

MARLON CRISTIAN TOLEDO PEREIRA

CARACTERIZAÇÃO, ANATOMIA DO PEDICELO, FISIOLOGIA E REDUÇÃO  
DO DESPENCAMENTO NATURAL DE BANANAS APÓS A COLHEITA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002

MARLON CRISTIAN TOLEDO PEREIRA

CARACTERIZAÇÃO, ANATOMIA DO PEDICÉLO, FISIOLOGIA E REDUÇÃO  
DO DESPENCAMENTO NATURAL DE BANANAS APÓS A COLHEITA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

APROVADA EM: 31 de janeiro de 2002.

---

Prof. Claudio Horst Bruckner

---

Prof. Paulo Roberto Cecon

---

Pesq. Sebastião de Oliveira e Silva  
(Co-orientador)

---

Prof. Eldo Antônio Monteiro da Silva  
(Conselheiro)

---

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
(Orientador)

A todos os bananicultores do Brasil.  
Aos meus pais e às minhas irmãs.  
À minha esposa Silvia.  
À minha filha Alina.

## **AGRADECIMENTO**

A Deus, pela força espiritual sempre presente.

A toda a minha família, especialmente ao meu pai Gualter, à minha mãe Ione e às minhas irmãs Mara e Mônica, pelo incentivo, apoio e carinho.

À minha querida e amada esposa Silvia, pelo amor e pela dedicação em todos os momentos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de concluir o Programa de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, pela orientação, compreensão, amizade e dedicação.

Aos Professores Eldo Antônio Monteiro da Silva, Rolf Puschmann e Paulo Roberto Cecon, pela amizade, pelos ensinamentos e pelas sugestões.

Ao Pesquisador Sebastião de Oliveira e Silva, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela amizade, pela colaboração, pelas sugestões e pelo apoio.

Aos funcionários e estagiários da Embrapa Mandioca e Fruticultura e aos estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Federal da Bahia, especialmente a Reginaldo, Onildo e Cássio, pela ajuda.

Aos funcionários, professores e estudantes do Laboratório de Anatomia Vegetal da UFV, especialmente a Zilda e Rosane.

Ao Sr. Juracy Fagundes Jacome, pela área cedida para execução de um dos trabalhos e pelo apoio financeiro ao projeto, e ao funcionário Sebastião, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos alunos Hugo e Rodolfo, do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Montes Claros, pelo auxílio na execução deste trabalho.

A Mara, Cássia e Luizinho, funcionários da UFV, pela cordialidade e atenção.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia, especialmente a Carla, Antônio Lisboa, Ernesto, Sabino, José Antônio, Sr. Sebastião, Cenira e Márcio, pela ajuda e amizade.

Aos professores do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Montes Claros e aos meus amigos Wilson, Ricardo, Sílvio e Jorge, pela convivência e amizade.

A todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

MARLON CRISTIAN TOLEDO PEREIRA, filho de Gualter Pereira de Oliveira e Ione Maria Toledo Pereira de Oliveira, nasceu em Montes Claros, Minas Gerais, em 1º de junho de 1972.

Em dezembro de 1994, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

Em março de 1995, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, concluindo-o em agosto de 1997.

Em agosto de 1997, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na UFV, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em janeiro de 2002.

Em agosto de 1999, foi contratado como Professor pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), onde leciona no Curso de Agronomia do "Campus" Avançado de Janaúba, MG.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	5
SUSCETIBILIDADE AO DESPENCAMENTO NATURAL E CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS DE DIVERSOS GENÓTIPOS DE BANANEIRA .....	8
RESUMO .....	8
INTRODUÇÃO .....	9
MATERIAL E MÉTODOS .....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
CONCLUSÕES .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
ALTERAÇÕES ANATÔMICAS NO PEDICELO DE BANANA DURANTE O AMADURECIMENTO .....	26
RESUMO .....	26
INTRODUÇÃO .....	27
MATERIAL E MÉTODOS .....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34

	Página
CONCLUSÕES .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
EFEITO DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO EM PRÉ-COLHEITA NO CONTROLE DO DESPENCAMENTO NATURAL DOS FRUTOS DE BANANEIRA FHIA-18 (AAAB) .....	51
RESUMO .....	51
INTRODUÇÃO .....	52
MATERIAL E MÉTODOS .....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
CONCLUSÕES .....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
CONCLUSÕES GERAIS .....	70
APÊNDICE .....	72

## RESUMO

PEREIRA, Marlon Cristian Toledo, D. S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2002. **Caracterização, anatomia do pedicelo, fisiologia e redução do despencamento natural de bananas após a colheita.** Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-orientador: Sebastião de Oliveira e Silva. Conselheiros: Eldo Antônio Monteiro da Silva e Rolf Puschmann.

O despencamento natural de bananas maduras é indesejável comercialmente, pois reduz o valor de mercado da fruta, bem como a sua aceitação pelos consumidores, o que pode inviabilizar o lançamento de novos cultivares. O presente trabalho teve como objetivos quantificar a suscetibilidade ao despencamento natural dos frutos de bananeira de diversos genótipos, de grupos genômicos e ploidias diferentes; obter subsídios para o melhoramento da bananeira; determinar as causas anatômicas e fisiológicas associadas ao despencamento natural de frutos de bananeira; identificar uma possível região ou camada de abscisão em frutos de bananeira; e verificar o efeito de aplicações na pré-colheita de cálcio na redução do despencamento natural dos frutos de bananeira. Os resultados evidenciaram alta resistência ao despencamento dos genótipos pertencentes ao grupo genômico BB (Butuhan, Piraí e BB França), 'Terra' (AAB), 'Poteau Nain' (tipo figo) (ABB) e 'Thap Maeo' (AAB), enquanto 'Prata Anã' (AAB), 'Grande Naine' (AAA), Ambrosia (AAAA), 'Ouro' (AA) e FHIA-18 (AAAB) apresentaram valores intermediários de

resistência ao despencamento. Com relação às bananeiras com baixa resistência, destacam-se os híbridos melhorados Pioneira (AAAB), YB42-21 (AAAB), Bucaneiro (AAAA) e Calypso (AAAA) e o cultivar Ouro da Mata (AAAB). Verificou-se grau de associação de 74% entre a firmeza do fruto e a resistência ao despencamento natural. Ao contrário da maioria das plantas, na região de despencamento do fruto maduro da bananeira não foi detectado camada de abscisão. Em genótipos como Pioneira (AAAB), 'Prata Anã' (AAB) e 'Lidi' (AA), o tecido parenquimático do pedicelo degenerou-se nos frutos maduros, formando grandes espaços vazios, que justificam a maior suscetibilidade dos frutos de tais genótipos ao despencamento. O cultivar Terra (AAB), considerado resistente ao despencamento, possui fibras difíceis de serem separadas ou individualizadas e relativamente finas em relação às dos demais genótipos. Observou-se que os genótipos Butuhan (BB), 'Poteau Nain' (ABB) e 'Thap Maeo' (AAB), também resistentes ao despencamento, apresentaram fibras com paredes celulares bastante espessas. Verificou-se redução linear da resistência ao despencamento e do tempo de maturação do fruto com o incremento das concentrações de  $\text{CaCl}_2$ . A firmeza não se alterou em relação às concentrações, porém em três aplicações de  $\text{CaCl}_2$  os frutos apresentaram-se mais consistentes do que com apenas uma aplicação. Os teores de cálcio da casca e da polpa dos frutos não foram alterados significativamente com as concentrações e épocas de aplicações do  $\text{CaCl}_2$ , indicando baixa absorção desse nutriente quando aplicado em pré-colheita diretamente no fruto.

## ABSTRACT

PEREIRA, Marlon Cristian Toledo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, January 2002. **Characterization, pedicel anatomy, physiology and reduction of natural fruit dropping of bananas after harvesting.** Advisor: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-advisor: Sebastião de Oliveira and Silva. Committee members: Eldo Antônio Monteiro de Silva and Rolf Puschmann.

Natural fruit dropping of ripe bananas is commercially unwelcome, as it reduces the market value of the fruit as well as its consumer acceptance and may thwart the launch of new cultivars. In this study, goals were set as follows: quantification of the susceptibility to natural fruit dropping in fruits from different genotypes and different genomic groups and ploidies, obtainment of subsidies for banana improvement; determination of anatomical and physiological causes linked to natural dropping in banana fruits, identification of a possible abscission region or layer in banana fruits, and the verification of the effect of pre-harvest calcium application on the reduction of natural banana fruit dropping. Results showed a high resistance against fruit dropping among genotypes that belong to the genomic group BB ('Butuhan', 'Piraí' and 'BB França'), 'Terra'(AAB), 'Poteau Nain' (fig type) (ABB) and 'Thap Maeo'(AAB), while 'Prata Anã (AAB), 'Grande Naine' (AAA), 'Ambrosia' (AAAA), 'Ouro' (AA) and 'FHIA-18' (AAAB) presented intermediate values of resistance against dropping. Among banana plants with low resistance, the improved hybrids Pioneira (AAAB), YB42-21 (AAAB), Bucaneiro (AAAA) and Calypso (AAAA) and the cultivar Ouro da Mata

(AAAB) were outstanding. An association degree of 74% between fruit firmness and resistance against fruit dropping was established. In contrast to the majority of plants, no abscission layer was found in the region of dropping of ripe banana fruits. In genotypes like 'Pioneira' (AAAB), 'Prata Anã' (AAB) and 'Lidi' (AA), the pedicel parenchyma tissue was degenerated in the ripe fruits, forming large empty spaces, which justifies the higher susceptibility of the fruits of these genotypes to dropping. The 'Terra' cultivar, considered dropping resistant, owns relatively fine fibers, difficult to separate or individualize in comparison to the other genotypes. The genotypes 'Butuhan', (BB), 'Poteau Nain' (ABB) and 'Thap Maeo' (AAB), also dropping resistant, presented fibers with particularly thin cell walls. A linear reduction of the fruit dropping resistance and maturation period was verified in response to increased  $\text{CaCl}_2$  concentrations. The firmness did not alter in relation to the concentrations, however after three  $\text{CaCl}_2$  applications, the fruits proved to be more consistent than after only one application. Calcium contents in fruit pericarp and pulp did not vary significantly in relation to concentrations and periods of  $\text{CaCl}_2$  applications, indicating low absorption of this nutrient when applied directly on the fruit in pre-harvest.

## INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) foi a fruta mais produzida no mundo em 2000, com um total de 88,9 milhões de toneladas. O Brasil, com aproximadamente 450 mil ha plantados, foi o segundo maior produtor, com 5,4 milhões de toneladas, após a Índia, que produziu 11 milhões de toneladas (FAO, 2001).

No Brasil, frutos de bananeira são comercializados, predominantemente, em grupos denominados pencas. A aceitação dos frutos pelo consumidor no mercado tende a ser determinada mais pela aparência do que por indicadores de qualidade interna, como sabor, aroma e textura (BALDRY et al., 1981). Se os frutos destacam-se individualmente das pencas, eles perdem ou reduzem seu valor de mercado (SEMPLE & THOMPSON, 1988). Esse fenômeno de abscisão, chamado de despencamento natural de frutos ("finger drop"), é definido como amolecimento e enfraquecimento fisiológico do pedicelo, resultando na separação individual de frutos da coroa da penca com muita facilidade (COURSEY et al., 1976; BALDRY et al., 1981; NEW & MARRIOTT, 1983).

A suscetibilidade ao despencamento natural de frutos varia amplamente entre cultivares (PAULL, 1996), tendo sido observado em triplóides do subgrupo Cavendish (AAA) (HICKS, 1934; SEMPLE & THOMPSON, 1988) e principalmente em tetraplóides, que normalmente apresentam maior suscetibilidade (MARRIOTT, 1980). Os cultivares tetraplóides AAAB, Ouro da Mata e Pioneira, embora apresentem boa produtividade, resistência à sigatoka-amarela e frutos com excelente sabor e aroma, têm problema de despencamento natural de frutos, inviabilizando a sua comercialização (DANTAS et al., 1994). No entanto, cultivares como o plátano Terra (AAB) apresentam excelente resistência ao despencamento natural de frutos, mesmo estando maduros.

O amadurecimento de banana é caracterizado pela mudança da coloração da casca de verde para amarelo e amolecimento de polpa e casca (MARRIOTT, 1980). Há forte evidência de que o despencamento natural de frutos esteja relacionado à redução da força que impede a ruptura do pedicelo, associado ao amadurecimento dos frutos (SEMPLE & THOMPSON, 1988). O amolecimento da casca e da polpa do fruto tem sido atribuído a mudanças em componentes pécnicos da parede celular (SEYMOUR, 1993).

A queda de folhas, flores, frutos e outros órgãos de plantas é conhecida como abscisão. O processo acontece em uma região chamada zona de abscisão. O processo de abscisão ocorre em faixas específicas de células, chamadas camadas de abscisão, que se tornam morfológica e bioquimicamente diferenciadas durante o desenvolvimento do órgão (ADDICOTT, 1982). O enfraquecimento das paredes celulares na camada de abscisão depende da degradação por enzimas como celulase e poligalacturonase. O etileno parece ser o regulador primário do processo, com auxina agindo como supressor do efeito do etileno (TAIZ & ZEIGER, 1991).

A parede celular é composta por microfibrilas de celulose resistentes, embutidas em uma matriz altamente entrelaçada de polissacarídeos (principalmente pectina e hemicelulose) e glicoproteínas (ALBERTS et al., 1994). A degradação de componentes da parede celular como a pectina (MARRIOTT, 1980; WADE et al., 1992), hemicelulose (BARNELL, 1943; DESAI & DESHPANDE, 1978) e celulose (DESAI & DESHPANDE, 1978) durante o processo de amadurecimento dos frutos da bananeira tem sido quantificada, mas a sua associação ao despencamento natural dos frutos está ainda por ser determinada.

Em muitos frutos, a maioria das mudanças durante o amadurecimento e que provocam o amaciamento ocorre nos polissacarídeos pécnicos da parede celular, os quais se tornam solúveis, com redução no seu peso molecular (HUBER, 1983a; TUCKER & GRIERSON, 1987). Há evidências de que o amolecimento de frutos é acompanhado por aumento na concentração de polissacarídeos pécnicos solúveis (KOJIMA et al., 1994). SMITH et al. (1989) detectaram que a quantidade de pectina solubilizada da parede celular de frutos de bananeira aumentou durante o amadurecimento, tanto na casca quanto na polpa.

Hemiceluloses são degradadas durante o amadurecimento de tomate (HUBER, 1983b) e morango (HUBER, 1984). O metabolismo da celulose também tem sido mencionado como fator importante de amolecimento de maçãs (ABELES & BILES, 1991), pêssegos (HINTON & PRESSEY, 1974) e abacates (PESIS et al., 1978). Estudando frutos da bananeira 'Dwarf Cavendish', DESAI & DESHPANDE (1978) observaram que o conteúdo de celulose diminuiu durante o amadurecimento. Todavia, o conteúdo de celulose dos frutos do cultivar 'Giant Cavendish' foi constante durante o amadurecimento (KOJIMA et al., 1994). Esses últimos autores salientaram que a seqüência de eventos durante o amadurecimento de bananas é a seguinte: primeiro há a degradação dos polissacarídeos de hemicelulose, a partir daí ocorre a degradação da pectina e, em seguida, há a quebra do amido.

As pectinas constituem um grupo heterogêneo de polissacarídeos ramificados que contêm várias moléculas de ácido galacturônico carregadas negativamente. Devido à sua carga negativa, as pectinas são altamente hidratadas e acompanhadas por cátions. Quando o  $\text{Ca}^{2+}$  é adicionado a uma solução de moléculas de pectina, várias ligações cruzadas ocorrem, produzindo um gel semi-rígido. Algumas pectinas são especialmente abundantes na lamela média, região especializada da parede celular que cimenta as paredes de células adjacentes, e as ligações cruzadas causadas pelo  $\text{Ca}^{2+}$  parecem manter os componentes da parede celular unidos (ALBERTS et al., 1994).

Sabe-se que o cálcio confere aumento de resistência e estabilidade às paredes celulares por se ligar a grupos  $\text{R-COO}^-$  de ácidos poligalacturônicos (pectinas) constituintes da lamela média. A degradação dos pectatos de cálcio mediada por poligalacturonases é drasticamente inibida por altas concentrações de cálcio (MARSCHNER, 1995). Talvez o tratamento das plantas ou das pencas com cálcio possa minimizar ou eliminar o problema do despencamento natural de frutos em bananeiras.

O mecanismo de ação do cálcio no atraso da senescência do fruto de maçã tem sido atribuído ao efeito desse elemento na estrutura da parede celular e na integridade da membrana (GLENN et al., 1988). Foi demonstrado que a parede celular de frutos de maçãs tratados com  $\text{CaCl}_2$  4% era composta de fibrilas empacotadas densamente e a lamela média estava visível como

uma região mais eletrodensa. Eletromicrografias de frutos sem tratamento com cálcio evidenciaram dissolução da região da lamela média e desestruturação geral da parede celular. Ao contrário, a estrutura da parede celular de frutos tratados com cálcio permaneceu bem íntegra e de coloração escura na região da lamela média (GLENN et al., 1988).

O tratamento da uva 'Niágara Rosada' com solução de cloreto de cálcio 1% 20 dias antes da colheita e um reforço no período matinal no dia da colheita reduziu a atividade de algumas enzimas e o "desgrane" dos frutos após a colheita (CENCI & CHITARRA, 1994). Entretanto, aplicações de cálcio na banana Pioneira em imersão pós-colheita não promoveu melhoria na firmeza do fruto e na resistência deste ao despencamento, apesar de terem sido detectados maiores teores de cálcio na região de ruptura dos tecidos nos tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{CaSO}_4$  4% (SILVA, 1999).

O presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- Quantificar a suscetibilidade ao despencamento natural dos frutos de bananeiras de diversos genótipos, de grupos genômicos e ploidias diferentes.
- Obter subsídios para o melhoramento genético da bananeira.
- Determinar as causas anatômicas e fisiológicas associadas ao despencamento natural de frutos de bananeira.
- Identificar uma possível região, zona ou camada de abscisão em frutos de bananeira.
- Verificar o efeito do cálcio na redução do despencamento natural dos frutos de bananeira, por meio de aplicações na pré-colheita direcionadas ao fruto.

