application of calcium chloride

Andréa Luiza Ramos Pereira Xisto¹, Celeste Maria Patto de Abreu²,
Angelita Duarte Corrêa³, Custódio Donizete dos Santos⁴

RESUMO

Entre as técnicas utilizadas para manter a qualidade pós-colheita de frutos, destaca-se a aplicação de cálcio, geralmente associada à refrigeração. No entanto, nem todos os produtores têm acesso a câmaras frias; portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar o tratamento isolado com cloreto de cálcio na manutenção da aparência de goiabas (*Psidium guajava* L.) destinadas ao consumo “in natura”, armazenadas em condições ambientes. O tratamento hidrotérmico à temperatura de 30°C com cloreto de cálcio a 1g/100 mL (CCa) foi testado, comparando-o com frutos sem tratamento (SCa). Em seguida, os frutos foram armazenadas em condições ambientes (22,6°C ± 1, UR 75% ± 5) durante quatro dias. Após o armazenamento, avaliaram-se os teores de pectina total e solúvel e as atividades de pectinametilesterase e poligalacturonase. O emprego de cálcio afetou as características analisadas, proporcionando menores teores de pectina solúvel e atividades mais baixas de pectinametilesterase e poligalacturonase, promovendo um amaciamento menos intenso e mantendo a firmeza desses frutos durante o período de armazenamento.

Termos para indexação: Goiaba, cálcio, amaciamento, pectinametilesterase, poligalacturonase, *Psidium guajava*.

ABSTRACT

Among the techniques used to maintain the post-harvest quality of fruits, stands out the application of calcium, usually associated to the refrigeration. However, not all the producers have access to cold cameras, therefore it was aimed at in this work, to evaluate the isolated treatment with calcium chloride in the maintenance of the appearance of guavas (*Psidium guajava* L.) destined to the consumption “in nature”, stored in environmental conditions. The hydrothermal treatment at the temperature of 30°C, with calcium chloride 1g/100 mL, was tested comparing with fruits without treatment. Soon after the fruits were stored under environmental conditions (22,6°C (±1), UR 75% (±5) for four days. After the storage, the contents of total and soluble pectin and the pectinametilesterase and poligalacturonase activities were evaluated. The employment of calcium affected the analyzed characteristics providing smaller content of soluble pectin and lower activities of pectinametilesterase and poligalacturonase, promoting a less intense softening, maintaining the firmness of the fruits during the storage period.

Index terms: Guava, calcium, softening, pectin methyl esterase, polygalacturonase, *Psidium guajava*.

(Recebido para publicação em 23 de abril de 2002 e aprovado em 21 de agosto de 2002)

INTRODUÇÃO

O comércio de goiabas (*Psidium guajava* L.) no Brasil é limitado pela má qualidade dos frutos, provenientes de uma pós-colheita inadequada e da falta de estrutura na comercialização. A goiaba é um fruto tropical climatérico, com altas taxas de respiração e uma vida útil muito curta após a colheita, o que limita o período de transporte e armazenamento. Esse é um aspecto fun-

damental, pois dificulta ou até mesmo impossibilita o produtor de enviar seus frutos a centros consumidores mais distantes, devido às perdas irreparáveis que ocorrem no percurso. A perda da firmeza é geralmente atribuída à decomposição enzimática da lamela média e da parede celular (AWAD, 1993). Durante o amadurecimento e armazenamento, tem sido relatado aumento nos teores de pectina solúvel, resultantes provavelmente da ação de enzimas associadas à parede celular, tais como pectiname-

1. Mestranda em Agroquímica e Agrobiotecnologia, Departamento de Química – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 37 – 37200-000 – Lavras, MG. alpxis@ufla.br
2. Professora de Bioquímica /DQI – UFLA.
3. Professora de Bioquímica /DQI – UFLA.
4. Professor de Bioquímica /DQI – UFLA.

tilesterase, poligalacturonase, β -galactosidase, entre outras, sobre as pectinas e outros carboidratos (BARRET e GONZALEZ, 1994).

