

## Notas Científicas

# Alterações anatômicas induzidas pelo cálcio na parede celular de frutos de goiabeira

William Natale<sup>(1)</sup>, Renato de Mello Prado<sup>(1)</sup> e Fabíola Vitti Môro<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Estadual Paulista (Unesp), Fac. de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Dep. de Solos e Adubos, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14870-000 Jaboticabal, SP. E-mail: natala@fcav.unesp.br, rmprado@fcav.unesp.br <sup>(2)</sup>Unesp, FCAV, Dep. de Biologia Aplicada à Agropecuária.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar modificações na parede celular de goiaba, em frutos de plantas submetidas à aplicação de cálcio (Ca). Frutos de goiabeira cultivar Paluma foram colhidos em área sem aplicação de calcário e com aplicação de corretivo. Os frutos que receberam aplicação de Ca tiveram as paredes celulares e as lamelas médias bem definidas e estruturadas; nos frutos sem aplicação de cálcio, as paredes celulares estavam desestruturadas e com desorganização da lamela média. A aplicação de Ca é efetiva na organização subcelular de frutos de goiabeira e aumenta sua vida de prateleira.

Termos para indexação: *Psidium guajava*, lamela média, armazenamento.

## Anatomical modifications in the cell wall of guava as influenced by calcium

Abstract – The objective of this work was to evaluate modifications in cell walls of guava fruits produced either under liming or not. The study made use of fruits of the Paluma cultivar harvested from nonlimed and limed areas. Fruits harvested from the calcium treated plants had cell walls and the middle lamella well defined and soundly structured. Fruits from the nontreated plants showed poorly structured cell walls and middle lamella. The application of calcium has an important effect on the subcellular structural organization of guava fruit and on the increase of fruits shelf life.

Index terms: *Psidium guajava*, middle lamella, storage.

Nos solos das regiões tropicais, a reação ácida e a pobreza em cátions básicos, como o cálcio, é uma constante. Nessas condições, a aplicação de calcário é o meio mais barato, rápido e eficiente para sanar ambos os problemas (Raij, 1991). O cálcio é um macronutriente vegetal que desempenha função bioquímica importante e favorece numerosos processos metabólicos, como: formação da parede celular, regulação da funcionalidade da membrana celular, constituição da lamela média, além de ativar vários sistemas enzimáticos, contribuindo assim, para o adequado desenvolvimento das plantas (Mengel & Kirkby, 2000).

Em frutíferas, o cálcio desempenha papel fundamental, pois afeta a qualidade do produto final e sua capacidade de armazenamento depois da colheita. Há relação direta entre o conteúdo de cálcio nos frutos e o amolecimento, firmeza e tempo de vida útil de prateleira. Quando o conteúdo de cálcio no fruto é baixo, o metabolismo respiratório aumenta e acelera a maturação e a senescência (Pratella, 2003). Outro aspecto da importância desse macronutriente, na estabilidade da mem-

brana, é que seu baixo conteúdo em órgãos de reserva induz à alta permeabilidade da membrana e permite a difusão de solutos desses tecidos (Marschner, 1995).

A baixa eficiência das goiabas para a absorção do íon Ca, aplicado nos frutos depois da colheita, foi demonstrada por Lima (2003) em ensaio com emprego de <sup>45</sup>Ca.

As plantas absorvem cálcio do solo e o transportam até a parte aérea através da corrente transpiratória (via xilema). O nutriente é preferencialmente transportado para os pontos de crescimento vegetativo (brotos) e folhas, em relação aos frutos. Em condições de baixa disponibilidade desse nutriente no solo (solos ácidos), excesso de umidade (baixa transpiração) ou estresse hídrico (competição pela seiva), os teores de cálcio nos frutos podem não atingir valores adequados (Mengel & Kirkby, 2000).

Considerando-se que a redistribuição de cálcio das folhas para os frutos é, em geral, fisiologicamente insignificante (Marschner, 1995) e, ainda, que características anatômicas e morfológicas das folhas da goiabeira e de seus frutos (Môro et al., 1999, 2003) podem interferir em seu metabolismo, é oportuno

aprofundar o conhecimento sobre os benefícios desse nutriente em ambiente ultracelular.