Os artigos desta tese seguiram os padrões da Revista Brasileira de Fruticultura, com adaptações às normas da Universidade Federal de Viçosa para feitura de tese.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F. B.; BILES, C. L. Cellulase activity in developing apple fruits. **Sci. Hortic.**, v. 47, p. 77-87, 1991.

ADDICOTT, F. T. **Abscission**. Los Angeles: University of California, 1982. 369 p.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RALF, M.; ROBERTS, K.; WATSON, J. D. **Molecular biology of the cell**. 3. ed. New York: Garland Publishing, Inc., 1994. 1294 p.

BALDRY, J.; COURSEY, D. G.; HOWARD, G. E. The comparative consumer acceptability of triploid and tetraploid bananas fruit. **Trop. Sci.**, v. 23, p. 33-66, 1981.

BARNELL, H. R. Studies in tropical fruits XV. Hemicellulose metabolism of the banana fruit during storage and ripening. **Ann. Bot.**, v. 28, n. 7, p. 293-323, 1943.

CENCI, S. A.; CHITARRA, M. I. F. Controle da abscisão pós-colheita de uva 'Niágara' - *Vitis (labrusca L. x vinífera L.)*: mecanismo de aplicação de ANA e cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 146-155, 1994.

COURSEY, D. G.; MARRIOTT, J.; NEW, S. et al. Experimental parameters of fruit quality in new banana cultivars. **Proc. 4th Int. Congr. Food Sci. Technol.**, Madrid, 1974, v. 2, p. 70-79, 1976.

DANTAS, J. L. L.; ALVES, E. J.; FÉLIX, A. I. L. **Banana Pioneira**. Cruz das Almas: CNPMF - EMBRAPA, 1994. 2 p. (Banana em Foco).

DESAI, B. B.; DESHPANDE, P. B. Chemical control of ripening in banana. **Physiol. Plant.**, v. 44, p. 238-240, 1978.

FAO PRODUCTION YEARBOOK. Rome, v. 48, p. 166-167, 2001.

GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N.; POOVAIAH, B. W. Effect of calcium on cell wall structure, protein phosphorylation and protein profile in senescing apples. **Plant Cell Physiol.**, v. 29, n. 4, p. 565-572, 1988.

HICKS, E. W. Finger dropping from bunches of Australian Cavendish Bananas. **J. Counc. Sci. Ind. Res.**, v. 7, p. 165-168, 1934.

- HINTON, D. M.; PRESSEY, R. Cellulase activity in peaches during ripening. **J. Food. Sci.**, v. 39, p. 783-785, 1974.
- HUBER, D. J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. **Horticultural Reviews**, v. 5, p. 169-219, 1983a.
- HUBER, D. J. Polyuronide degradation and hemicellulose modifications in ripening tomato fruit. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v. 108, p. 405-409, 1983b.
- HUBER, D. J. Strawberry fruit softening: The potential roles of polyuronides and hemicelluloses. **J. Food Sci.**, v. 49, p. 1310-1315, 1984.
- KOJIMA, K.; SAKURAI, N.; KURAISHI, S. Fruit softening in banana: correlation among stress-relaxation parameters, cell wall components and starch during ripening. **Physiologia Plantarum**, v. 90, p. 772-778, 1994.
- MARRIOTT, J. Bananas: physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 13, p. 41-88, 1980.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- NEW, S.; MARRIOTT, J. Factors affecting the development of 'finger drop' in bananas after ripening. **J. Food Technol.**, v. 18, p. 241-250, 1983.
- PAULL, R. E. Ethylene, storage and ripening temperatures affect Dwarf Brazilian banana finger drop. **Postharvest Biology and Technology**, v. 8, p. 64-74, 1996.
- PESIS, E.; FUCHS, Y.; ZAUBERMAN, G. Cellulase activity and fruit softening in avocado. **Plant Physiol.**, v. 61, p. 416-419, 1978.
- SEMPLE, A. J.; THOMPSON, A. K. Influence of the ripening environment on the development of finger drop in bananas. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 46, p.139-146, 1988.
- SEYMOUR, G. B. Banana. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J.; TUCKER, G. (Eds.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 83-106.
- SILVA, C. L. **Aplicação pós-colheita de cálcio em frutos de bananeira (*Musa sp.*) cultivar Pioneira**. Cruz das Almas, BA: UFBA, 1999. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- SMITH, N. J. S.; TUCKER, G. A.; JEGER, M. J. Softening and cell wall changes in bananas and plantains. Tropical fruit - Aspects of marketing. **Aspects of Applied Biology**, v. 20, p. 57-65, 1989.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991. 565 p.

TUCKER, G. A.; GRIERSON, D. Fruit ripening. In: STUMPF, P. K.; CONN, E. E. (Eds.). **Biochemistry of plants**. London: Academic Press, 1987. v. 12.

WADE, N. L.; KAVANAGH, E. E.; HOCKLEY, D. G. et al. Relationship between softening and the polyuronides in ripening banana fruit. **J. Sci. Food Agric.**, v. 60, p. 61-68, 1992.

# SUSCETIBILIDADE AO DESPENCAMENTO NATURAL E CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS DE DIVERSOS GENÓTIPOS DE BANANEIRA

## RESUMO

O destacamento do fruto maduro de bananeira da penca, chamado de despencamento natural e resultado da separação individual de frutos da almofada da penca, é uma característica indesejável, que pode limitar o lançamento de um novo cultivar. O fruto destacado da penca tem "vida de prateleira" reduzida, além de não demonstrar boa aparência aos olhos do consumidor. Os objetivos do presente trabalho foram quantificar a suscetibilidade ao despencamento natural dos frutos de genótipos de bananeira; identificar correlações entre o despencamento natural e diversas características físicas dos frutos; e obter subsídios para melhoramento genético da bananeira. Foram utilizados diplóides, triplóides e tetraplóides de variados grupos genômicos, totalizando 37 genótipos. As características fisiológicas e mecânicas foram submetidas à análise de variância e os grupos de médias, comparados pelo critério de Scott-Knott. Foram determinadas as correlações entre as características dos genótipos, cujos resultados evidenciaram a alta resistência ao despencamento dos genótipos pertencentes aos grupos genômico BB (Butuhan, Piraí e BB França), 'Terra' (AAB), 'Poteau Nain' (tipo figo) (ABB) e 'Thap Maeo' (AAB), enquanto 'Prata Anã' (AAB), 'Grande Naine' (AAA), Ambrosia (AAAA), 'Ouro' (AA) e FHIA-18 (AAAB) obtiveram valores intermediários de resistência ao despencamento. Com relação às bananeiras com baixa resistência, destacam-se os híbridos melhorados Pioneira (AAAB), YB42-21 (AAAB), Bucaneiro (AAAA) e Calypso (AAAA) e o cultivar Ouro da Mata (AAAB). Verificou-se grau de associação de 74% entre firmeza do fruto e resistência ao despencamento natural.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., melhoramento, híbridos, ploidia.

## INTRODUÇÃO

Um dos graves problemas que os melhoristas têm encontrado ao obter cultivares de bananeira tem sido a suscetibilidade dos frutos maduros ao despencamento natural (“finger drop”), também chamado de queda ou desprendimento dos frutos da almofada (SILVA, 1999), resultando em alta perecibilidade pós-colheita.

Os frutos são ligados à almofada da ráquis feminina através dos pedicelos. Quando maduros, eles podem permanecer presos ou se soltar facilmente das almofadas, dependendo do genótipo (SILVA et al., 1999).

Frutos de bananeiras (*Musa* spp.) são comercializados em grupos denominados pencas ou buquês. A individualização dos frutos por qualquer processo é considerada como perda de qualidade, pois a aceitabilidade dos frutos pelo consumidor tende a ser determinada mais pela aparência do que por indicadores de qualidade interna, como sabor, aroma e textura (BALDRY et al., 1981).

Se os frutos maduros destacam-se das pencas, estes perdem ou reduzem o seu valor de mercado (SEMPLE & THOMPSON, 1988). Esse fenômeno decorre do amolecimento e enfraquecimento fisiológico do pedicelo, resultando na separação individual de frutos da almofada da penca com muita facilidade (COURSEY et al., 1976; BALDRY et al., 1981; NEW & MARRIOTT, 1983).

A suscetibilidade ao despencamento natural de frutos varia amplamente entre cultivares (PAULL, 1996), a qual tem sido observada em triplóides do subgrupo Cavendish (AAA) (HICKS, 1934; SEMPLE & THOMPSON, 1988) e principalmente em tetraplóides, que normalmente apresentam maior suscetibilidade (MARRIOTT, 1980). Assim, cultivares como Ouro da Mata e Pioneira, apesar de apresentarem excelentes características agronômicas e resistência à sigatoka-amarela (‘Pioneira’), têm problemas de despencamento natural de frutos, inviabilizando sua comercialização (DANTAS et al., 1994; BORGES et al., 1998). Semelhantemente, vários híbridos tetraplóides lançados nos últimos anos pela Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), como FHIA-01, FHIA-02 e FHIA-18, com alta resistência à sigatoka-negra e boas características agronômicas (HOLDERNESS et al., 2000), têm sua

expansão limitada pela alta suscetibilidade ao despencamento natural e pela alta perecibilidade pós-colheita de seus frutos. No entanto, cultivares como 'Terra' (AAB) apresentam excelente resistência ao despencamento natural de frutos, mesmo estando estes maduros.

A ampliação dos recursos genéticos de bananeira poderá ser feita pela introdução de acessos da região de origem ou de outras coleções – devendo incluir espécies selvagens, cultivares e híbridos melhorados – e constitui-se no passo inicial para o desenvolvimento de um programa de melhoramento. No entanto, é importante enfatizar que somente por meio de caracterização é que se pode utilizar adequadamente os acessos de uma coleção (SILVA et al., 1999).

Os objetivos do presente trabalho foram quantificar a suscetibilidade ao despencamento natural dos frutos de bananeiras de diversos genótipos, de grupos genômicos e ploidias diferentes; identificar correlações entre o despencamento natural e várias características físicas dos frutos; e obter subsídios para o melhoramento genético da bananeira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, no primeiro semestre de 2000, tendo sido iniciado em 6 de janeiro de 2000.

Foram utilizados genótipos diplóides, triplóides e tetraplóides de bananeira de diferentes grupos genômicos, classificados previamente quanto à resistência ao despencamento, baseando-se apenas na classificação prática usada no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Quadro 1). O solo onde os genótipos foram cultivados foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico A moderado, textura média a argilosa (EMBRAPA, 1993). As plantas utilizadas estavam dispostas no espaçamento 3,0 m x 2,0 m, sendo empregadas todas as práticas culturais preconizadas para a cultura, exceto a desbrota.

Os cachos foram colhidos quando os frutos se encontravam praticamente sem quinhas ou angulosidades em sua superfície e a coloração da

casca tinha passado do verde-escuro intenso para o verde mais claro (ALVES et al., 1997; ALVES, 1999). No caso dos plátanos, os cachos foram colhidos quando os frutos localizados no meio do cacho apresentavam desenvolvimento máximo do seu diâmetro. Após a colheita, efetuou-se o despencamento dos cachos, selecionando a segunda, terceira e quarta pencas. Em galpão coberto, os frutos foram individualizados das pencas, selecionando-se 10 sem ferimentos e sem deformações. Os frutos foram lavados em água contendo 0,2% de detergente, com posterior secagem superficial por ventilação forçada, e em seguida imergidos em solução de ethefon ( $2.000 \mu\text{LL}^{-1}$ ) durante cinco minutos. Efetuou-se nova secagem dos frutos, pesando-os individualmente e acomodando-os em caixas de papelão devidamente identificadas. Posteriormente, mediram-se comprimento, diâmetro entre quinas (calibração radial) e diâmetro (calibração lateral) do fruto, comprimento e diâmetro do pedicelo (SILVA et al., 1999). A partir daí, as caixas de papelão contendo os frutos foram colocadas em câmara de armazenagem com controle da temperatura ( $21 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa (95%).

Quando os frutos atingiram o estágio 6 de maturação (totalmente amarelo), eles foram pesados individualmente e tiveram os valores de perda de matéria fresca expressos em percentagem do peso inicial. Em seguida, efetuou-se o teste de resistência ao despencamento (expresso em Newton), para quantificar o grau de suscetibilidade dos cultivares ao despencamento natural de frutos. A avaliação do despencamento foi feita utilizando o “despencador mecanizado” (CERQUEIRA, 2000), composto basicamente por chassi de madeira, tracionador de metal, motor e penetrômetro tipo EFFEGI. Quando a banana não resiste mais a força aplicada, o pedicelo se rompe na região do “ombro”, próximo à polpa do fruto, cessando a pressão no penetrômetro, que registra a força necessária à ruptura do pedicelo (Figura 1). Mediu-se a firmeza ( $\text{N cm}^{-2}$ ) dos frutos (com casca) em três pontos distintos (nas duas extremidades e no meio), utilizando o penetrômetro. Finalizando essa etapa, mediu-se a espessura da casca em três pontos distintos, na região central do fruto, com o auxílio de um paquímetro.

Determinou-se a matéria seca da casca e da polpa, utilizando 15 g de amostra da parte central de cada fruto, em cinco frutos por genótipo, sendo cada fruto uma repetição. O recipiente contendo a amostra fresca foi colocado

em estufa, com temperatura de 100 °C, onde permaneceu por 24 horas, quando obteve peso constante, conforme metodologia de DADZIE & ORCHARD (1997). Após esse período, o material foi pesado novamente. Em seguida, efetuaram-se os cálculos para obtenção dos valores de matéria seca de casca e polpa dos frutos.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 37 tratamentos (Quadro 1) e 10 repetições, com a ressalva de que no caso de matéria seca da casca e da polpa cada tratamento contou com cinco repetições.

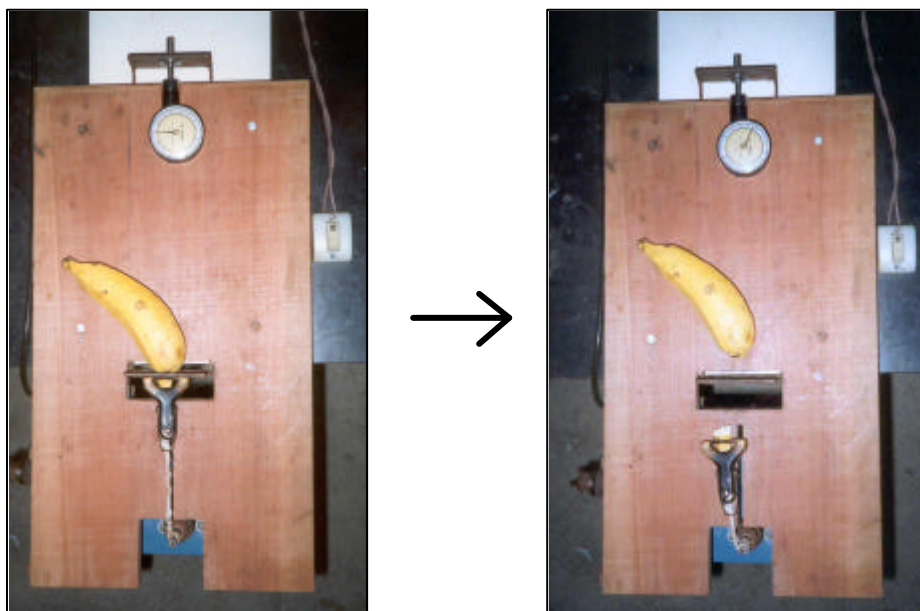


Figura 1 – Despencador mecanizado, utilizado para quantificar a resistência ao despencamento de banana, mostrando antes e depois do despencamento.

Os valores obtidos para as características fisiológicas e mecânicas foram submetidos à análise de variância e os grupos de médias, comparados pelo critério de agrupamento de Scott-Knott, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Foi efetuado um estudo de correlação linear simples entre as características dos genótipos.

Por meio da média das características dos frutos de cada grupo genômico (AA, AAA, AAAA, AAB, AAAB, AABB, ABB e BB), efetuaram-se nova análise de variância e a comparação de médias pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As bananeiras também foram agrupadas com relação ao seu nível de ploidia e resistência ao despencamento. Por meio da média das características de diplóides, triplóides e tetraplóides, agrupados em suscetível, medianamente resistente e resistente ao despencamento, os dados foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG-UFV).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise geral**

Os frutos dos genótipos estudados apresentaram diferenças significativas em todas as características avaliadas. A resistência ao despencamento variou de 3,1 N a 101,2 N, em média, demonstrando a grande variabilidade entre os genótipos de bananeira estudados (Quadro 1).

Quanto mais resistente for o fruto ao despencamento, menor será o desperdício em pós-colheita. Na prática, frutos destacados não são apreciados pelos consumidores e apresentam menor "vida útil de prateleira", pois, com a ruptura, há exposição do tecido próximo ao pedicelo, propiciando maior perda de água e murchamento, além de predispor o fruto ao ataque de patógenos (DADZIE & ORCHARD, 1997).

Frutos muito presos ao pedicelo podem, no entanto, dificultar o desprendimento deste no momento do consumo, o que também não é desejável. Contudo, essa característica, quando presente em diplóides AA não usados comercialmente, poderá ser transferida a híbridos tetraplóides pelo cruzamento entre aqueles diplóides e triplóides de valor comercial (SILVA et al., 1998; SILVA, 2000). A utilização de diplóides AA de fácil despencamento, como 'Lidi' e Calcutta, em programa de melhoramento genético deverá ser

evitada, pois pode transferir essa característica indesejável para seus descendentes. O ideal seriam genótipos com resistência mediana, no ponto em que nenhum fruto se desprenda da penca quando alcançar a maturação na prateleira, mas que não dificulte a retirada da casca pelo consumidor.

De acordo com os valores médios de despencamento dos frutos de bananeira obtidos com o auxílio do “despencador mecanizado” e com a experiência e os critérios práticos adotados pelos funcionários da Embrapa Mandioca e Fruticultura, definiram-se os seguintes padrões de resistência ao despencamento: 1) resistente ( $>60$  N), 2) medianamente resistente (20-60 N) e 3) suscetível ( $< 20$  N). Por meio do critério de Scott-Knott, foi possível agrupar os valores médios mais semelhantes (Quadro 1).