Uma forma de estender a vida útil do fruto e diminuir a atividade das enzimas envolvidas no amaciamento é mediante aplicações de sais de cálcio em goiabas, que vêm sendo realizadas nas fases de pré-colheita (SINGH e CHAUHAN, 1993) e pós-colheita (TAVARES, 1993; GIANONNI, 2000; YAMASHITA e BENASSI, 2000) geralmente associadas a outros métodos de conservação, principalmente a refrigeração. O tratamento com cloreto de cálcio aumenta a conservação pós-colheita, com efeitos na senescência, na respiração e na textura dos frutos, tornando-os mais firmes (CARVALHO e CHALFOUN, 1991) devido à formação de pectato de cálcio na parede celular, tornando-a menos acessível a enzimas que ocasionam o amaciamento. Como nem todos os produtores têm acesso a câmaras frias, objetivou-se avaliar o tratamento isolado com cloreto de cálcio na manutenção da textura de goiabas destinadas ao consumo 'in natura', armazenadas em condições ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram utilizados 120 goiabas cv. Pedro Sato, colhidas no estádio de maturação verde maduro, provenientes do município de Lavras, MG. A colheita foi realizada manualmente utilizando tesouras específicas, no período da manhã. Os frutos foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de injúrias mecânicas e fisiológicas e transportados até a Universidade Federal de Lavras.

Tratamento com cálcio

No laboratório, os frutos foram lavados em água corrente e separados em dois lotes de 60 frutos cada para a composição dos tratamentos. Os frutos do primeiro lote foram imersos em solução de cloreto (CaCl_2) 1 g/100 mL a 30°C por trinta minutos (denominados CCa) e os do segundo lote não sofreram tratamento hidrotérmico e foram considerados como controle (denominados SCa). Para evitar o crescimento de patógenos durante o armazenamento, foi realizada imersão dos frutos de cada tratamento em solução de hipoclorito de sódio 1 g/100 mL. A seguir, os frutos dos dois tratamentos foram coloca-

dos para secar sobre a bancada do laboratório; posteriormente, foram numerados e acondicionados em caixas de papelão previamente esterilizadas utilizadas no comércio interno de goiabas e mantidos em condições ambientais (22, 6°C e 75% UR) por um período de quatro dias.

Preparo da amostra

As análises foram realizadas no dia da colheita e a cada dia, até o fim do período de armazenamento. Para as análises, os frutos dos dois tratamentos foram picados, o endocarpo, removido e a polpa foi homogeneizada em liquidificador, congelada em nitrogênio líquido e acondicionada em sacos de polietileno hermeticamente fechados, identificados e mantidos a -18°C.

Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos dispostos num esquema fatorial 2x5, em que se estudou o efeito da aplicação de cálcio (com cálcio e sem cálcio) e os períodos de armazenamento (0, 1, 2, 3, 4 dias). A parcela foi composta por três frutos e foram utilizadas quatro parcelas. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SANEST (ZONTA e MACHADO, 1991).

Análises químicas e bioquímicas

Pectina Total e Solúvel

Foram extraídas seguindo a técnica adaptada por McCready e McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente pela reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores foram expressos em g de ácido galacturônico. 100g⁻¹ de polpa.

Atividade da Pectinametilesterase e Poligalacturonase

A atividade de pectinametilesterase (PME) foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen e Robinson (1984). Foi utilizada como substrato uma solução de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2N, pH=7,0, à temperatura ambiente. A taxa de desmetilação da pectina, adicionada ao extrato enzimático foi medida pela titulação da mistura de reação com NaOH 0,01N, mantendo-se o pH=7,0 por 10 minu-

tos. Uma unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a desmetilação de pectina correspondente a 1 micromol de NaOH por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em $U \cdot g^{-1}$ peso fresco (UAE).