O presente estudo teve por objetivo verificar as alterações na parede celular de goiabas, oriundas de pomares submetidos à aplicação de cálcio ao solo, em pré-plantio.

Os frutos foram obtidos de um experimento de calagem, instalado na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, a 20°53'16" S e 48°28'11" W, à altitude de 601 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical, com inverno curto, moderado e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas. O solo é Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 1999).

O estudo foi realizado com frutos de goiabeira cultivar Paluma, cultivada em área sem aplicação de calcário ( $V = 23\%$ ;  $Ca$  no solo =  $8 \text{ mmol dm}^{-3}$ ) e em área adjacente, que recebeu corretivo de acidez (calcário calcinado), na implantação do pomar ( $V = 66\%$ ;  $Ca$  no solo =  $30 \text{ mmol dm}^{-3}$ ).

Foram colhidas dez goiabas, de goiabeiras com três anos, quando apresentavam textura firme e coloração da casca de verde para mate, com início de formação da cor amarela na base dos frutos, ou seja, na maturidade fisiológica (Garcia, 1978).

As goiabas foram imersas, por 10 minutos, em água deionizada à temperatura ambiente (cerca de  $28^\circ\text{C}$ ) e secadas ao ar.

Discos de cascas das goiabas foram fixados em glutaraldeído a 2,5%, em tampão fosfato de potássio a  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , pH 7,4, e lavados com o tampão fosfato de

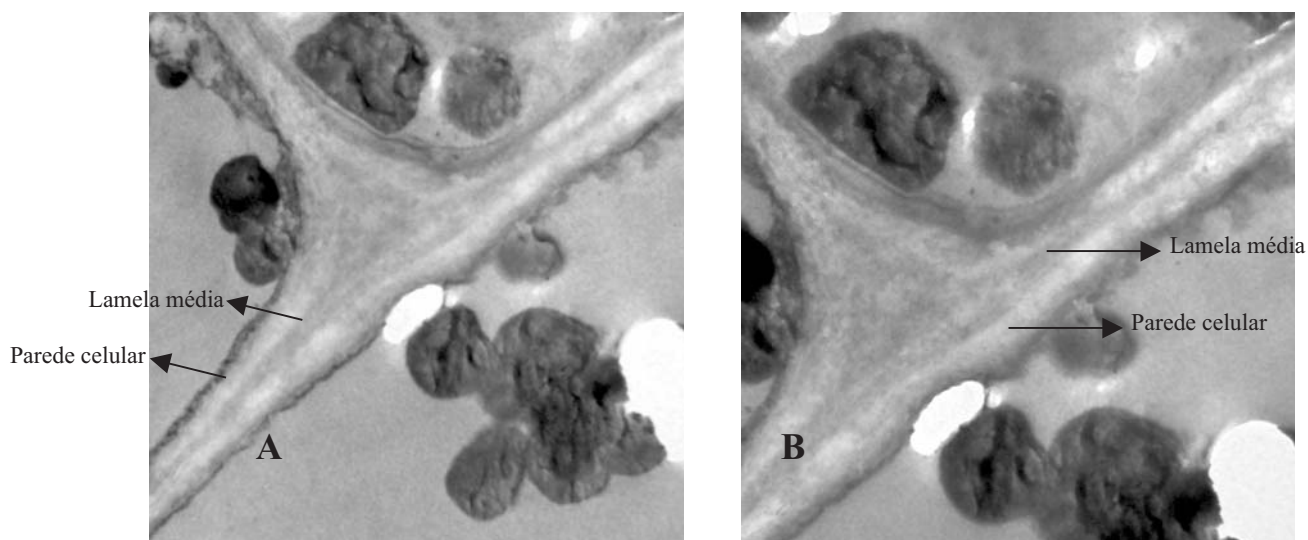
potássio  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . O tecido foi pós-fixado em tetróxido de ósmio a 1%, por 2 horas, e lavado em tampão fosfato  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , pH 7,4. Depois desse tratamento, o tecido foi desidratado em etanol (50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100%) e embebido em resina Epon mais etanol (1:1), por uma noite, e Epon puro a  $60^\circ\text{C}$ , por 72 horas. Depois que o material se tornou firme, foram feitos cortes em seções ultrafinas, utilizando-se um ultramicrotomo Leica UCT. As seções foram coradas com acetato de uranila e citrato de chumbo e levadas ao microscópio eletrônico de transmissão Jeol, JEM 1010, para serem observadas e documentadas.