O cultivar Thap Maeo, considerado resistente ao despencamento, e o cultivar Tjau Lagada, medianamente resistente (Quadro 1), serviram de referência para se estabelecerem valores-limite de resistência ao despencamento, reafirmando a divisão entre resistente e medianamente resistente. O outro limite, ou seja, a divisão entre medianamente resistente e suscetível, foi caracterizado pela presença dos cultivares Pioneira (considerado suscetível), FHIA-03 (resistente) e Jary Buaya (medianamente resistente) (Quadro 1). Essas considerações fundamentam-se na experiência e nas observações práticas dos funcionários da Embrapa Mandioca Fruticultura. A bananeira ‘Pioneira’ (cruzamento entre ‘Prata Anã’ e ‘Lidi’), apesar de várias características agrônômicas desejáveis, como precocidade, boa produtividade e resistência à sigatoka-amarela, apresentou o sério problema de se desprender facilmente quando o fruto amadurece, inviabilizando-a para a comercialização (SILVA, 1999).

Os frutos das bananeiras ‘Terra’, diplóides BB França, Butuhan, Piraí, ‘Poteau Nain’ (tipo figo) e ‘Thap Maeo’ apresentaram maior resistência ao despencamento, enquanto ‘Prata Anã’, ‘Grande Naine’, Ambrosia, ‘Ouro’ e FHIA-18 obtiveram valores intermediários de resistência ao despencamento. Com relação às bananeiras suscetíveis, salienta-se a presença dos tetraplóides Pioneira, YB42-21, Buccanner, Calypso e ‘Ouro da Mata’, os quais podem ter problemas na comercialização dos frutos.

Quadro 1 – Grupo genômico, classificação, valores médios de resistência ao despencamento (RDP) e firmeza (FIR) do fruto de 37 genótipos de bananeira de diferentes ploidias

Nome	Grupo Genômico	Classificação	RDP <sup>1</sup>	RDP <sup>2</sup> (N)	FIR <sup>2</sup> (N cm <sup>-2</sup> )
BB França (P)	BB	Diplóide silvestre	Resistente	101,2 a	104,0 b
Terra (P)	AAB	Cultivar	Resistente	86,8 b	149,1 a
Piraí (P)	BB	Diplóide silvestre	Resistente	78,7 b	99,8 b
Butuhan (P)	BB	Diplóide silvestre	Resistente	69,2 c	64,6 e
Poteau Nain (P)	ABB	Cultivar	Resistente	64,2 c	63,2 e
Thap Maeo	AAB	Cultivar	Resistente	60,4 d	58,5 f
Tjau Lagada	AA	Cultivar	Medianamente	54,6 e	45,4 h
ST42-08	AAAB	Híbrido melhorado	Medianamente	47,1 e	52,5 g
Prata Anã	AAB	Cultivar	Medianamente	45,2 e	50,4 g
PV42-85	AAAB	Híbrido melhorado	Medianamente	43,7 e	58,5 f
TH03-01	AA	Híbrido melhorado	Medianamente	42,1 e	87,4 c
Grande Naine	AAA	Cultivar	Medianamente	38,3 f	68,6 d
FHIA-01	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível	31,7 f	35,9 i
Pacovan	AAB	Cultivar	Medianamente	29,7 f	39,1 i
PV03-44	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível	28,5 f	41,8 h
Ambrosia	AAAA	Híbrido melhorado	Medianamente	25,9 g	48,4 g
Ouro	AA	Cultivar	Medianamente	24,7 g	72,2 d
FHIA-18	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível	23,2 g	43, 2 h
Jary Buaya	AA	Cultivar	Medianamente	21,2 g	35,1 i
FHIA-03 (P)	AABB	Híbrido melhorado	Resistente	19,8 g	26,8 k
Pioneira	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível	18,2 h	28,4 j
SH32-63	AA	Híbrido melhorado	Suscetível	18,2 h	51,8 g
YB42-21	AAAB	Híbrido melhorado	Medianamente	16,7 h	45,7 h
Bucaneiro	AAAA	Híbrido melhorado	Medianamente	16,1 h	42,7 h
Calypso	AAAA	Híbrido melhorado	Medianamente	15,6 h	44, 9 h
1741-01	AA	Híbrido melhorado	Suscetível	15,0 h	45,5 h
SH36-40	AAAB	Híbrido melhorado	Medianamente	14,4 h	32, 4 j
1304-04	AA	Híbrido melhorado	Suscetível	13,4 h	47,7 g
Prata Comum	AAB	Cultivar	Medianamente	12,5 h	39,1 i
Calcutta	AA	Diplóide silvestre	Suscetível	11,3 h	47,5 g
Tongat	AA	Cultivar	Medianamente	9,0 i	38,7 i
M53	AA	Híbrido melhorado	Suscetível	7,5 i	48,2 g
Ouro da Mata	AAAB	Cultivar	Suscetível	6,6 i	20,7 k
Lidi	AA	Cultivar	Suscetível	5,7 i	49, 8 g
2803-01	AA	Híbrido melhorado	Resistente	4,6 i	24,2 k
Tuugia	AA	Cultivar	Medianamente	4,1 i	29,6 j
Caipira	AAA	Cultivar	Medianamente	3,1 i	9,9 l

<sup>1</sup> Classificação prática da resistência ao despencamento adotada no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Mandioca e Fruticultura, com base na observação de frutos amadurecidos naturalmente.

<sup>2</sup> Resistência ao despencamento e firmeza dos frutos no estágio 6 de maturação.

P: plátano, ou seja, genótipos com frutos que devem ser consumidos fritos ou cozidos.

Linhas tracejadas: divisão entre padrões de resistência ao despencamento definidos neste trabalho.

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Surpreende a baixa resistência ao despencamento da 'Prata Comum', que é um dos cultivares mais plantados no Brasil. 'Caipira' mostrou-se a mais suscetível entre as bananeiras avaliadas, o que também é indesejável, já que essa variedade vem sendo recomendada para a Região Norte do Brasil, devido à sua resistência à sigatoka-negra (PEREIRA et al., 2000). Os resultados obtidos com essas variedades divergem da classificação prática descrita no Quadro 1, em que foram descritas como medianamente resistentes ao despencamento. PEREIRA & GASPAROTTO (2001) também relataram que 'Caipira' apresenta alta resistência ao despencamento. Tal discrepância pode estar relacionada ao estágio de maturação em que as análises foram realizadas, pois, quanto mais maduro o fruto, mais facilmente ocorre o despencamento. Por serem os materiais avaliados distintos geneticamente, a perfeita uniformização do ponto de análise por critérios visuais torna-se difícil.

Os cultivares Prata Anã e Pacovan, predominantes no Vale do São Francisco, respectivamente com 62 e 27% da área plantada (ABID, 2001), apresentaram-se medianamente resistentes ao despencamento, porém, devido à suscetibilidade à sigatoka-negra, podem ter suas áreas de plantio reduzidas com a provável introdução dessa doença.

### **Grupos genômicos**

A maioria dos cultivares de banana originou-se no continente asiático, evoluindo das espécies selvagens *Musa acuminata* e *M. balbisiana*. Esses cultivares apresentam níveis comossômicos di, tri ou tetraplóides, respectivamente com 22, 33 e 44 cromossomos, em combinações variadas de genomas completos das espécies parentais denominadas pelas letras A (*M. acuminata*) e B (*M. balbisiana*), resultando nos grupos AA, BB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB, AABB e ABBB (SIMMONDS & SHEPHERD, 1955).

De acordo com a análise de variância, todas as características apresentaram diferenças significativas em nível de 1% de probabilidade, entre os grupos genômicos.

Os frutos das bananeiras pertencentes ao grupo genômico BB apresentaram maior resistência ao despencamento, seguido por ABB e AAB, com valores médios de 83,1 N, 64,2 N e 46,9 N, respectivamente. Os outros grupos genômicos (AAA, AAAA, AAAB e AABB) não diferiram estatisticamente

entre si, porém apresentaram valores inferiores aos já citados, variando de 17,8 N a 25,6 N (Quadro 2). Tal comportamento indica que a presença do genoma B (*M. balbisiana*) propicia maior resistência ao despencamento dos frutos, ao contrário da presença do genoma A (*M. acuminata*). Isso pode ser um indicativo de que os genes de resistência ao despencamento podem estar associados à espécie *M. balbisiana*.

Quadro 2 – Valores médios da resistência ao despencamento (RDP) de genótipos de bananeira agrupados segundo os grupos genômicos

Grupos Genômicos	AA	AAA	AAAA	AAB	AAAB	AABB	ABB	BB
RDP (N)	17,8 d	20,7 d	19,2 d	46,9 c	25,6 d	19,8 d	64,2 b	83,1 a

Grupos de médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Sabe-se, no entanto, que as formas selvagens da espécie *M. balbisiana* apresentam pouca variabilidade genética e poucas características agronômicas desejáveis. Ao contrário, a variabilidade genética importante da bananeira localiza-se nas diversas formas selvagens da espécie *M. acuminata* e nos cultivares do grupo AA (SILVA, 2000). Assim, o objetivo do melhoramento do germoplasma AA é concentrar, em um mesmo genótipo, o maior número de características desejáveis, como partenocarpia, bom número de pencas, frutos compridos, cachos bem formados, porte baixo e resistência a pragas, doenças e nematóides, mediante cruzamentos de diplóides selecionados.

O grupo genômico AA apresentou o menor valor médio de resistência ao despencamento. Entretanto, é importante ressaltar que, dentre os genótipos AA, existem alguns que apresentam resistência mediana ao despencamento, a exemplo da 'Tjau Lagada' e TH03-01, com resistência de 54,6 N e 42,1 N, respectivamente (Quadro 1). Portanto, o melhoramento de bananeira com o uso de diplóides AA, embora deixe de aproveitar genótipos de maior resistência ao despencamento como os BB, pode buscar essa característica no cultivar Tjau Lagada e, ou, no híbrido TH03-01 (SILVA, 2000). De acordo com SILVA et

al. (1998), os resultados de um programa de melhoramento dependem basicamente da qualidade dos parentais diplóides. Desse modo, recomenda-se desenvolver genitores diplóides com caracteres desejáveis de vários acessos, tentando satisfazer os vários objetivos do programa de melhoramento.

Na prática, verifica-se a grande utilização de diplóides AA melhorados como um dos principais caminhos para o desenvolvimento de novos híbridos com qualidade superior. No entanto, os diplóides AA 'Tuugia', 2803-01, 'Lidi', M53, 'Tongat', Calcutta, 1304-04 e 1741-01, largamente usados no programa de melhoramento devido a suas boas características agrônômicas, apresentaram-se bastante suscetíveis ao despencamento, com valores inferiores aos da Pioneira, considerada de muito fácil despencamento. Considerando a riqueza do germoplasma AA, é provável que haja indivíduos com alta resistência ao despencamento dentro da espécie *Musa acuminata*.

O grupo genômico AABB, representado apenas pelo híbrido FHIA-03, não seguiu o comportamento dos grupos que possuem BB, o que talvez possa ser explicado pelo fato de ser um tetraplóide, portanto apresentando maior facilidade para despencar do que as bananeiras com os demais níveis de ploidia (MARRIOT, 1980). Provavelmente, os dois genomas AA sejam provenientes de indivíduos que apresentem alta suscetibilidade ao despencamento.

## **Ploidia**

Observou-se diferença significativa entre os grupos, no nível de 1% de probabilidade. Esse novo agrupamento permitiu visualizar que, entre os diplóides e triplóides, existe ampla variabilidade para resistência ao despencamento, com valores variando, em média, de 9,9 N (diplóide suscetível) a 83,1 N (diplóide resistente) (Quadro 3). A variação observada entre os triplóides foi de 7,8 N a 70,5 N, nos genótipos suscetível e resistente ao despencamento, respectivamente. Entretanto, os tetraplóides apresentaram menor amplitude de médias, oscilando de 15,4 N (tetraplóides suscetíveis) a 33,4 N (tetraplóides medianamente resistentes), ressaltando-se que não houve nenhum tetraplóide classificado como resistente ao despencamento.

Quadro 3 – Valores médios da resistência ao despencamento (RDP) de genótipos diplóides, triplóides e tetraplóides de bananeiras

Ploidia	Diplóide S	Diplóide MR	Diplóide R	Triplóide S	Triplóide MR	Triplóide R	Tetraplóide S	Tetraplóide MR
RDP (N)	9,9 e	35,7 c	83,1 a	7,8 e	37,8 c	70,5 b	15,4 d	33,4 c

S: suscetível, MR: medianamente resistente e R: resistente ao despencamento.

Grupos de médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Esse fato é preocupante, já que a obtenção de híbridos tetraplóides resistentes a doenças (um dos principais alvos dos programas de melhoramento de bananeira) tem sido um dos caminhos mais curtos e fáceis para obtenção de novos cultivares de bananeira. No entanto, a qualidade pós-colheita dos frutos dos novos híbridos às vezes deixa a desejar, em especial com relação à suscetibilidade ao despencamento. Isso tem dificultado a adoção desses novos cultivares pelos produtores, em virtude da não-aceitação desses frutos pelos compradores e da sua curta "vida de prateleira".

Deve-se, entretanto, salientar que a sigatoka-negra, presente em toda a região Norte do Brasil e no Mato Grosso (PEREIRA et al., 2000), está se aproximando das regiões de grande produção do Sudeste, e sua presença praticamente inviabiliza o cultivo dos cultivares tradicionais em uso, que são suscetíveis à doença, sem o emprego maciço de fungicidas. O uso de híbridos resistentes à sigatoka-negra apresenta-se como alternativa barata e ecologicamente correta. Se tais híbridos possuem problemas em pós-colheita, justificam-se estudos no manejo, de modo a contornar esses distúrbios.

Apesar de não ter sido detectado tetraplóide resistente, observou-se que os tetraplóides ST42-08 (47,1 N) e PV42-85 (43,7 N) apresentaram resistência mediana ao despencamento, inclusive não diferindo significativamente do cultivar Prata Anã (45,2 N), amplamente plantado e sem problemas de despencamento natural dos frutos. Resultados semelhantes foram relatados por CERQUEIRA (2000), obtendo valores de 49,6 N para ST42-08 e 49,0 N para PV42-85. Segundo esse autor, esses tetraplóides apresentaram valores de resistência ao despencamento superiores aos triplóides que lhes deram origem, a 'Prata São Tomé' (15,7 N) e a 'Pacovan' (47,8 N), respectivamente. É

importante salientar que no presente trabalho o diplóide parental dos híbridos referidos, M53, foi considerado suscetível por apresentar resistência ao despencamento de 7,5 N (Quadro 1). Portanto, combinações de parentais suscetíveis ao despencamento podem originar materiais resistentes, apesar de DADZIE & OCHARD (1997) afirmarem que existe a tendência de a resistência ao despencamento ser herdada ou transferida aos novos híbridos. Desse modo, justifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados da herança da resistência ao despencamento, podendo facilitar a incorporação desta característica aos novos materiais.

Não era de se esperar que entre os triplóides se encontrasse o menor valor de resistência ao despencamento (Quadro 3). Esse fato ocorreu apenas pela presença dos cultivares Caipira, com o menor valor de resistência ao despencamento (3,1 N), dentre os 37 genótipos, e Prata Comum, com 12,5 N (Quadro 1). Isso pode ser explicado pela dificuldade de se estabelecer o estágio 6 de maturação exato para o cultivar Caipira, o qual é resistente à antracnose e cujos frutos resistem ao surgimento das manchas escuras sobre a casca, que caracterizam o estágio de coloração 7. Provavelmente, tenha-se avaliado 'Caipira' em uma fase além do estágio 6. Apesar de ter sido considerada medianamente resistente ao despencamento pela classificação prática do laboratório da Embrapa Mandioca e Fruticultura e altamente resistente por PEREIRA & GASPAROTTO (2001), esse cultivar comportou-se como o mais sensível ao despencamento.

O diplóide 2803-01, considerado resistente ao despencamento pelo laboratório da Embrapa, também pode ter apresentado problemas de determinação do estágio 6 de maturação, de acordo com a escala demonstrada por DADZIE & ORCHARD (1997), estabelecida para acompanhamento de amadurecimento de frutos do subgrupo Cavendish. Para minimizar tais problemas, recomenda-se trabalhar com maior número de repetições para avaliar essa característica, com no mínimo 20 frutos por tratamento.

### **Correlação**

De acordo com CRUZ & REGAZZI (1997), o conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância nos trabalhos de

melhoramento, principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades, em razão dos procedimentos de medição e, ou, da baixa herdabilidade. Por meio da análise de correlação, verificou-se que a firmeza apresentou um grau de associação de 74% com a resistência ao despençamento (Quadro 4), significando que os frutos que são suscetíveis ao despençamento normalmente apresentam baixa firmeza e vice-versa. Uma substancial perda de firmeza ocorre em muitos frutos durante o amadurecimento.

Quadro 4 – Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica entre 13 caracteres<sup>1</sup>, avaliados em 37 genótipos de bananeira

Carac- teres	RDP	FIR	CFR	CPD	PPA	TMA	PFR	MSC	MSP	DPD	CAR	CAL	ESC
RDP	1,00	<b>0,74</b>	0,03	0,47	0,00	-0,03	0,28	0,11	0,46	0,01	0,39	0,36	0,16
FIR		1,00	0,05	0,40	-0,04	-0,04	0,22	0,10	0,54	-0,04	0,21	0,19	0,03
CFR			1,00	0,49	-0,44	-0,35	0,82	-0,57	-0,41	0,58	0,61	0,58	0,65
CPD				1,00	0,01	-0,08	0,61	-0,09	0,06	0,30	0,53	0,51	0,21
PPA					1,00	0,77	-0,49	0,61	0,01	-0,30	-0,52	-0,52	-0,52
TMA						1,00	-0,45	0,56	-0,17	-0,31	-0,40	-0,41	-0,55
PFR							1,00	-0,55	-0,17	0,64	0,88	0,89	0,70
MSC								1,00	0,29	-0,52	-0,41	-0,40	-0,71
MSP									1,00	-0,35	-0,06	-0,10	-0,17
DPD										1,00	0,49	0,55	0,55
DQN											1,00	0,96	0,60
DFR												1,00	0,58
ESC													1,00

<sup>1</sup> RDP: resistência ao despençamento, FIR: firmeza do fruto, CFR: comprimento do fruto, CPD: comprimento do pedicelo, PPA: porcentagem de perda de água do fruto, TMA: tempo de maturação do fruto, PFR: peso do fruto, MSC: matéria seca da casca, MSP: matéria seca da polpa, DPD: diâmetro do pedicelo do fruto, CAR: calibração radial, CAL: calibração lateral e ESC: espessura da casca.