A atividade de poligalacturonase (PG) foi determinada de acordo com a metodologia utilizada por Pressey et al. (1973). A atividade foi determinada por incubação do extrato enzimático com solução de ácido poligalacturônico a 0,25% em tampão acetato de sódio 37,5 mM, pH=5,0 a 30°C, por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente durante 3 minutos. Os grupos redutores liberados foram determinados segundo a técnica de Somogy adaptada por Nelson (1944), usando-se glicose anidra como padrão. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como sendo a capacidade da enzima em catalisar a formação de um micromol de açúcar redutor por minuto por grama ($U \cdot g^{-1}$ peso fresco - UAE), nas condições de ensaio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após quatro dias de armazenamento à temperatura ambiente ($22,6^{\circ}C$ e $\pm 75\%$ UR), as goiabas SCA apresentavam-se impróprias para o consumo, devido ao murchamento, ataque de fungos e manchas na casca, e as CCA estavam amareladas, porém, apresentavam textura firme ao serem comprimidas e mantinham o sabor característico do fruto.

Pectina Total e Solúvel

Foram observadas diferenças entre o teor de pectina total dos frutos SCA e daqueles CCA, durante o período de armazenamento. Os frutos CCA apresentaram menores teores de pectina total do que os frutos SCA, e esses valores variaram de 0,34 a 0,41% de ácido galacturônico, estando na faixa citada por Pal e Selvaraj (1979) de 0,20 a 1,64%. Já Carvalho (1999) e Gianonni (2000), analisando a goiaba “Kumagai” armazenada sob refrigeração, encontraram teores de 0,42 a 1,32 e 0,84 a 1,19%, respectivamente, sendo esses valores superiores ao observado neste trabalho. Os teores de pectina solúvel apresentaram comportamento variável durante o período de armazenamento para os dois tratamentos (Figura 1). Chyau et al. (1992) observaram que o teor de pectina solúvel pode diminuir ou não sofrer variação durante o amadurecimento de goiaba. Entretanto, El-Buluk et al. (1997) constaram aumento nesse componente em duas cultivares de goiaba.

Para o teor de pectina solúvel, foram observadas diferenças significativas entre os frutos SCA e CCA. Os teores de pectina solúvel variaram de 0,09 a 0,39% de ácido galacturônico, estando de acordo ao observado por El-Buluk et al. (1995) e Carvalho (1999). Os frutos CCA apresentaram menores teores de pectina solúvel em relação aos frutos SCA, durante o período de armazenamento, indicando efeito positivo do cálcio em manter a firmeza do fruto, tornando o amaciamento desses frutos menos acentuado (Figura 2). Heppler e Wayne (1985) afirmaram que o cálcio aumenta a insolubilidade do material péctico devido à formação de pectato de cálcio.

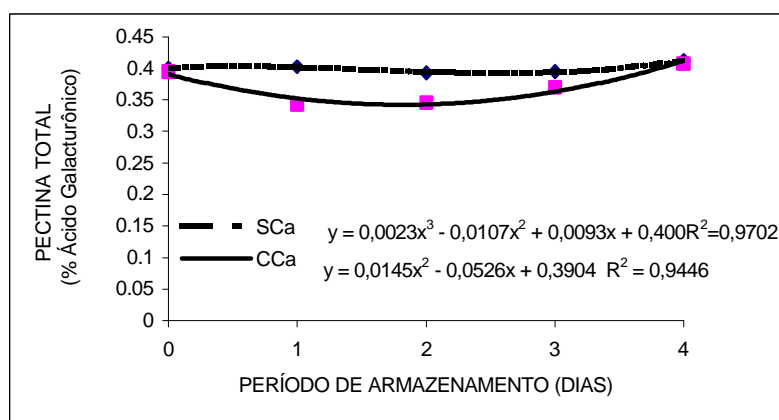


FIGURA 1 – Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina total de goiabas cv. Pedro Sato submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

Foi observado um ligeiro aumento nos teores de pectina solúvel durante o armazenamento de cada tratamento; porém, para os frutos CCa, esse aumento foi menos acentuado, podendo-se afirmar que o tratamento com cálcio retardou o processo de amaciamento desses frutos. Esses resultados concordam com os de Esteves (1981), Carvalho (1999) e Gianonni (2000), que também observaram aumento nos teores de pectina solúvel de goiabas tratadas com cloreto de cálcio e armazenadas sob refrigeração.

Atividade da Pectinametilsterase

A atividade da PME apresentou a mesma tendência nos tratamentos estudados; porém, menores atividades foram encontradas para os frutos CCa, devido à formação de pectato de cálcio, que diminui a ação dessa enzima e, conseqüentemente, diminui a solubilização das pectinas, propiciando menor amaciamento nesses frutos.