O conteúdo de cálcio nos frutos foi determinado, de acordo com o método analítico descrito por Bataglia et al. (1983).

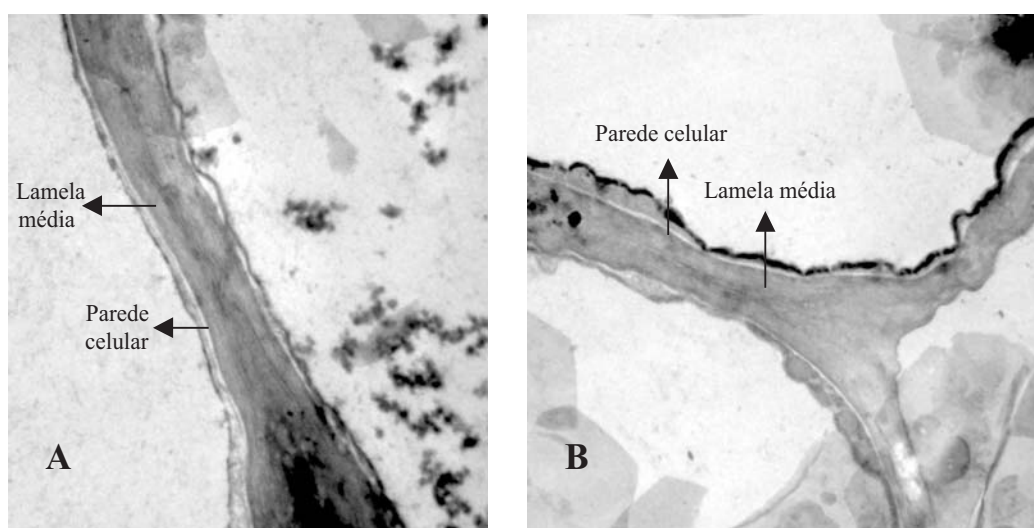
Os frutos das goiabeiras que receberam calcário apresentaram teor de  $Ca$  de  $1 \text{ g kg}^{-1}$ , e nos frutos das plantas que não sofreram calagem, o teor do elemento foi de  $0,8 \text{ g kg}^{-1}$ . Entretanto, Salvador et al. (2000) observaram que o teor de  $Ca$  na goiabeira cultivar IAC-4 foi de  $0,6 \text{ g kg}^{-1}$ .

Nas goiabas colhidas de plantas que receberam a aplicação de cálcio, observou-se que as paredes celulares e as lamelas médias estavam bem definidas e estruturadas, com as células unidas (Figura 1). Nos frutos colhidos de plantas que não receberam calcário, as paredes celulares apresentavam perda de estrutura e desorganização da lamela média (Figura 2).

Glenn & Poovaiah (1990) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de transmissão, as alterações da



**Figura 1.** Eletromicrografias de transmissão da parede celular de frutos de goiabeira, de pomares que receberam aplicação de cálcio. A: 10.000 X; B: 120.000 X.



**Figura 2.** Eletromicrografias de transmissão da parede celular de frutos de goiabeira, de pomares que não receberam aplicação de cálcio. A: 10.000 X; B: 120.000 X.

parede celular de maçãs, submetidas à aplicação de cálcio, em comparação às que não receberam aplicação. Em seis frutos, os autores observaram a desestruturação da lamela média dos frutos sem cálcio, que apresentavam pontos brancos, o que indica extensa degradação. A modificação na orientação das microfibrilas foi visível na região da parede celular, adjacente à lamela média dos frutos que não receberam cálcio, ao passo que a lamela média dos frutos tratados com cálcio permaneceu escura, o que indica a presença de material intercelular.