O amaciamento que ocorre é primariamente devido à mudança no metabolismo dos carboidratos componentes da parede celular, ou seja, celulose, hemicelulose e pectina (PRESSEY & AVANTS, 1982). Acredita-se que a enzima pectinametilesterase tenha pouco efeito no amaciamento do fruto, servindo apenas para causar parcial desmetilação e permitindo a atividade da poligalacturonase. Essa desesterificação ocorre com a perda de ramificações laterais de galactose e arabinose das pectinas durante o amadurecimento do fruto (PAUL & CHEN, 1983). O amaciamento que se observa nessa fase corresponde à redução do conteúdo de pectina.

O peso dos frutos apresentou os maiores graus de associação com os caracteres comprimento, diâmetro (calibração lateral) e diâmetro da quina (calibração radial) dos frutos (Quadro 4), demonstrando, como já era de se esperar, que frutos mais pesados apresentam maiores dimensões, com a ressalva de que, preferencialmente, apresentam maiores diâmetros. Segundo DADZIE & ORCHARD (1997), a maioria dos produtores e consumidores de banana geralmente prefere cachos de grande tamanho com frutos curtos e grossos. Tais dimensões, a depender da preferência do mercado consumidor, são bastante significativas nos programas de melhoramento genético, devendo ser utilizadas na seleção de genótipos.

Observaram-se graus de associação de 28, 3, 36 e 39% entre resistência ao despencamento e peso, comprimento, diâmetro (CAL) e diâmetro da quina (CAR) do fruto, respectivamente (Quadro 4), portanto todos os valores foram relativamente baixos. Supostamente, frutos mais pesados e de maiores dimensões deveriam favorecer o despencamento natural do fruto maduro, no entanto isso não se confirmou. Ao contrário, a banana da 'Terra', que possui os maiores valores de peso, comprimento, diâmetro e diâmetro da quina do fruto com 349,6 g, 262,5 mm, 47,7 mm e 54,1 mm, respectivamente, foi o segundo genótipo mais resistente ao despencamento (Quadro 1). Entretanto, deve-se ressaltar que, no "despencador mecanizado" utilizado, os frutos são apoiados na horizontal, o que anula os efeitos gravitacionais sobre o peso do fruto.

De acordo com CERQUEIRA (2000), estudando 20 genótipos de bananeira, a correlação linear simples entre os caracteres resistência ao despencamento e peso do fruto foi de 52%, ou seja, espera-se que a resistência ao despencamento se eleve em frutos mais pesados. Segundo esse autor, essa correlação na prática deveria ser negativa como observada no PV42-53 e no Calypso, já que o peso do fruto terá grande influência no despencamento, uma vez que o comércio de bananas se faz em pencas ou buquês. Portanto, nesse caso, a forma de utilização do "despencador mecanizado" provavelmente alterou a relação entre os caracteres.

Observou-se que, quanto maior o comprimento do pedicelo, maior a resistência ao despencamento, com grau de associação de 47% (Quadro 4). Esse fato comprovou-se pelo elevado comprimento do pedicelo dos frutos do cultivar Terra (73,8 mm) e dos acessos 'Poteau Nain' (38,7 mm) e Butuhan

(37,2 mm), associado à alta resistência ao despencamento com valores de 101,2 N, 64,2 N e 69,2 N, respectivamente (Quadro 1).

A porcentagem de perda de água não apresentou associação com a resistência ao despencamento (Quadro 4), diferente dos resultados observados por outros autores (PAUL, 1996; SEMPLE & THOMPSON, 1988), os quais detectaram elevação da resistência ao despencamento com o aumento da perda de água.

Houve grau de associação de 77% entre a porcentagem de perda de água durante o amadurecimento e o tempo para que o fruto atingisse o estágio 6 de maturação, indicando que, quanto mais longo é o período de amadurecimento, maior é a desidratação do fruto (Quadro 4). Durante o amadurecimento, o fruto perde água através dos estômatos presentes na casca. Após a colheita, esse processo continua, com o agravante de que a água evaporada dos tecidos não pode mais ser reposta. Tal fato é responsável pela perda de massa durante o armazenamento, podendo comprometer seriamente a qualidade das frutas, influenciando, assim, no seu potencial de comercialização (SINGRIST, 1988, citado por SILVA, 1999).

## CONCLUSÕES

As avaliações da resistência ao despencamento dos frutos de bananeiras efetuadas via “despencador mecanizado” evidenciaram a alta resistência dos genótipos pertencentes ao grupo genômico BB (Butuhan, Piraí e BB França), ‘Terra’, ‘Poteau Nain’ (tipo figo) e ‘Thap Maeo’. Os cultivares Prata Anã, Grande Naine, Ouro e os híbridos Ambrosia e FHIA-18 obtiveram valores intermediários de resistência ao despencamento. Com relação aos genótipos suscetíveis, destacam-se os híbridos melhorados Pioneira, YB42-21, Buccanner e Calypso e o cultivar Ouro da Mata. Houve grau de associação de 74% entre firmeza do fruto e resistência ao despencamento. Os diplóides de *Musa balbisiana* (BB) e os triplóides com parte do genoma dessa espécie (ABB e AAB) apresentaram maior resistência ao despencamento. Por sua vez, os diplóides e os triplóides de *Musa acuminata* (AA e AAA), bem como os tetraplóides, exibiram, em geral, baixa resistência ao despencamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABID-Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. Irrigação e tecnologia moderna. **ITEM**, Brasília, n. 49, p. 52-63, 2001.

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. 585 p.

ALVES, E. J.; DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. et al. **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. 106 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 18).

BALDRY, J.; COURSEY, D. G.; HOWARD, G. E. The comparative consumer acceptability of triploid and tetraploid bananas fruit. **Trop. Sci.**, v. 23, p. 33-66, 1981.

BORGES, A. L.; MEDINA, V. M.; SILVA, S. O. **Adubação química do solo sobre a produção e resistência ao despencamento de frutos de banana 'Pioneira'**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1998. 3 p. (Pesquisa em andamento, 65).

CERQUEIRA, R. C. **Avaliação de características pós-colheita de genótipos de bananeira (*Musa spp.*)**. Cruz das Almas, BA: UFBA, 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

COURSEY, D. G.; MARRIOTT, J.; NEW, S. et al. Experimental parameters of fruit quality in new banana cultivars. **Proc. 4th Int. Congr. Food Sci. Technol.**, Madrid, v. 2, p. 70-79, 1976.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1997. 390 p.

DANTAS, J. L. L.; ALVES, E. J.; FÉLIX, A. I. L. **Banana pioneira**. Cruz das Almas: CNPMPF - EMBRAPA, 1994. 2 p. (Banana em Foco).

DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. **Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos**. Roma: IPGRI INIBAP, Montpellier, 1997. 63 p. (Guias técnicas Inibap 2).

EMBRAPA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1993. 12 p. (EMBRAPA-CNPMPF, Boletim de pesquisa, 7).

HICKS, E. W. Finger dropping from bunches of australian Cavendish bananas. **J. Counc. Sci. Ind. Res.**, v. 7, p. 165-168, 1934.

HOLDERNESS, M.; SHARROCK, S.; FRISON, E.; KAIRO, M. (Eds.). **Organic banana 2000: towards an organic banana initiative in the Caribbean. Report of the International workshop on the production and marketing of organic bananas by smallholder farmers**. Montpellier: INIBAP, 2000. 174 p.

- MARRIOTT, J. Bananas: physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 13, p. 41-88, 1980.
- NEW, S.; MARRIOTT, J. Factors affecting the development of 'finger drop' in bananas after ripening. **J. Food Technol.**, v. 18, p. 241-250, 1983.
- PAULL, R. E. Ethylene, storage and ripening temperatures affect Dwarf Brazilian banana finger drop. **Postharvest Biology and Technology**, v. 8, p. 64-74, 1996.
- PAUL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall - degradation enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v. 72, p. 382-385, 1983.
- PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L.; COELHO, A. F.; VÉRAS, S. M. **Doenças da bananeira no estado do Amazonas**. 2. ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 27 p. (Circular técnica, 7).
- PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L. Sigatoka negra da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, I, 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Nova Porteirinha, MG: [s. n.], 2001. p. 102-104.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonases: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v.6, n.1, p. 57-74, 1982.
- SEMPLE, A. J.; THOMPSON, A. K. Influence of the ripening environment on the development of finger drop in bananas. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 46, p.139-146, 1988.
- SILVA, C. L. **Aplicação pós-colheita de cálcio em frutos de bananeira (Musa sp.) cultivar Pioneira**. Cruz das Almas, BA: UFBA, 1999. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- SILVA, S. O.; CARVALHO, P. C. L.; SHEPHERD, K.; ALVES, E. J.; OLIVEIRA, C. A. P.; CARVALHO, J. A. B. S. **Catálogo de germoplasma de bananeira (Musa spp.)**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 52 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Documentos 20).
- SILVA, S. O.; MATOS, A. P.; ALVES, E. J. Melhoramento genético da bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 693-703, 1998.
- SILVA, S. O. Melhoramento genético da bananeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTEIRAS, 2, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2000. p. 21-48.
- SIMMONDS, N. W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. **The Journal of the Linnean Society of London**, v.55, p. 302-312, 1955.

## ALTERAÇÕES ANATÔMICAS NO PEDICELO DE BANANA DURANTE O AMADURECIMENTO

### RESUMO

O fácil despencamento natural de banana madura é indesejável comercialmente, pois reduz o valor de mercado da fruta. O presente trabalho teve como objetivos determinar as causas anatômicas associadas ao despencamento natural e identificar a existência de camada de abscisão no pedicelo de banana. Foram utilizadas partes de pedicelos de frutos verdes e maduros de 13 genótipos, incluindo diplóides, triplóides e tetraplóides de bananeira. Foram efetuados cortes histológicos para observação das características, da distribuição e da coloração dos componentes dos tecidos do pedicelo. Paralelamente, o material vegetal foi macerado para avaliar as características das fibras dessa região. O experimento foi montado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo como fator primário os 13 genótipos de bananeira e secundário, os dois estádios de maturação (casca totalmente verde e casca totalmente amarela), com três repetições. Ao contrário de outras espécies, na região de despencamento do fruto maduro da bananeira não foi detectado camada de abscisão. Nos genótipos Pioneira (AAAB), 'Prata Anã' (AAB) e 'Lidi' (AA), o tecido parenquimático do pedicelo degenerou-se nos frutos maduros, formando grandes espaços vazios que justificam a maior suscetibilidade dos frutos de tais genótipos ao despencamento. O cultivar Terra (AAB), considerado resistente ao despencamento, apresentou fibras difíceis de serem separadas ou individualizadas e relativamente finas em relação às dos demais genótipos. Observou-se que os genótipos Butuhan (BB), 'Poteau Nain' (ABB) e 'Thap Maeo' (AAB), também resistentes ao despencamento, apresentaram fibras com paredes celulares bastante espessas. Houve associação de 50% entre resistência ao despencamento e as características comprimento de fibra e espessura de parede, indicando que pedicelos contendo fibras mais compridas e com parede celular mais espessa são mais resistentes ao despencamento.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., despencamento, anatomia do pedicelo.

## INTRODUÇÃO

Normalmente, os frutos carnosos sofrem abscisão ao amadurecer, enquanto os frutos secos são retidos na planta até antes da deiscência e desprendimento das sementes. A abscisão de frutos carnosos ocorre entre o ovário e o receptáculo (como citros, pêssegos, ameixas e mangas) ou na base do pedicelo (como maçãs, peras e figos) (ADDICOTT, 1982).

O hábito de abscisão de órgãos de plantas cultivadas raramente agrada os produtores. Em horticultura, a retenção de folhas, flores ou frutos é freqüentemente de maior interesse do que sua abscisão (ADDICOTT, 1982). O despencamento natural de frutos maduros de bananeira é indesejável, pois causa redução do valor de mercado do fruto (SEMPLE & THOMPSON, 1988). O consumidor, ao comprar uma penca de banana na prateleira, descarta os frutos destacados e até mesmo as pencas com falta de alguns frutos.

Na maioria das plantas, a queda de folhas, flores ou frutos é precedida pela diferenciação de uma camada distinta de células, a camada de abscisão, localizada dentro da zona de abscisão. Durante a senescência foliar, as paredes das células na camada de abscisão são degradadas. O pecíolo da folha eventualmente é rompido na camada de abscisão devido a tensões nas paredes celulares enfraquecidas (TAIZ & ZEIGER, 1991).

Em geral, as células da zona de abscisão são menores e com citoplasma mais denso do que células em regiões adjacentes. Os elementos traqueários são bem menos desenvolvidos, com menor deposição de lignina. Células e estruturas, como fibras, laticíferos e canais resiníferos, devem inexistir ou ser bem menos desenvolvidos na zona de abscisão. Feixes vasculares normalmente atravessam a zona de abscisão, sendo comum encontrar anastomose nas suas proximidades (ADDICOTT, 1982).

Dentro da zona de abscisão, os processos fisiológicos de separação são quase sempre restritos a uma estreita faixa de células, a camada de separação, freqüentemente constituída de apenas uma simples camada de células finas. Estas secretam as enzimas necessárias para a hidrólise da parede celular e a separação (ADDICOTT, 1982; PAUL & CHEN, 1983; CONWAY et al., 1992). Imediatamente próxima à camada de separação, desenvolve-se a camada de proteção. Em espécies herbáceas, essa estrutura

consiste na formação de depósitos de suberina e lignina nas células expostas pela abscisão (GAWADI & AVERY, 1950).

Não foram encontrados na literatura relatos sobre a existência de região, zona ou camada de abscisão em frutos de bananeira. A detecção dessa característica poderá facilitar o entendimento do despencamento natural de frutos de bananeira, bem como direcionar soluções mais viáveis para contornar esse problema.

A região do pedicelo na qual ocorre o despencamento natural do fruto possui internamente várias camadas de parênquima hipodérmico. Mais internamente a essas camadas está uma grande região de parênquima com feixes vasculares dispersos. Em direção ao interior do fruto encontram-se uma região de aerênquima e uma zona com feixes vasculares circundada por laticíferos. O interior do pericarpo consiste de algumas camadas de parênquima que contêm as células iniciais da polpa. A casca da banana se separa da polpa em uma região de tecido parenquimático com grandes espaços entre as células adjacentes (CUTTER, 1987; FAHN, 1995).

O presente trabalho teve como objetivos determinar as causas anatômicas associadas ao despencamento natural de frutos de bananeiras e identificar uma possível região ou camada de abscisão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras do material vegetal foram coletadas no Banco de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas, BA. As análises anatômicas foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 13 genótipos classificados como suscetíveis, medianamente resistentes e resistentes ao despencamento (Quadro 1).

Quadro 1 – Grupo genômico, classificação e resistência ao despencamento (RDP) de 13 genótipos de bananeiras de diferentes ploídias

Nome	Grupo Genômico	Classificação	RDP (Despencador) <sup>1</sup>
Lidi	AA	Cultivar	Suscetível
Jary Buaya	AA	Cultivar	Medianamente
2803-01	AA	Híbrido melhorado	Suscetível
Butuhan (Plátano)	BB	Diplóide silvestre	Resistente
Grande Naine	AAA	Cultivar	Medianamente
Prata Anã	AAB	Cultivar	Medianamente
Thap Maeo	AAB	Cultivar	Resistente
Terra (Plátano)	AAB	Cultivar	Resistente
Poteau Nain (Plátano)	ABB	Cultivar	Resistente
Ambrosia	AAAA	Híbrido melhorado	Medianamente
Pioneira	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível
SH36-40	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível
FHIA-03 (Plátano)	AAAB	Híbrido melhorado	Suscetível

<sup>1</sup> Método quantitativo utilizando “despencador mecanizado”, conforme descrito no capítulo 1. Obs.: as linhas tracejadas limitam os diplóides, triplóides e tetraplóides.

Foram seccionadas partes do pedicelo dos frutos com aproximadamente 1 cm de comprimento (Figura 1), abrangendo a região onde ocorre o despencamento natural nos estádios de coloração 1 (casca totalmente verde) e 6 (casca totalmente amarela). Cada pedicelo foi acondicionado em frascos devidamente etiquetados com solução fixadora FAA (formaldeído: 900 mL + ácido acético: 50 mL + etanol 50%: 50 mL) e armazenados em refrigerador (JOHANSEN, 1940).

Cada pedicelo foi seccionado em seis partes, aproveitando-se apenas as duas partes centrais para os cortes anatômicos (Figura 1).

### **Cortes anatômicos**

Após a fixação, realizou-se a desidratação do material por meio de uma série alcoólica progressiva: etanol 50% (submetida a vácuo até a eliminação de todo o ar, ± 5 horas), etanol 60% (1 hora), etanol 70% (1 hora), etanol 80% (1 hora), etanol 90% (1 hora), etanol 100% (1 hora), etanol/álcool butílico terciário 3:1 (1 hora), etanol/álcool butílico terciário 1:1 (1 hora), etanol/álcool butílico terciário 1:3 (1 hora) e álcool butílico terciário puro (1 hora).