Houve, de uma maneira geral, aumento na atividade da PME para os dois tratamentos (Figura 3). Na cultivar estudada, a atividade da PME ($U \cdot g^{-1}$ peso fresco) variou de 546,62 a 657,20 para os frutos CCa e de 622,59 a 864,59 para os SCa. Acréscimos na atividade da PME durante o período de desenvolvimento e armazenamento do fruto também foram observados por Hussain e Shah (1975) e por Carvalho (1999).

Atividade de Poligalacturonase

A atividade da PG apresentou o mesmo comportamento para os dois tratamentos durante o armazenamento; entretanto, observa-se que nos frutos CCa a PG apresentou menor atividade (Figura 4). Durante o armazenamento, a atividade da PG ($U \cdot g^{-1}$ peso fresco) variou de 147,50 a 79,42 para os frutos SCa e de 128,42 a 79,42 para os frutos CCa. Para goiabas armazenadas em temperatura ambiente sob condições de atmosfera modificada, a atividade da PG variou de 107,28 a 57,67 ($U \cdot g^{-1}$ peso fresco) Carvalho (1999), sendo essas atividades inferiores às observadas no presente trabalho.

Pelo fato de a atividade da PG diminuir durante o armazenamento, infere-se que há outras enzimas responsáveis pela maior solubilização das pectinas dos frutos CCa, visto que a atividade da PME aumentou durante todo o período de armazenamento. Segundo Lazan e Ali (1993), a atividade da PG é considerada baixa para frutos tropicais e ressaltam que a celulase e ângalactosidase apresentam aumento em suas atividades durante o amadurecimento da goiaba, auxiliando a degradação de pectinas.

Observou-se que a atividade da PG foi maior para os frutos SCa, quando comparados aos frutos CCa. Heppler e Wayne (1985) constataram que o cálcio, além de conferir insolubilidade ao material péctico, inibe a atividade da PG, propiciando menor amaciamento dos frutos submetidos a esse tratamento.

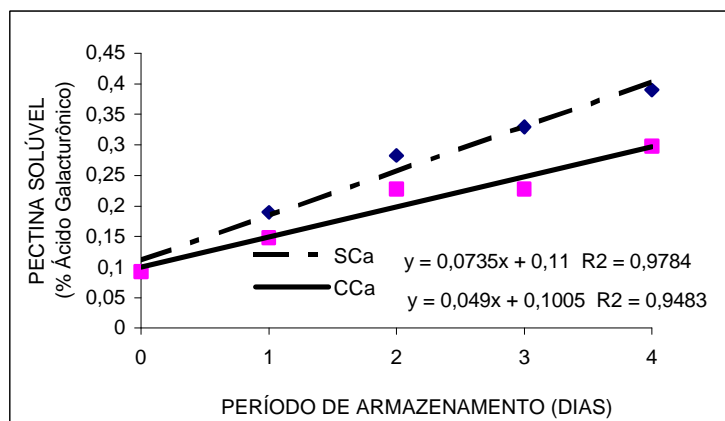


FIGURA 2 – Curva e equação de regressão representativas dos teores de pectina solúvel de goiabas cv. Pedro Sato submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

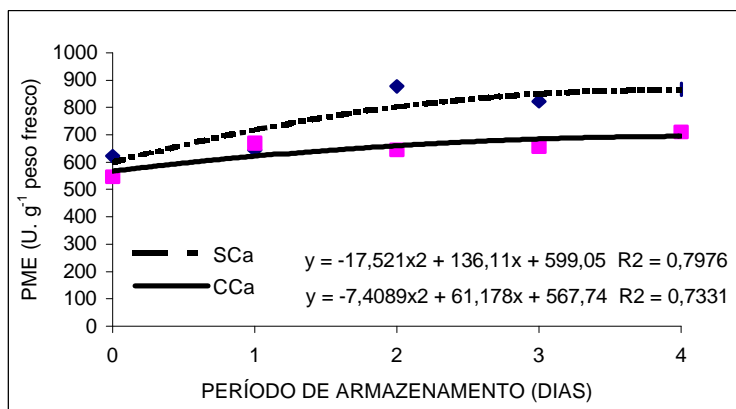


FIGURA 3 – Curva e equação de regressão representativas da atividade da PME de goiabas cv. Pedro Sato submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