Frutos de maçãs e pêras, quando estão firmes, apresentam a lamela média como uma massa compacta e escura, ao passo que a parede celular de frutos macios mostra quebra e dispersão das fibras, formação de espaços vazios e a região da lamela média desintegrada (Ben-Arie et al., 1979).

Evangelista et al. (2002) avaliaram mangas, pulverizadas na pré-colheita com cloreto de cálcio, nas concentrações 0%, 2,5% e 5%, em três épocas de seu desenvolvimento (40, 60 e 90 dias após a floração). Os autores observaram que, na ausência de aplicação de cálcio, os frutos-controle da mangueira, no dia da colheita, apresentaram desestruturação da parede celular e dissolução da lamela média.

Neste trabalho, observou-se que a degradação da parede celular ocorreu, inicialmente, na lamela média, que é rica em protopectina, o que levou à formação de espaços vazios bastante visíveis. Quando os frutos fo-

ram tratados com cloreto de cálcio, nas duas concentrações utilizadas, no dia da colheita, notou-se que o Ca foi efetivo na preservação da parede celular, em particular a região da lamela média, que se apresentava rica em poliuronídeos, com as células unidas e, ainda, escuras, o que indica presença de material intercelular.

Os resultados apresentados neste estudo, por meio das observações microscópicas, explicam, em nível celular, os efeitos positivos do cálcio obtidos por Prado et al. (2002), que constataram que o cálcio melhorou a qualidade dos frutos da goiabeira cultivar Paluma, comprovada pelas alterações físico-químicas depois da colheita, durante oito dias de armazenamento das goiabas, oriundas de plantas cultivadas na mesma área de estudo.

### Agradecimentos

À Fapesp e ao CNPq, pela concessão de bolsas; à Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli e ao Técnico Sr. Antônio Carlos Homem, do Laboratório de Microscopia Eletrônica, da Fcav/Unesp, pelos procedimentos para a realização das observações ao microscópio eletrônico de transmissão.

### Referências

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78).

- BEN-ARIE, R.; KISLEU, N.; FRENKEL, C. Ultrastructural changes in the cell wall of ripening apple and pear fruit. **Plant Physiology**, v.64, p.197-202, 1979.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p. (Documentos, 15).
- EVANGELISTA, R.M.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Mudanças na ultra-estrutura da parede celular de mangas 'Tommy Atkins' tratadas com cloreto de cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.254-257, 2002.
- GARCIA, J.L.M. Matéria prima. In: MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; KATO, K.; MARTIN, Z.J.; VIEIRA, L.F.; RENESTO, O.V. (Ed.). **Goiaba: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1978. p.47-59. (Frutas tropicais, 6).
- GLENN, G.M.; POOVAIAH, B.W. Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in 'Golden Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, p.962-968, 1990.
- LIMA, M.A. **Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e embalagens plásticas**. 2003. 114p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 674p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principios de nutrición vegetal**. Basel, Switzerland: International Potash Institute, 2000. 692p.
- MÔRO, F.V.; NATALE, W.; DAMIÃO FILHO, C.F. Relationships between leaf morphology and efficiency of foliar application of nutrients in guava (*Psidium guajava* L.). **Acta Microscopica**, v.8, p.39-42, 1999.
- MÔRO, F.V.; NATALE, W.; DAMIÃO FILHO, C.F.; PRADO, R.M. Morfologia de frutos de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.32-34, 2003.
- PRADO, R.M.; NATALE, W.; CORRÊA, M.C.M. A calagem e a qualidade de frutos de goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Resumos**. 2002. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM.
- PRATELLA G.C. Note di biopatologia e tecnica di conservazione-trasporto dei frutti: l'effetto del calcio in post-raccolta. **Rivista di Frutticoltura**, v.6, p.70-71, 2003.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, Potafos, 1991. 343p.
- SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A. Nutrição mineral, adubação e irrigação. In: MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V. (Ed.). **Goiaba: fruticultura tropical 6**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.135-191.

---

Recebido em 24 de junho de 2004 e aprovado em 4 de maio de 2005