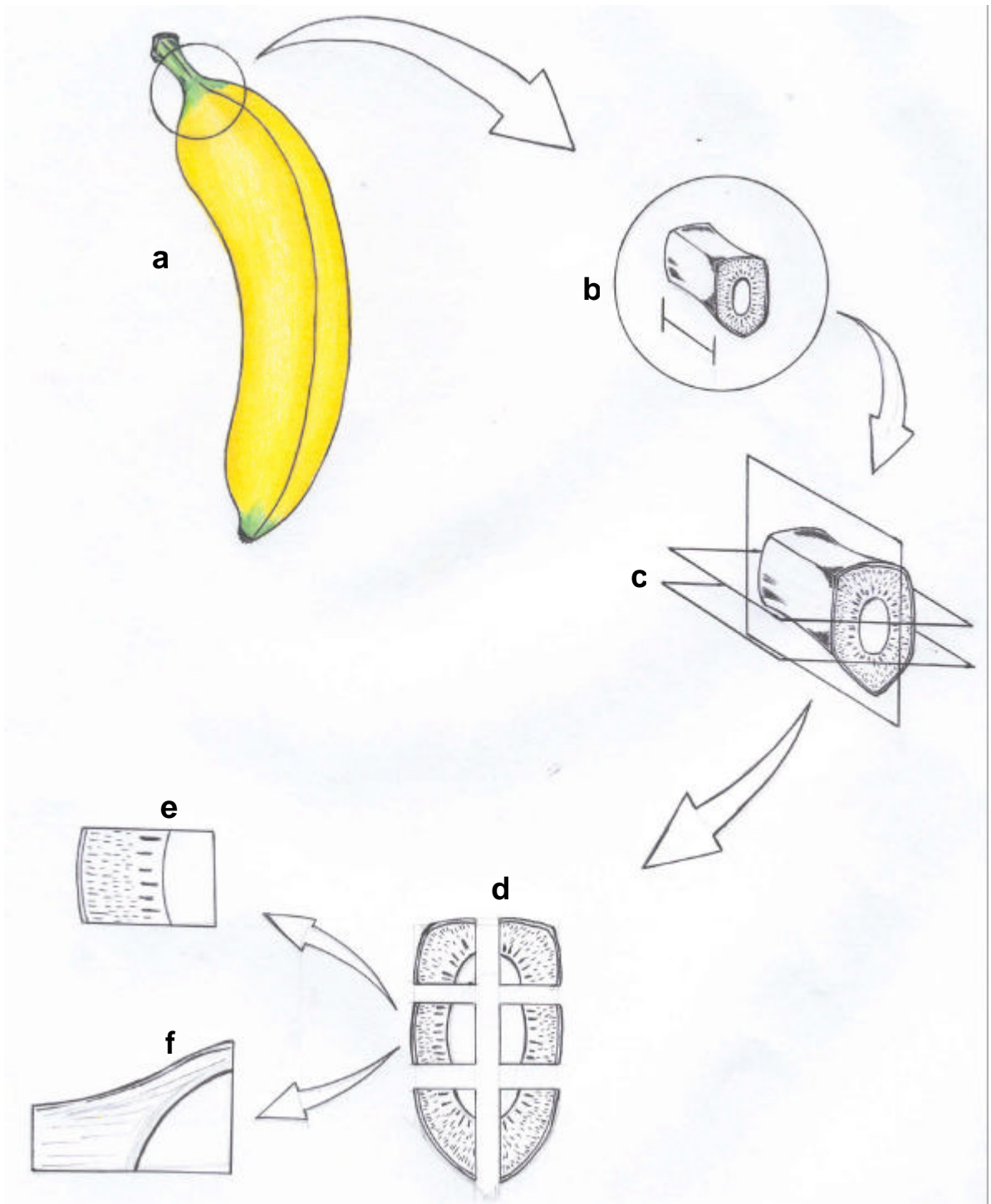


Figura 1 - Esquema demonstrando o seccionamento do pedicelo e preparo deste para os cortes longitudinais e transversais. Fruto inteiro enfocando local seccionado (a), parte seccionada com 1 cm de comprimento (b), divisão da parte seccionada para viabilizar cortes anatômicos (c e d) e visão dos cortes transversal (e) e longitudinal (f).

Logo após, foi adicionada ao frasco com álcool butílico + amostra a mesma quantidade de parafina histológica pura, deixando-se de um dia para o outro em chapa aquecida (40 °C). O frasco foi fechado com papel-alumínio. Na seqüência, o material vegetal foi levado para estufa a 55-60 °C, onde permaneceu por uma hora em parafina histológica (PF 50-55) pura fundida (estado líquido). Em seguida, o material em parafina foi submetido a vácuo em estufa aquecida (55-60 °C) por cinco horas até que todo o ar fosse retirado.

Após a infiltração em parafina, o material foi incluído em uma mistura de parafina com 8% de cera, para facilitar o seccionamento dos blocos no micrótomo. O material incluído, devidamente etiquetado, foi colocado nos sentidos longitudinal e vertical em molde de metal. Os blocos moldados foram seccionados em micrótomo rotativo SPENCER CO e, ou, LEITZ POLY CUT.

Uma vez obtidas as fitas de parafina contendo os cortes histológicos com espessura de 20 µm, essas foram colocadas sobre as lâminas limpas e previamente untadas com adesivo de HAUPT (1 g de gelatina pura, 100 mL de água destilada e 2 g de cristais de fenol) (JOHANSEN, 1940). Sobre o adesivo espalhado em cada lâmina, colocaram-se algumas gotas de água destilada. A seguir, as lâminas foram transportadas para chapa quente (40 °C) até que a fita ficasse completamente esticada. As lâminas foram identificadas e permaneceram por uma semana em condições de laboratório.

O material vegetal foi desparafinado, hidratado e colorido conforme a técnica de HAGQUIST (1974): xilol puro (5 min), xilol puro (5 min), xilol/etanol 1:1 (5 min), etanol 95% (5 min), etanol 70% (5 min), safranina O 1% em etanol 50% (15 min), água destilada (enxaguar), cristal de violeta (2 min), água destilada (enxaguar), etanol absoluto (5 min), etanol absoluto (5 min), laranja G (135 mL) + verde rápido (15 mL) por três minutos, laranja G (145 mL) + verde rápido (5 mL) por três minutos, laranja G (148 mL) + verde rápido (2 mL) por três minutos, laranja G (2 min), etanol absoluto (1 min), xilol (5 min) e xilol (≥ 5 min). O laranja G é preparado, dissolvendo-se 0,4 g de laranja G em 100 mL de óleo de cravo, sendo o verde rápido preparado por dissolução de 1 g de verde rápido em 100 mL de etanol absoluto. Essa coloração é denominada quádrupla-triarca, utilizada para coloração geral dos tecidos. A safranina é utilizada para corar a lignina, o verde rápido cora a celulose, o cristal de violeta cora o amido e o laranja G cora o tanino. Os cortes foram finalmente montados

em bálsamo do Canadá, cobertos com lamínula e deixados para secar em placa aquecida a 30 °C.

Os cortes das diversas seções foram fotomicrografados com fotomicroscópio OLYMPUS AX70 e com lupa OLYMPUS 52A.

Foram observadas as características, a distribuição e a coloração dos componentes dos tecidos da região em que ocorre o despencamento natural dos frutos.

### **Maceração**

Maceração consistiu em submeter o material a uma solução digestora da lamela média das células, separando-as. Nesse caso, o interesse foi individualizar e caracterizar anatomicamente as fibras da região de despencamento do fruto da bananeira. O material vegetal utilizado foi o mesmo citado anteriormente para confecção das lâminas permanentes.

Inicialmente, foram realizados testes para ajustar os tempos e corantes a serem utilizados. O material seccionado foi submetido por 24 horas a uma solução de Jeffrey composta de ácido nítrico (10%) + ácido crômico (10%), na proporção de 1:1 (JOHANSEN, 1940).

No dia seguinte, o material foi lavado com água destilada, promovendo-se a maceração mecânica com bastão de vidro sobre uma placa de Petri. Em seguida, o material foi submetido a etanol 50% (continuando a maceração mecânica com bastão de vidro), fucsina básica (2,5 min), enxágue em água destilada e azul de astra (30 seg), macerando mais uma vez com o bastão.

O material macerado e corado foi montado em lâminas semi-permanentes com gelatina glicerinada, para posteriores observações e medições.

Foram avaliadas as seguintes características das fibras: comprimento, diâmetro e espessura da parede celular, utilizando-se o microscópio Carl Zeiss JENA, modelo Docuval BA2, com tambor micrométrico acoplado a uma de suas oculares e aferido com lâmina micrométrica, para auxiliar as medições.

Além dessas análises, foram atribuídas notas às lâminas maceradas, sendo 1: maceração muito fácil, 2: maceração fácil, 3: maceração medianamente fácil e 4: maceração difícil.

Finalmente, foram contados o número de grupos de fibras por área e o número de fibras por grupo de fibras. Essa contagem foi realizada nas lâminas permanentes referentes aos cortes transversais do material utilizado. Também, foram utilizados os 13 genótipos de bananeiras nos dois estádios de maturação, sendo selecionadas três lâminas em cada caso. As lâminas selecionadas referiram-se às regiões proximal, mediana e distal do segmento de pedicelo coletado para as análises. Na contagem do número de grupos de fibras, coincidiu-se a epiderme com a parte superior do campo visual (área medida) do aparelho “Projeto de Lâmina Ken-A-Vision”, correspondendo à parte referente à casca do fruto. Na contagem do número de fibras por grupo de fibras, foram utilizados cinco grupos de fibras ao acaso, referentes ao campo visual anteriormente descrito.

O experimento foi montado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo como fator primário os 13 genótipos de bananeiras e como secundário os dois estádios de maturação (verde: 1 e maduro: 6), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, coletando-se dados de 10 fibras ao acaso nas três lâminas confeccionadas para cada repetição. Na avaliação das notas das lâminas maceradas, cada repetição foi composta pela média de três lâminas.

Todos os dados coletados foram submetidos à análise de variância, sendo os grupos de médias comparados por meio do critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Também, foram estimados coeficientes de correlação da resistência ao despencamento e firmeza com as características das fibras avaliadas. Para estimar tais correlações, foram utilizados dados de resistência ao despencamento e firmeza, descritos no primeiro capítulo, referentes aos 13 genótipos estudados neste experimento. As análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG-UFV).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Observação dos cortes anatômicos

O despencamento do fruto da bananeira ocorre na região de estrangulamento do fruto no sentido da polpa para o pedicelo (Figura 1a), ocorrendo rompimento dos tecidos em toda essa região.

Observando o fruto no estágio 5 de maturação (casca amarela com extremidades verdes), pode-se prever o local onde ocorrerá o despencamento, o qual fica delimitado entre as cores verde e amarela, sendo verde para o lado do pedicelo e amarelo para o lado da casca do fruto (Figura 1a). Segundo FAHN (1995), a região ou zona de abscisão pode ser distinguida histologicamente com base nos tecidos circundantes, e externamente sua localização é marcada pela presença de uma saliência superficial ou por diferença na cor da epiderme.

O processo de abscisão de órgãos ocorre, em geral, em camadas específicas de células, as quais se tornam morfológica e bioquimicamente diferenciadas durante o desenvolvimento do órgão (TAIZ & ZEIGER, 1991). De acordo com FAHN (1995), na maioria dos órgãos a serem abscididos, o sistema vascular na região de abscisão normalmente é concentrado na parte central, com esclerênquima e colênquima menos desenvolvidos ou ausentes. Ao contrário da maioria das plantas, na região de despencamento do fruto maduro da bananeira não foi detectado camada ou zona de abscisão.

A região de despencamento dos frutos de bananeira possui uma padronização na organização geral dos tecidos (Figuras 2 e 3), conforme descrição a seguir, com diferenças morfológicas específicas nos diferentes genótipos estudados. A parte mais externa é composta por epiderme, que consiste de uma fina camada contínua de células, interrompida em intervalos regulares pelos estômatos. Logo abaixo da epiderme, situa-se o clorênquima, formado pelo parênquima clorofiliano e pelo aerênquima. Este não é interrompido, exceto pela presença ocasional de canais laticíferos. De acordo com VON LOESECKE (1950) e RAM et al. (1962), o parênquima é o tecido que ocupa a maior parte da casca da banana e consiste de células com paredes relativamente finas, as quais possuem o contorno retangular e são unidas em camadas horizontais sucessivas.

As células do parênquima próximas à epiderme possuem maiores dimensões do que as da epiderme (Figura 2–B). Próximo à porção central da casca, as células parenquimáticas tornam-se mais ou menos arredondadas, assumindo uma forma quase globular. Quanto mais se aproxima do interior (centro do pedicelo), maiores são os espaços intercelulares, com presença do aerênquima (Figura 2–A). Embebidos no citoplasma das células parenquimáticas estão os amiloplastos. Nas camadas de células mais profundas da casca, cada plastídio torna-se o centro de acúmulo de amido ou amiloplasto. Observa-se grande quantidade de amido nos frutos verdes (Figuras 2, 3 e 4). Durante o amadurecimento, o amido é gradualmente transformado em açúcares como sacarose, glicose e frutose. Essas características confirmam a descrição feita por VON LOESECKE (1950), RAM et al. (1962) e VALLADE & RABECHULT (1963).

Observou-se a freqüente ocorrência de vários canais laticíferos (Figuras 2, 3 e 4), provavelmente com presença de vários compostos fenólicos como tanino, o qual confere a adstringência ao fruto verde. Durante o amadurecimento do fruto, a perda da adstringência é resultante da polimerização do tanino (SEYMOUR et al., 1993). Segundo VON LOESECKE (1950), o sistema laticífero consiste das maiores e mais evidentes células na banana. Isso foi observado neste trabalho e está de acordo com a descrição feita por VALLADE & RABECHULT (1963). Essas células possuem paredes finas e formato cilíndrico. Na casca, elas formam linhas paralelas com os feixes vasculares e são normalmente inseridas dentro destes. As células adjacentes possuem paredes finas, com lados planos e sem grãos de amido ou conteúdo visível (RAM et al., 1962). Características semelhantes foram observadas no presente trabalho.

O sistema fibrovascular é formado por vários feixes compostos por grupos de fibras, xilema e floema, dispersos no parênquima em intervalos mais ou menos irregulares, com orientação paralela ao eixo do fruto (Figura 3). Descrição semelhante foi feita por VALLADE & RABECHULT (1963). Os feixes conferem força mecânica à região da casca e também servem como canais para transporte de nutrientes, água e fotoassimilados (VON LOESECKE, 1950). Próximo à superfície da casca, os feixes são relativamente

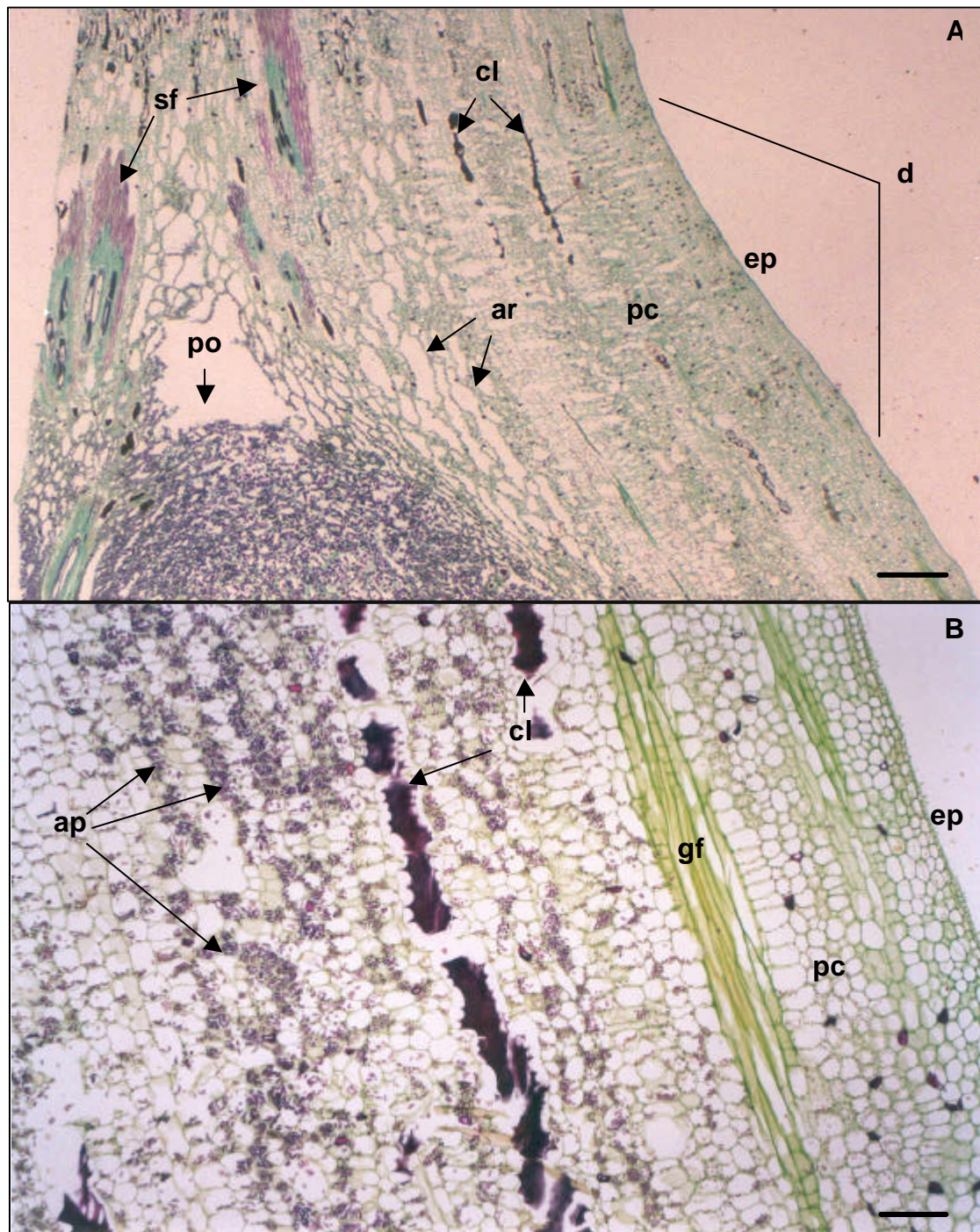


Figura 2 – Cortes longitudinais dos pedicelos dos frutos verdes (estádio 1) das bananeiras ‘Prata Anã’ (A) e ‘Poteau Nain’ (B), demonstrando a região onde ocorre o despencamento (d). Descrição das demais estruturas: epiderme (ep), sistema fibrovascular (sf), canais laticíferos (cl), aerênquima (ar), parênquima clorofiliano (pc), amiloplastos com presença de grãos de amido arroxeados (ap), início da polpa do fruto com presença de muito amido caracterizado pela coloração arroxçada (po) e grupo de fibras (gf). Escala A: 862  $\mu\text{m}$  e B: 240  $\mu\text{m}$ .