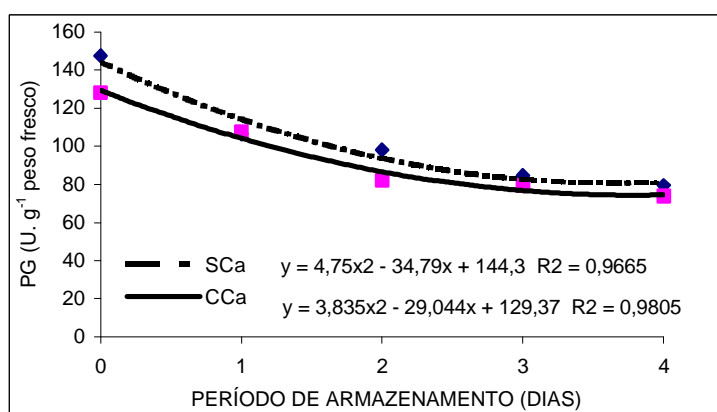


FIGURA 4 – Curva e equação de regressão representativas da atividade da PG de goiabas cv. Pedro Sato submetidas ao tratamento hidrotérmico com cloreto de cálcio e armazenadas sob condições ambientais.

CONCLUSÕES

Por períodos curtos de armazenamento à temperatura ambiente, pode-se concluir que o tratamento com cálcio nos frutos cv. Pedro Sato foi eficiente em manter a integridade da membrana celular, já que os mesmos apresentaram menores teores de pectina solúvel e menores atividades de PME e PG, compostos responsáveis pelo amaciamento dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BARRET, D. M.; GONZALEZ, C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 3, p. 574-577, 1994.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v. 34, p. 330-334, 1962.

CARVALHO, H. A. de. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba "Kumagai"**. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

- CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. A importância do cálcio na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p. 17-28, 1991.
- CHYAU, C. C.; CHEN, S. Y.; WU, C. M. Differences of volatile and nonvolatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava* Linn) fruits. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 5, p. 846-849, 1992.
- EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. F. E.; EL-TINAY, A. H. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, London, v. 54, p. 279-282, 1995.
- EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. F. E.; EL-TINAY, A. H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. **Food Chemistry**, London, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997.
- ESTEVES, M. T. C. **Características físicas, físico-químicas e químicas de frutos de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava*, Linn)**. 1981. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1981.
- GIANONNI, J. A. **Efeito da radiação gama e do cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca armazenada sob refrigeração**. 2000. 181 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2000.
- HEPPLER, P. K.; WAYNE, R. O. Calcium and plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, p. 397-439, 1985.
- HUSSAIN, A.; SHAH, A. H. Activity of pectic enzymes (pectinesterase and polygalacturonase) during the ripening of guava fruit. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Lyallpur, v. 12, n. 3/4, p. 191-194, 1975.
- JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, Mar./Apr. 1984.
- LAZAN, H.; ALI, Z. M. Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. **Asean Food Journal**, Singapore, v. 8, n. 2, p. 47-53, 1993.
- McCREADY, R. M.; McCOOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 42, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, Jan. 1944.
- PAL, D. K.; SELVARAJ, Y. Changes in pectin and pectinesterase activity in developing guava fruits. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 16, n. 3, p. 115-116, May/June. 1979.
- PRESSEY, R.; HINTON, D. M.; AVANTS, J. K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 52, n. 3, p. 252-256, Sept. 1973.
- SINGH, B. P.; CHAUHAN, K. S. Effect of pre-harvest of certain chemicals on the storage behavior of guava at low temperature. **Haryana Journal of Horticultural Science**, India, v. 22, n. 2, p. 95-102, 1993.
- TAVARES, J. C. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.)**. 1993. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1993.
- YAMASHITA, F.; BENASSI, M. de T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, abr. 2000.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Manual do Sanest: sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1991. 102 p.