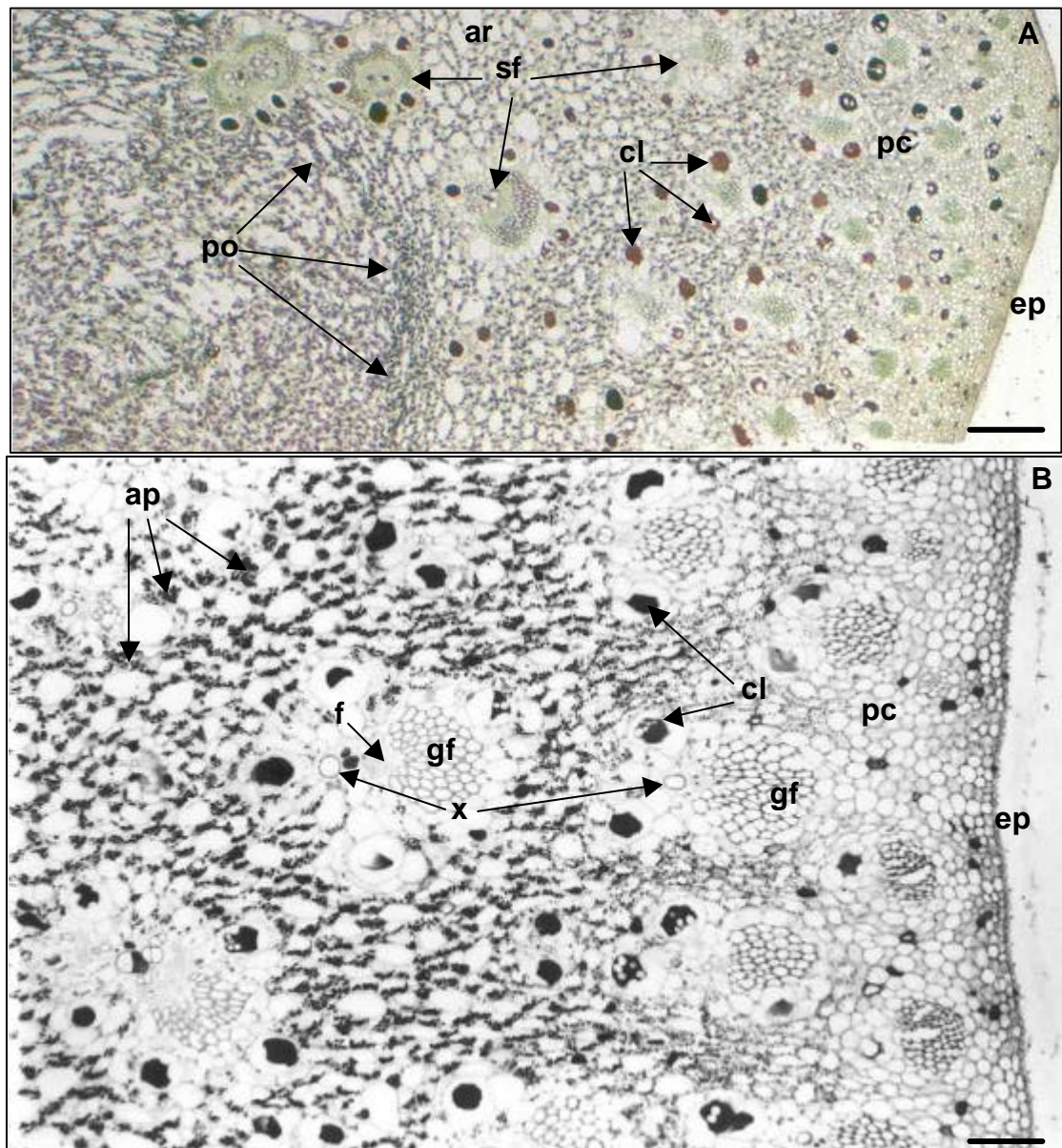


Figura 3 – Cortes transversais dos pedicelos dos frutos verdes (estádio 1) das bananeiras ‘Thap Maeo’ (A) e ‘Poteau Nain’ (B), demonstrando a distribuição geral dos tecidos na região onde ocorre o despencamento. Descrição das estruturas: epiderme (ep), sistema fibrovascular (sf), canais laticíferos (cl), aerênquima com presença de amido nas células (ar), parênquima clorofiliano com presença de amido nas células (pc), amiloplastos com presença de vários grãos de amido (ap), início da polpa do fruto com presença de muito amido caracterizado pela coloração arroxeadada (po), grupo de fibras (gf), xilema indicando elementos de vaso (x) e floema indicando elementos de tubo crivados (f). Escala A = 654  $\mu\text{m}$  e B = 208  $\mu\text{m}$ .

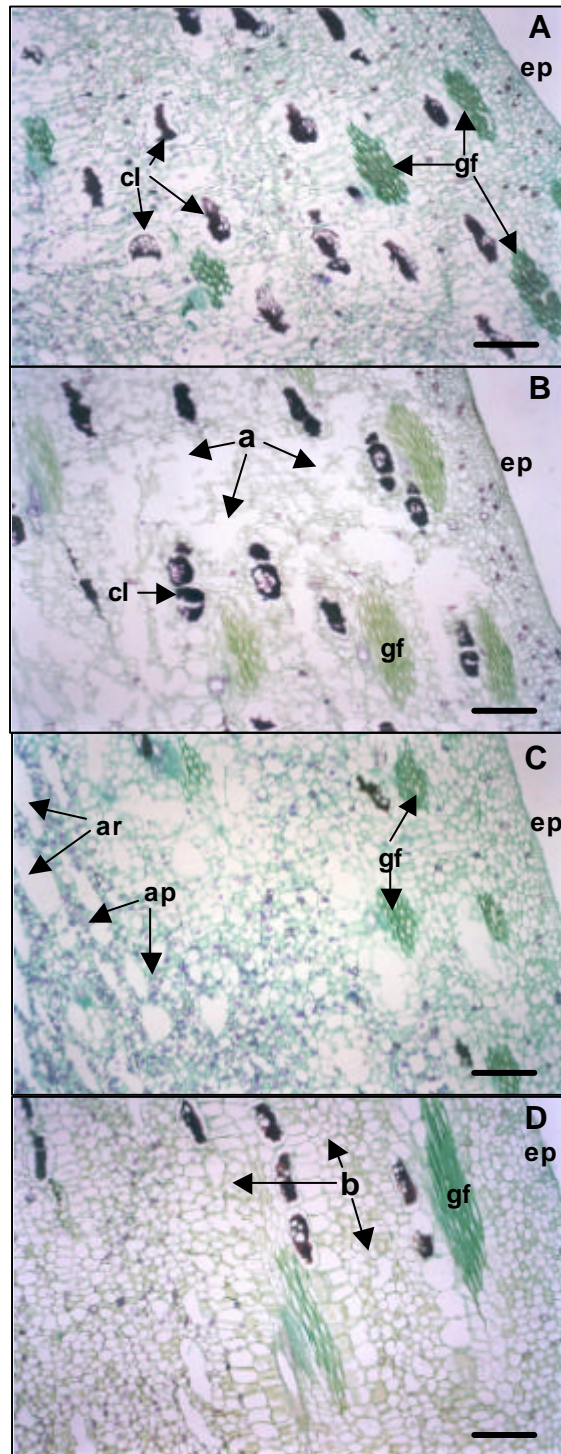


Figura 4 – Cortes longitudinais dos pedicelos dos frutos das bananeiras Pioneira (A: estágio 1 e B: estágio 6) e ‘Terra’ (C: estágio 1 e D: estágio 6), demonstrando a região onde ocorre o despençamento, com degeneração do parênquima no pedicelo do fruto maduro de Pioneira (a), enquanto as células do parênquima do fruto maduro de Terra apresentam-se íntegras (b). Descrição das demais estruturas: epiderme (ep), grupos de fibras (gf), canais laticíferos (cl), aerênquima (ar) e amiloplastos com presença de grãos de amido arroxeados (ap). Escala A, B, C e D: 382  $\mu$ m.

pequenos e com estrutura simples, mas, nas camadas mais profundas (centro do pedicelo), eles se tornam maiores e complexos (Figura 3–B). As fibras são relativamente compridas, finas, com paredes grossas e muito uniformes no diâmetro. Praticamente não existem espaços intercelulares entre as fibras, e estas se intercomunicam através das pontoações simples (Figura 5). Os grupos de feixes possuem elementos de tubo crivados e elementos de vaso (Figura 3–B). Segundo VON LOESECKE (1950), os elementos de vaso consistem de longos tubos com paredes finas e espiraladas, conectando-se direta ou indiretamente com o feixe xilemático no eixo principal. Normalmente, eles ocorrem em grupos de dois ou três e, algumas vezes, solitários. Os elementos de tubo crivados consistem de conjuntos de células alongadas, de tamanho moderado, com as paredes terminais crivadas, facilitando a intercomunicação entre elas. Estruturas semelhantes foram detectadas no material utilizado neste trabalho.

De acordo com a coloração quádrupla-triarca, observaram-se colorações diferenciadas para determinadas substâncias, distinguindo-se mais facilmente a estrutura dos tecidos. A safranina corou a lignina de vermelho a roxo-escuro; o cristal de violeta corou o amido de arroxeadado; o laranja G foi responsável pela cor roxa à preta do tanino, enquanto o verde rápido o é pela cor verde da celulose (Figura 2).

Observou-se que, na região de despencamento do fruto maduro, o tecido parenquimático de alguns genótipos como Pioneira, ‘Prata Anã’ e ‘Lidi’ apresenta-se mais frágil, com rompimento de várias células formando grandes espaços vazios nessa região, indicando a maior suscetibilidade de tais genótipos ao despencamento natural (Figura 4). Tal comportamento confirma a afirmação de VON LOESECKE (1950) e MOHAN HAM et al. (1962) de que as células parenquimáticas possuem parede relativamente fina, justificando o maior despencamento de alguns genótipos. Destaca-se que o tetraplóide Pioneira, considerado muito sensível ao despencamento, apresentou maiores quantidades de células rompidas e, conseqüentemente, maiores espaços vazios (Figura 4), ao contrário dos genótipos Terra, Butuhan e Poteau Nain, considerados resistentes, que não sofreram rompimento de células, no estágio de maturação 6. Talvez o despencamento ocorra em função da menor quantidade de componentes estruturais da parede celular das células

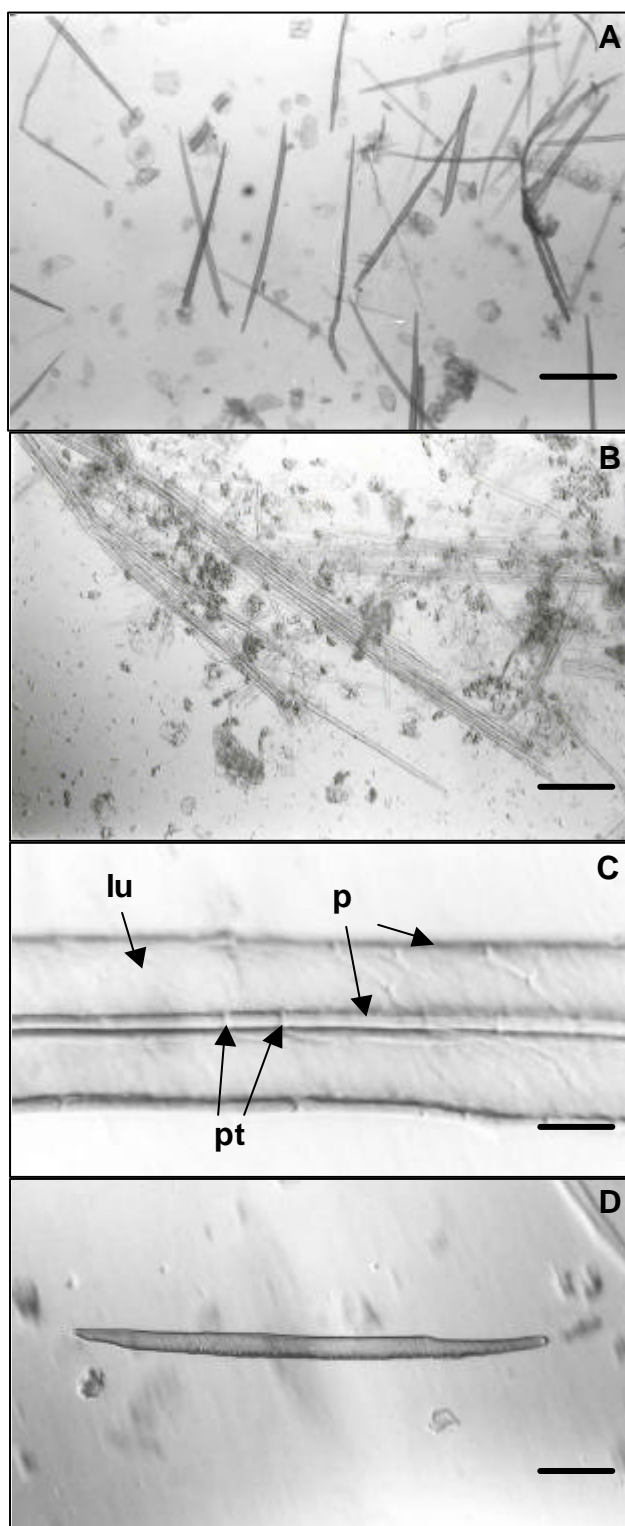


Figura 5 – Fibras maceradas dos genótipos SH36-40 no estágio 6 (A), 'Terra' no estágio 6 (B), 'Lidi' no estágio 1 (C) e 2803-01 no estágio 1 (D), demonstrando fibras facilmente desprendidas (A), fibras que não se desprendem (B), duas fibras paralelas (C) e uma fibra inteira (D). Descrição dos detalhes: parede celular das fibras (pc), lúmen da fibra (lu) e pontoações nas paredes celulares das fibras (pt). Escala A: 293  $\mu\text{m}$ , B: 300  $\mu\text{m}$ , C: 15  $\mu\text{m}$  e D: 91  $\mu\text{m}$ .

parenquimáticas, como celulose, hemicelulose e pectina, ou da degradação mais acelerada desses componentes, justificando o maior enfraquecimento do tecido parenquimático em genótipos mais sensíveis ao despencamento.

Em todos os genótipos estudados, observou-se a presença de maior quantidade de grãos de amido nos frutos verdes (Figura 4). O amido representa cerca de 20 a 25% da massa fresca da polpa do fruto verde, sendo este, durante o amadurecimento, degradado rapidamente, levando o fruto a acumular os açúcares sacarose, glicose e frutose (SEYMOUR et al., 1993). Os frutos maduros de 'Terra', 'Poteau Nain' e 'Thap Maeo' apresentaram maior quantidade de grânulos de amido nas células parenquimáticas do que os demais genótipos no estágio 6. É importante salientar que estes genótipos são resistentes ao despencamento. A maior quantidade de amido indica que deve haver menor atividade de enzimas que o degradam, como amilases. Se a atividade enzimática em geral for menor nesses genótipos, também deverá haver menor degradação de componentes estruturais de parede celular pela ação de poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), justificando a maior resistência ao despencamento desses genótipos, em comparação com os sensíveis. Isso poderá ser confirmado com trabalhos a serem executados posteriormente. Entretanto, o diplóide Butuhan, também resistente ao despencamento, apresentou menor quantidade de amido mesmo no fruto verde, comparação com os genótipos anteriormente referidos, indicando ser uma característica específica desse genótipo BB a presença de menor quantidade de amido.

Com a utilização do corante quádruplo-triarco, a coloração avermelhada a rósea mais intensa das fibras dos genótipos Butuhan e 'Poteau Nain' indica o maior grau de lignificação nesses genótipos resistentes ao despencamento (Figura 6). Outra característica destacada em genótipos resistentes ao despencamento é o formato do aerênquima. Os espaços são alongados e finos no sentido longitudinal, facilmente visualizados nos genótipos 'Terra', Butuhan, 'Poteau Nain' e 'Thap Maeo'; ao contrário, por exemplo, de 'Lidi', onde os espaços são mais curtos e largos (Figura 6).

Em geral, os canais laticíferos dos tetraplóides apresentam maior diâmetro do que triplóides e diplóides e encontram-se em maior quantidade (Figuras 4 e 7). Observou-se, também, maior preenchimento dos canais, provavelmente com substâncias resultantes da hidrólise do tanino, dentre outros compostos fenólicos, no fruto maduro em comparação com o verde.

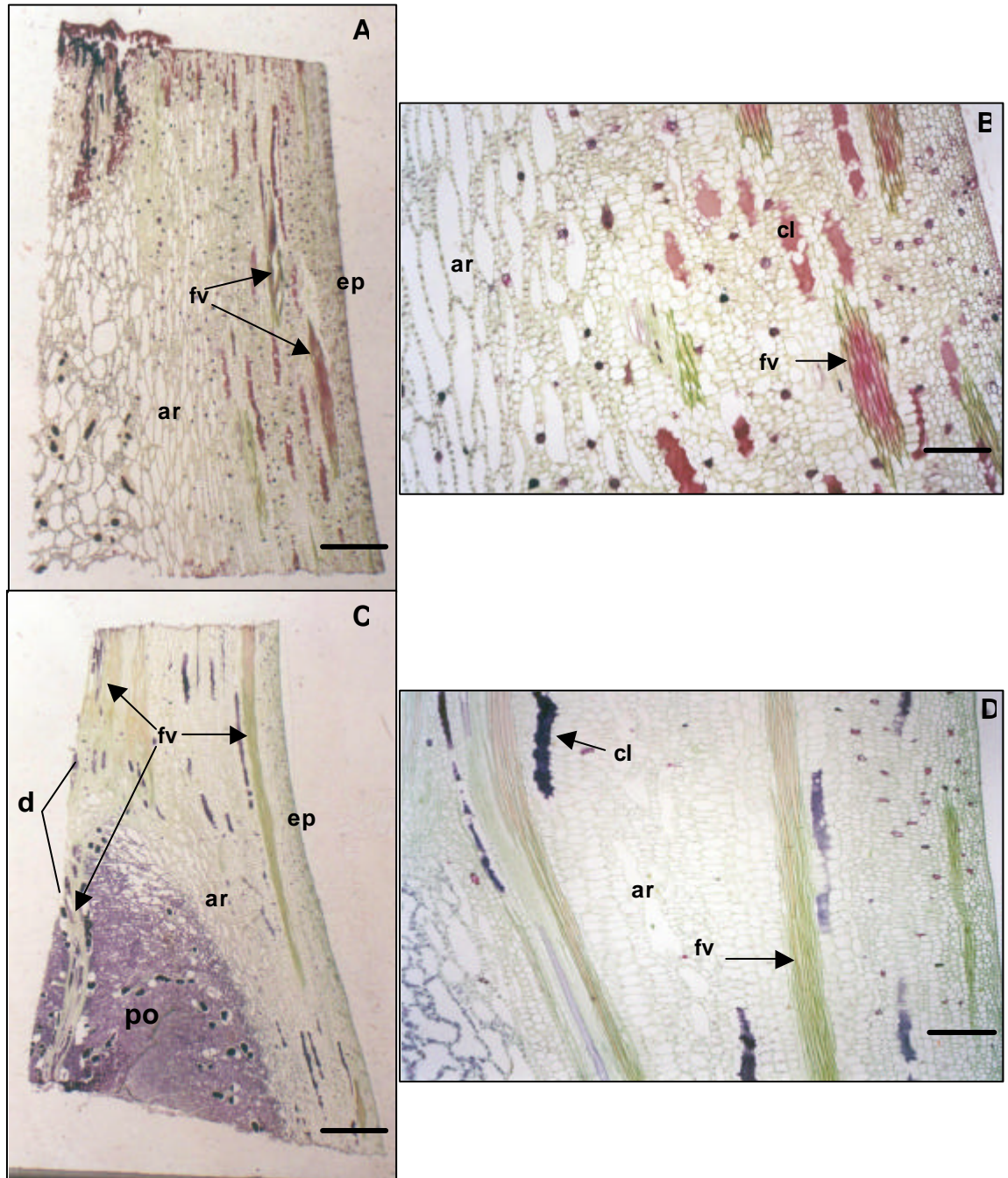


Figura 6 – Cortes longitudinais dos pedicelos dos frutos das bananeiras Butuhan (A e B = estágio 1) e 'Lidi' (C e D = estágio 1), demonstrando a região onde ocorre o despencamento (d). Diferenças entre genótipo resistente (A e B) e suscetível (C e D) ao despencamento, com fibras lignificadas róseo-avermelhadas e aerênquima com espaços compridos e afinados no primeiro caso. Descrição das demais estruturas: epiderme (ep), feixes fibrovasculares (fv), canais laticíferos (cl), aerênquima (ar) e polpa do fruto com presença de grãos de amido arroxeados (po). Escala A: 1.282  $\mu$ m, B: 370  $\mu$ m, C: 1.282  $\mu$ m e D: 376  $\mu$ m.

## **Análise do macerado**

De acordo com a análise de variância, observaram-se diferenças significativas a 1% de probabilidade, para interação genótipo x estágio, pelo teste F, em todas as características avaliadas, com exceção do comprimento das fibras, o qual não apresentou interação significativa, demonstrando que as fibras não alteram seu comprimento do estágio 1 de maturação (fruto totalmente verde), para o estágio 6 maduro (fruto totalmente amarelo). No entanto, observou-se ampla variação entre os 13 genótipos estudados para essa característica (Quadro 2). Os diplóides AA apresentaram as fibras mais curtas, variando de 493  $\mu\text{m}$  ('Jary Buaya') a 662  $\mu\text{m}$  ('Lidi'), enquanto o híbrido tetraplóide SH36-40 obteve fibras com o dobro do comprimento, com 1.332  $\mu\text{m}$ , em média.

Destaca-se que o genótipo Butuhan (BB), que apresenta elevada resistência ao despencamento, apresentou fibras bem mais compridas do que os diplóides AA. Entretanto, analisando os demais genótipos, comprimento de fibras não parece ser determinante para explicar a maior ou menor resistência ao despencamento.

Dentre os triplóides, houve tendência de uniformidade com relação ao comprimento das fibras. Apenas o cultivar Grande Naine diferiu dos demais por apresentar valores inferiores. O cultivar Terra, considerado muito resistente ao despencamento, apesar de não diferir dos demais triplóides em comprimento de fibras, apresentou fibras mais finas, com relação comprimento/diâmetro de 33,9, valor elevado em relação aos demais triplóides. Outro fato relevante detectado no cultivar Terra foi a dificuldade na individualização das fibras durante a maceração, exigindo uma força mecânica maior com o bastão para a separação das fibras (Figura 5-B), demonstrando que há ligações muito consistentes entre tais estruturas. Possivelmente, a presença de maior quantidade de pectina ou de menor quantidade de enzimas hidrolíticas como poligalacturonase e pectinametilesterase dificulta a separação das fibras. Apesar de a região do despencamento do pedicelo de 'Terra' ter sido macerada com facilidade de acordo com as notas atribuídas, tanto no estágio verde quanto no maduro (Quadro 3), no momento de visualização ao microscópio, as fibras permaneciam unidas em grupos (Figura 5-B) e, muitas vezes, retorcidas e quebradas, talvez por serem longas e finas.

Dentre os diplóides, o genótipo Butuhan apresentou valores superiores aos demais em todas as características demonstradas no Quadro 2. Entretanto, era de se esperar que frutos que apresentassem fibras mais finas, como foi o caso da Terra, fossem mais resistentes ao despencamento. Daí a importância de analisar-se a relação comprimento/diâmetro das fibras, em que se observou que a Butuhan apresentou valores de 25,1, em média, contra 23,7 da 'Lidi', 16,2 da 'Jary Buaya' e 19,6 da 2803-01. Portanto, espera-se que fibras mais compridas e relativamente finas em pedicelos de frutos de bananeira confirmem maior resistência ao despencamento dos frutos.

Observou-se que os genótipos Butuhan (BB), 'Poteau Nain' (ABB) e 'Thap Maeo' (AAB), todos considerados bastante resistentes ao despencamento, apresentaram elevados valores de espessura de parede (Quadro 2). Isso ocorreu, principalmente, quando os frutos estavam maduros (estádio 6), o que pode ser explicado pela possível lignificação de tais fibras, conferindo mais consistência ao pedicelo desses frutos, mantendo-os muito presos à penca, mesmo maduros. Segundo ESAU (1977) e FAHN (1995), as fibras possuem parede celular secundária, lignificada ou não, com função principal de suporte e, algumas vezes, de proteção. Essas fibras proporcionam, aos órgãos da planta, resistência mecânica diante das diversas situações, como torções, excesso de peso e pressões. De acordo com a revisão de SEXTON & ROBSON (1982), muitos autores descreveram que há redução drástica da quantidade de elementos estruturais, como fibras lignificadas, esclereídeos e células pétreas, na zona de abscisão, em comparação com regiões adjacentes, porém em muitas folhas a zona de abscisão é mais forte que tecidos adjacentes.

Talvez em razão dessa lignificação durante o amadurecimento do fruto, o que pôde ser confirmado pela coloração avermelhada das paredes das fibras, em geral houve maior dificuldade de realizar a maceração nos frutos maduros do que nos verdes. Esse processo foi confirmado no genótipo FHIA-03, com nota 1 (muito fácil maceração) para verde e 3,9 (difícil maceração) para maduro (Quadro 3).

Quadro 2 – Valores médios de comprimento (COF), diâmetro (DIF), diâmetro do lúmen (DLF) e espessura de parede (EPF) das fibras de 13 genótipos de bananeiras nos estádios de maturação verde (EST1) e maduro (EST6)

Genótipos	COF (µm)	DIF (µm)		DLF (µm)		EPF (µm)	
		EST1	EST6	EST1	EST6	EST1	EST6
Lidi	662 e	27,2 c A	28,5 d A	18,5 c A	21,8 d A	4,32 b A	3,33 b A
Jary Buaya	493 f	34,0 b A	27,0 d B	25,7 b A	18,4 d B	4,16 b A	4,30 b A
2803-01	557 f	32,9 b A	23,9 d B	25,8 b A	15,7 d B	3,57 b A	4,13 b A
Butuhan	976 c	35,9 b B	41,9 b A	27,2 b A	27,1 c A	4,38 b B	7,42 a A
Grande Naine	914 d	43,0 a A	44,2 a A	37,6 a A	35,8 b A	2,70 b B	4,20 b A
Prata Anã	1101 b	36,6 b B	44,5 a A	28,8 b B	34,7 b A	3,92 b A	4,90 b A
Terra	1167 b	34,2 b A	34,6 c A	27,1 b A	27,8 c A	3,57 b A	3,43 b A
Poteau Nain	1088 b	41,5 a A	46,2 a A	33,8 a A	31,6 c A	3,89 b B	7,31 a A
Thap Maeo	1079 b	41,3 a A	41,0 b A	29,2 b A	28,5 c A	6,04 a A	6,28 a A
Ambrosia	853 d	40,2 a A	43,1 b A	31,9 a A	33,8 b A	4,13 b A	4,64 b A
SH36-40	1332 a	42,8 a A	40,2 b A	33,0 a A	31,8 c A	4,90 a A	4,19 b A
Pioneira	1030 c	41,6 a A	38,3 b A	33,4 a A	29,6 c A	4,11 b A	4,37 b A
FHIA-03	1085 b	40,6 a B	49,5 a A	32,2 a B	41,0 a A	4,23 b A	4,25 b A

Grupos de médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo critério de Scott-Knott, e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Linhas pontilhadas separam os níveis de ploidia.

Quadro 3 – Facilidade de maceração (FAM), número de grupos de fibras por área (NGF) e número de fibras por grupo de fibras (NFG) de 13 genótipos de bananeiras nos estádios de maturação verde (EST1) e maduro (EST6)

Genótipos	FAM		NGF/mm <sup>2</sup>		NFG	
	EST1	EST6	EST1	EST6	EST1	EST6
Lidi	1,7 c A	1,1 d A	2,5 a A	2,5 a A	49,2 b A	47,1 c A
Jary Buaya	1,0 c A	1,0 d A	4,0 a A	3,4 a B	62,8 a A	53,1 b A
2803-01	1,0 c A	1,1 d A	2,4 a B	3,7 a A	60,7 a A	42,1 c B
Butuhan	1,0 c B	2,4 b A	3,2 a A	2,6 a A	68,9 a A	53,9 b B
Grande Naine	1,0 c B	2,1 c A	3,2 a A	3,4 a A	60,8 a A	70,9 a A
Prata Anã	1,0 c B	1,8 c A	3,2 a A	3,4 a A	58,6 a A	57,4 b A
Terra	2,3 b A	1,0 d B	2,8 a A	3,0 a A	40,3 b A	45,3 c A
Poteau Nain	1,0 c B	3,1 b A	2,8 a A	3,0 a A	66,1 a A	63,8 a A
Thap Maeo	3,3 a A	3,7 a A	3,6 a A	2,8 a B	56,2 b A	63,9 a A
Ambrosia	2,1 b A	2,6 b A	3,0 a A	3,6 a A	70,1 a A	55,3 b B
SH36-40	1,0 c A	1,0 d A	3,8 a A	2,8 a B	50,3 b A	56,9 b A
Pioneira	3,7 a A	4,0 a A	3,4 a A	3,5 a A	53,5 b A	53,7 b A
FHIA-03	1,0 c B	3,9 a A	2,6 a A	2,6 a A	47,9 b A	57,9 b A

Grupos de médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo critério de Scott-Knott, e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Linhas pontilhadas separam os níveis de ploidia.

O genótipo 'Lidi' apresentou menor número de fibras por grupo de fibras entre os diplóides (Quadro 3). Isso poderia ser outro indicativo de menor resistência ao despencamento. No entanto, o cultivar Terra foi o que apresentou os menores valores e é o mais resistente dentre todos os genótipos estudados, descartando-se essa hipótese.

Em geral, a contagem do número de fibras por grupo, nos genótipos mais resistentes ao despencamento, como Terra, Butuhan, Poteau Nain e 'Thap Maeo', foi fácil, já que a maioria das fibras, visualizadas em corte transversal, apresentava-se íntegra e com os grupos compactos. Ao contrário, em genótipos sensíveis como Pioneira, 2803-01, Ambrosia e SH36-40, houve certa dificuldade na contagem das fibras, principalmente em frutos maduros (Figura 7-A). Talvez por isso, o número de fibras por grupo tenha sido tão inferior no fruto maduro em relação ao verde em alguns genótipos, como 2803-01 e Ambrosia (Quadro 3).

### **Correlação**

Foram estimados coeficientes de correlação em frutos verdes e maduros, entre as características avaliadas (Quadro 4). Observou-se que todas as características dos frutos verdes correlacionaram-se positivamente com a resistência ao despencamento. As características dos frutos maduros também tiveram comportamento semelhante, com exceção do número de grupos de fibra por área. O grau de associação entre o comprimento das fibras (COF) e a resistência ao despencamento (RDP) foi de 35% para o fruto verde (estádio 1) e de 50% para o fruto maduro (estádio 6). Isso significa que, quando o pedicelo de um fruto apresentar fibras mais compridas, esse fruto será mais resistente ao despencamento, confirmando as considerações anteriores.

O diâmetro e a espessura da parede das fibras de pedicelos de frutos maduros apresentaram graus de associação de 35 e 50% com a resistência ao despencamento, demonstrando que pedicelos de frutos contendo fibras com parede mais espessa são mais resistentes ao despencamento. Quanto às demais características, os graus de associação foram baixos.

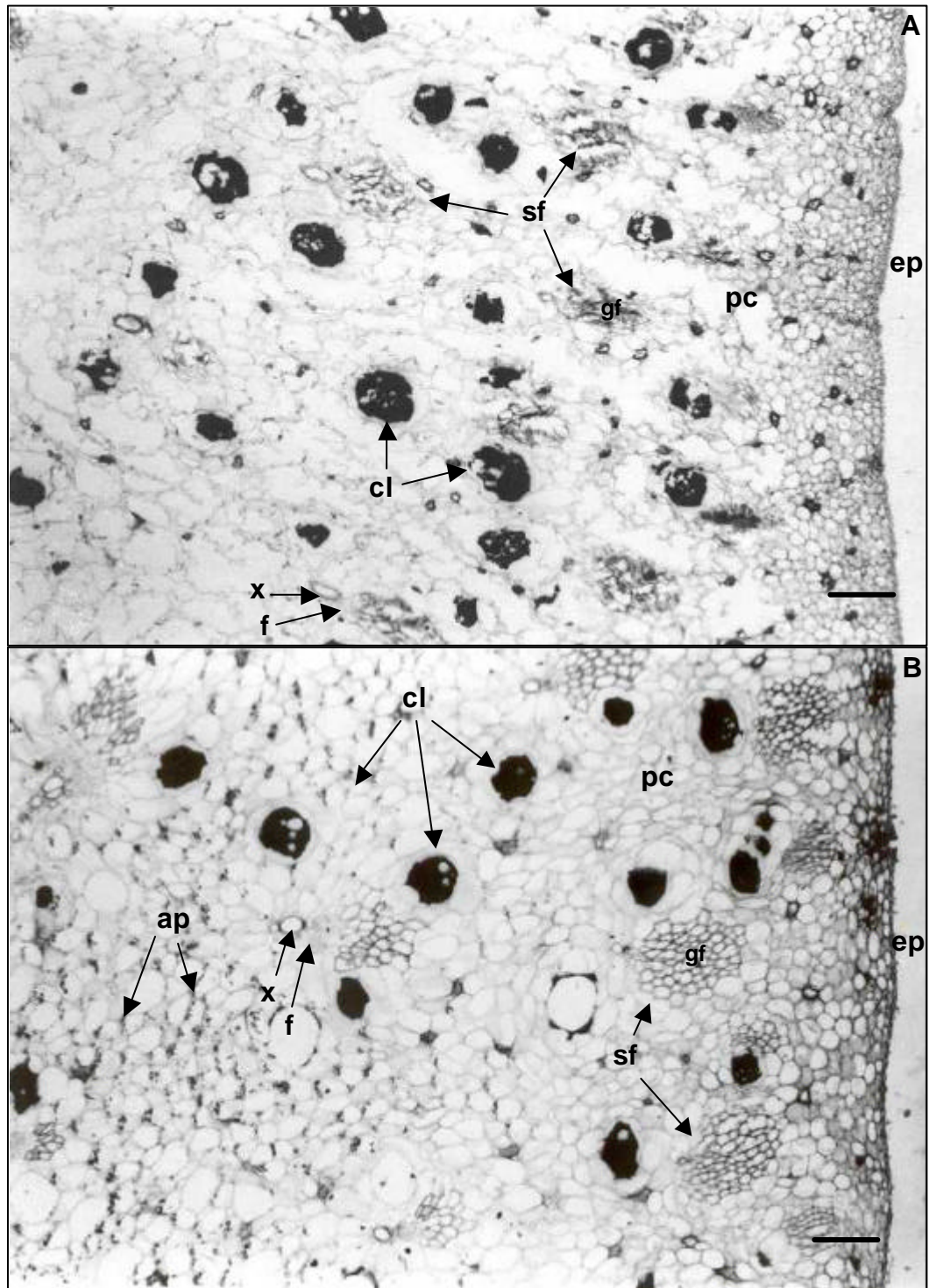


Figura 7 – Cortes transversais dos pedicelos dos frutos maduros (estádio 6) das bananeiras Pioneer (A) e 'Poteau Nain' (B), demonstrando a distribuição geral dos tecidos, com enfoque na degeneração do parênquima do tetraplóide Pioneer. Descrição das estruturas: epiderme (ep), sistema fibrovascular (sf), canais laticíferos (cl), parênquima clorofiliano (pc), amiloplastos com presença de grãos de amido (ap), grupo de fibras (gf), xilema (x) e floema (f). Escala A: 203  $\mu$ m e B: 198  $\mu$ m.

Quadro 4 – Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre sete caracteres referentes a fibras e às características resistência ao despencamento e firmeza do fruto, avaliados em macerados de pedicelo de frutos de bananeira no estágio 1 (verde) e no estágio 6 (maduro) de maturação

Caracteres	COF	DIF	DLF	EPF	FAM	NGF	NFG
ESTÁDIO 1							
RDP	0,3482	0,1131	0,0974	0,0306	0,1138	0,0606	0,0475
FIR	0,2857	-0,1441	-0,0764	-0,1729	0,1459	-0,0969	-0,2376
ESTÁDIO 6							
RDP	0,4977	0,3524	0,1918	0,4995	0,1102	-0,1281	0,1995
FIR	0,2741	0,0457	0,0567	-0,0161	-0,2243	-0,0887	-0,0602

COF: comprimento das fibras, DIF: diâmetro das fibras, DLF: diâmetro do lúmen das fibras, EPF: espessura da parede das fibras, FAM: notas de facilidade de maceração, NGF: número de grupos de fibras por área, NFG: número de fibras por grupo de fibras, RDP: resistência ao despencamento e FIR: firmeza do fruto.

## CONCLUSÕES

Não há camada de abscisão típica na região de despencamento do pedicelo do fruto maduro da bananeira. Em genótipos suscetíveis ao despencamento como Pioneira (AAAB), 'Prata Anã' (AAB) e 'Lidi' (AA), o tecido parenquimático do pedicelo degenera-se nos frutos maduros, formando grandes espaços vazios e favorecendo o despencamento. O cultivar Terra (AAB), considerado resistente ao despencamento, possui fibras difíceis de serem separadas ou individualizadas e relativamente finas em relação às dos demais genótipos. Frutos resistentes ao despencamento apresentam pedicelos com fibras mais compridas e relativamente finas, com paredes mais espessas e lignificadas e, por conseqüência, mais consistentes, principalmente quando maduros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDICOTT, F. T. **Abscission**. Los Angeles: University of California, 1982. 369 p.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; McGUIRE, R.G.; KELMAN, A. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, Saint Paul, v.76, n.4, p. 329-334, 1992.
- CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**: experimentos e interpretação. São Paulo: Roca, 1987. 336 p. (Parte II: órgãos).
- ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 550 p.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. 4. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1995. 544 p.
- HAGQUIST, C. W. Preparation and care of microscope slides. **American Biology Teacher**, v. 36, n. 4, p. 414-417, 1974.
- GAWADI, A. G.; AVERY JR., G. S. Leaf abscission and the so-called "abscission layer". **American Journal of Botany**, v. 37, p. 172-180, 1950.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: The Maple Press Company, 1940. 523 p.
- RAM, H. Y. M.; RAM, M.; STEWARD, F. C. Growth and development of the banana plant. **Annals of Botany**, Delhi, v. 26, n. 104, p. 657-673, 1962.
- PAUL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall - degradation enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v. 72, p. 382-385, 1983.
- SEMPLE, A. J.; THOMPSON, A. K. Influence of the ripening environment on the development of finger drop in bananas. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 46, p.139-146, 1988.
- SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 521 p.
- SEXTON, R.; ROBERTS, J. A. Cell biology of abscission. **Annual Reviews Plant Physiology**, v. 33, p. 133-162, 1982.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991. 565 p.

VALLADE, J.; RABECHULT, H. Étude des caractères anatomiques des pédicelles de bananes, en corrélation avec le dégrain. **Fruits**, v. 18, n. 3, p. 129-140, 1963.

VON LOESECKE, H. W. **Bananas**: chemistry, physiology, technology. 2. ed. New York: Interscience, 1950. 189 p.

# **EFEITO DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO EM PRÉ-COLHEITA NO CONTROLE DO DESPENCAMENTO NATURAL DOS FRUTOS DE BANANEIRA FHIA-18 (AAAB)**

## **RESUMO**

O despencamento natural de frutos maduros de bananeira tem reduzido a aceitação de algumas variedades pelos produtores e consumidores e pode inviabilizar o lançamento de novos cultivares. A aplicação de cálcio em pré e pós-colheita mantém a firmeza de frutos e hortaliças, aumentando a resistência da parede celular e atuando no metabolismo enzimático. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de  $\text{CaCl}_2$  em pré-colheita e em diferentes concentrações e épocas no despencamento natural de frutos da bananeira FHIA-18 após a colheita. O experimento foi realizado em Nova Porteirinha, MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$  (testemunha), sendo testadas três concentrações de  $\text{CaCl}_2$  (2, 4 e 6%) e três épocas de aplicação (120 dias após a emissão do cacho (EC), 90 e 120 dias após EC e 60, 90 e 120 dias após a EC), com cinco repetições e uma planta por parcela. Observou-se redução linear da resistência ao despencamento e do tempo de maturação do fruto com o incremento das concentrações de  $\text{CaCl}_2$ . A firmeza do fruto não se alterou em relação às concentrações, porém com três aplicações de  $\text{CaCl}_2$  os frutos apresentaram-se mais consistentes do que com apenas uma aplicação. Os teores de cálcio da casca e da polpa não foram alterados significativamente com as concentrações e épocas de aplicações do  $\text{CaCl}_2$ , indicando que o cálcio não foi absorvido efetivamente pelo fruto.

**Palavras-chave:** *Musa spp.*, híbrido, tetraplóide, qualidade do fruto.

## INTRODUÇÃO

Cultivares de bananeira que apresentam frutos que se desprendem facilmente da penca quando maduros, fenômeno conhecido por despencamento, não têm tido aceitação por parte dos produtores. Esse fator pode inviabilizar o lançamento de novos cultivares.

Alguns híbridos desenvolvidos pela Fundação Hondurenha de Investigação Agrícola (FHIA) apresentam alta produtividade e resistência a várias doenças, mas, no entanto, seus frutos despencam facilmente quando maduros. Um deles, o FHIA-18, híbrido de 'Prata Anã', apesar da excelente produtividade, semelhante às bananeiras do subgrupo Cavendish, e, principalmente, da resistência à sigatoka-negra (HOLDERNEES et al., 2000), tem apresentado despencamento natural dos frutos. O mesmo fato tem ocorrido com Pioneira, híbrido tetraplóide tipo Prata, resultante do cruzamento de 'Prata Anã' (AAB) e 'Lidi' (AA), caracterizado por apresentar frutos maiores, maior precocidade e maior resistência à sigatoka-amarela do que 'Prata Anã', mas se assemelhando a esse cultivar no vigor e porte da planta (SILVA, 1999).

Esse problema já vem prejudicando produtores inovadores da região Norte de Minas Gerais. Eles têm plantado os híbridos resistentes à sigatoka-negra, como FHIA-01 e FHIA-18, antes mesmo da chegada da doença na região, e, no entanto, têm tido problemas com a comercialização dos frutos, em virtude do fácil despencamento e elevada perecibilidade pós-colheita.

Diante das dificuldades dos melhoristas em desenvolver cultivares de bananeira com todas as características desejáveis comercialmente e que atendam às demandas dos produtores, torna-se essencial o desenvolvimento de práticas de manejo que minimizem alguns problemas da cultura. Nesse caso, a sensibilidade ao despencamento poderia ser minimizada por meio de manejo fitotécnico adequado.

A aplicação de cálcio é uma alternativa adotada para aumentar a firmeza dos frutos e o tempo de prateleira em diversas espécies. O cálcio é um nutriente essencial para as plantas em diversos processos fisiológicos, retardando efetivamente a senescência de frutos e hortaliças, bem como aumentando a resistência da parede celular, elevando a microviscosidade da membrana celular e atuando no metabolismo enzimático e no controle de

desordens fisiológicas e patológicas (POOVAIAH, 1986; CONWAY et al., 1992; CARVALHO et al., 1998).

Íons de cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) ligam-se à pectina da parede celular e à lamela média. Pectinas são formadas por cadeias de ácido poligalacturônico com inserções de ramnose. A configuração resultante permite espaços para a inserção de cálcio. Todos os espaços devem ser preenchidos, já que a ligação de um íon provoca o alinhamento da cadeia e facilita a ligação do próximo íon. Pontes de cálcio entre ácidos pécticos ou entre estes e outros polissacarídeos dificultam a interferência de enzimas produzidas pelo fruto, que causam o seu amolecimento ou amaciamento (CONWAY et al., 1992). Portanto, a ação das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) é limitada. Acredita-se que a pectinametilesterase tem pouco efeito no amaciamento do fruto, servindo apenas para causar desmetilação parcial, permitindo a atividade da poligalacturonase. O amaciamento ocorre nesta fase, correspondente à redução do conteúdo de pectina (PAUL & CHEN, 1983).

O cálcio é absorvido normalmente pelas raízes e transportado para a parte aérea da planta nos vasos xilemáticos (SILVA, 1999). Uma vez depositado nos tecidos foliares, esse elemento não é redistribuído para outros órgãos, por ser um nutriente pouco móvel na planta. Práticas de fertilização via solo não têm incrementado os teores de cálcio em maçãs. Por exemplo, enquanto folhas de maçã possuem de 0,2 a 4% de cálcio na matéria seca, a concentração interna de cálcio no fruto varia de 0,015 a 0,030% (CONWAY et al., 1992). Desse modo, a aplicação desse elemento tem sido por via foliar ou diretamente no fruto na fase pré-colheita e em imersões dos frutos em pós-colheita.

O tratamento pré-colheita da uva 'Niágara Rosada' com solução de cloreto de cálcio 1%, 20 dias antes da colheita, e um reforço no período matinal no dia da colheita reduziu a atividade de algumas enzimas e o "desgrane" dos frutos após a colheita (CENCI & CHITARRA, 1994). As pulverizações pré-colheita de cloreto de cálcio 1,5% em frutos de Kiwi 'Hayward' resultaram em incrementos consideráveis na concentração deste íon na casca, no pericarpo e na parte interna dos frutos, demonstrando que o cálcio exógeno parece penetrar facilmente na epiderme do fruto (GERASUPOULOS et al., 1996).

Aplicações foliares em pré-colheita da manga 'Tommy Atkins' foram testadas por alguns pesquisadores. Pulverizações de  $\text{CaCl}_2$  com intervalos de 15 dias, iniciadas 35 dias após a antese, nas concentrações de 1 e 2%, não resultaram em incremento do teor de cálcio no fruto e não alteraram a textura, enquanto, variando-se de 2, 3 e 4 aplicações, houve efeito com maior textura em duas aplicações na concentração 1% (SILVA e MENEZES, 2001). Sete aplicações de  $\text{CaCl}_2$  (0,6 ou 1,2%) em pré-colheita da manga não elevaram o teor de cálcio na polpa e a firmeza da polpa dos frutos e também não influenciaram a incidência do colapso interno da polpa do fruto (KLUGE et al., 1999; SAMPAIO et al., 1999).

Maçãs 'Golden Delicious', submetidas à infiltração sob pressão em solução com 4% de  $\text{CaCl}_2$ , mantiveram-se mais firmes, em comparação com os frutos não tratados (GLENN et al., 1988). Entretanto, aplicações de cálcio na banana 'Pioneira' em imersão pós-colheita não promoveram melhoria na firmeza do fruto e na resistência deste ao despencamento, apesar de terem sido detectados maiores teores de cálcio na região do despencamento com os tratamentos  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{CaSO}_4$  4% (SILVA, 1999).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de  $\text{CaCl}_2$  em pré-colheita, em diferentes concentrações e épocas, no controle do despencamento natural de frutos da bananeira FHIA-18 após a colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na propriedade do Sr. Juracy Fagundes Jacome, em Nova Porteirinha, MG. Tratos culturais, adubação e irrigação das bananeiras foram efetuados segundo as recomendações de SOUTO et al. (1997).

No dia 27 de setembro de 2000, foram selecionadas 50 bananeiras FHIA-18 na fase de emissão de cacho (logo após o aparecimento na roseta) da planta-filha. Em decorrência de perdas de algumas plantas, no dia 24 de janeiro de 2001 foram selecionadas mais 20 bananeiras FHIA-18, também na fase de emissão de cacho.

Foi realizada a análise química do solo (Quadro 1) e do cálcio presente na água de irrigação ( $200 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$ ). Foram coletados os dados meteorológicos de Nova Porteirinha (Figura 1), a cerca de 6 km da propriedade.

Quadro 1 – Características químicas do solo da propriedade do Sr. Juracy Fagundes Jacome, em Nova Porteirinha, Minas Gerais

Características	Profundidade do Solo	
	0 a 0,20 m	
pH em água (1:2,5)	6,0	
P ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	7,0	
K ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	50,0	
Ca ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	3,0	
Mg ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	1,1	
Al ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,1	
H+Al ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	1,5	
CTC efetiva ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	4,4	
CTC total ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	5,8	

P e K : extrator Mehlich 1.

Al, Ca e Mg : extrator KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$ .

H+Al : extrator  $\text{Ca(OAc)}_2$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 7,0.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$  (como testemunha), sendo testadas três concentrações de  $\text{CaCl}_2$  (2, 4 e 6%) e três épocas de aplicação (120 dias após a emissão do cacho, 90 e 120 dias após EC e 60, 90 e 120 dias após a EC), com cinco repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos de aplicação de cálcio utilizados são descritos no Quadro 2.

Na aplicação do cloreto de cálcio, utilizou-se pulverizador costal manual. Para bom molhamento do cacho, adicionou-se o espalhante adesivo Agral ( $50 \text{ mL } 100 \text{ L}^{-1}$  de solução) à calda, aplicando-o por cerca de 30 segundos em cada cacho até o escorrimento.

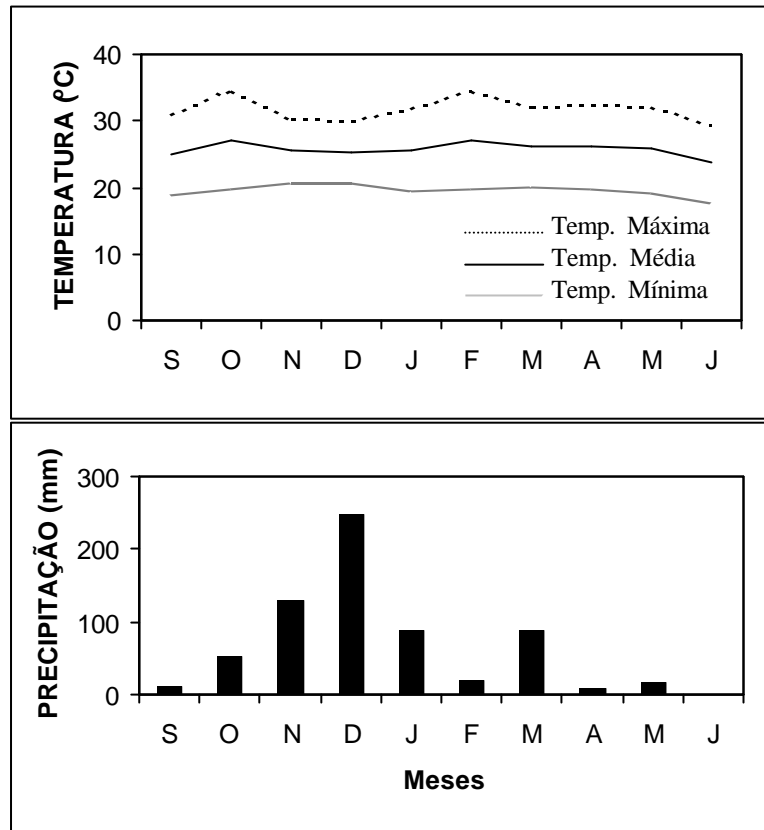


Figura 1 – Médias mensais de temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação pluvial em Nova Porteirinha, MG, no período de setembro de 2000 a junho de 2001.

Quadro 2 – Tratamentos de cachos de banana FHIA-18 com soluções de  $\text{CaCl}_2$  em aspersão, 60, 90 e 120 dias após a emissão do cacho (EC)

Tratamentos	Concentrações de $\text{CaCl}_2$	Épocas de Aplicação
Testemunha	0	Sem aplicação
1	2%	120 dias após EC
2	2%	90 e 120 dias após EC
3	2%	60, 90 e 120 dias após EC
4	4%	120 dias após EC
5	4%	90 e 120 dias após EC
6	4%	60, 90 e 120 dias após EC
7	6%	120 dias após EC
8	6%	90 e 120 dias após EC
9	6%	60, 90 e 120 dias após EC

Os cachos foram colhidos no estágio descrito por ALVES (1999), quando os frutos apresentavam quinhas ou angulosidades da superfície reduzidas e a coloração da casca passava do verde-escuro intenso para o verde mais claro. Em seguida, efetuou-se o seccionamento das pencas, utilizando-se a segunda, terceira e quarta pencas. Essas pencas foram transportadas para um galpão coberto, onde os frutos foram individualizados das pencas, descartando-se os frutos das extremidades, deformados e feridos. Selecionaram-se 20 frutos de cada planta para análise do despencamento, utilizando 10 destes para as demais avaliações. Os frutos foram lavados em água corrente, com posterior secagem superficial, sendo acomodados em caixas de papelão devidamente identificadas. Em seguida, pesou-se individualmente o fruto e mediram-se comprimento do fruto, calibração radial (diâmetro entre quinhas do fruto), calibração lateral (diâmetro do fruto), comprimento e diâmetro do pedicelo. A seguir, as caixas de papelão contendo os frutos foram colocadas em galpão com monitoramento da temperatura (Figura 2).

Ao atingirem o estágio 6 de maturação (totalmente amarelo), os frutos foram novamente pesados individualmente, tendo os valores de perda de matéria fresca expressos em percentagem do peso inicial. Em seguida, efetuou-se o teste de resistência ao despencamento, para quantificar o grau de suscetibilidade ao despencamento natural de frutos, e mediu-se a firmeza dos frutos com casca em três pontos distintos ao longo do seu eixo longitudinal. A casca e a polpa foram separadas e pesadas. Finalizando essa etapa, mediu-se a espessura da casca.

Amostras do pedicelo e da região mediana da casca e da polpa do fruto foram secadas em estufa (com circulação de ar) à temperatura de 100 °C por 24 horas, para determinação da porcentagem de matéria seca, conforme metodologia descrita por DADZIE & ORCHARD (1997). Após a secagem e pesagem, essas mesmas amostras foram trituradas em moinho de aço inoxidável, acondicionadas em sacos de papel, identificadas e armazenadas para análises posteriores de nutrientes.

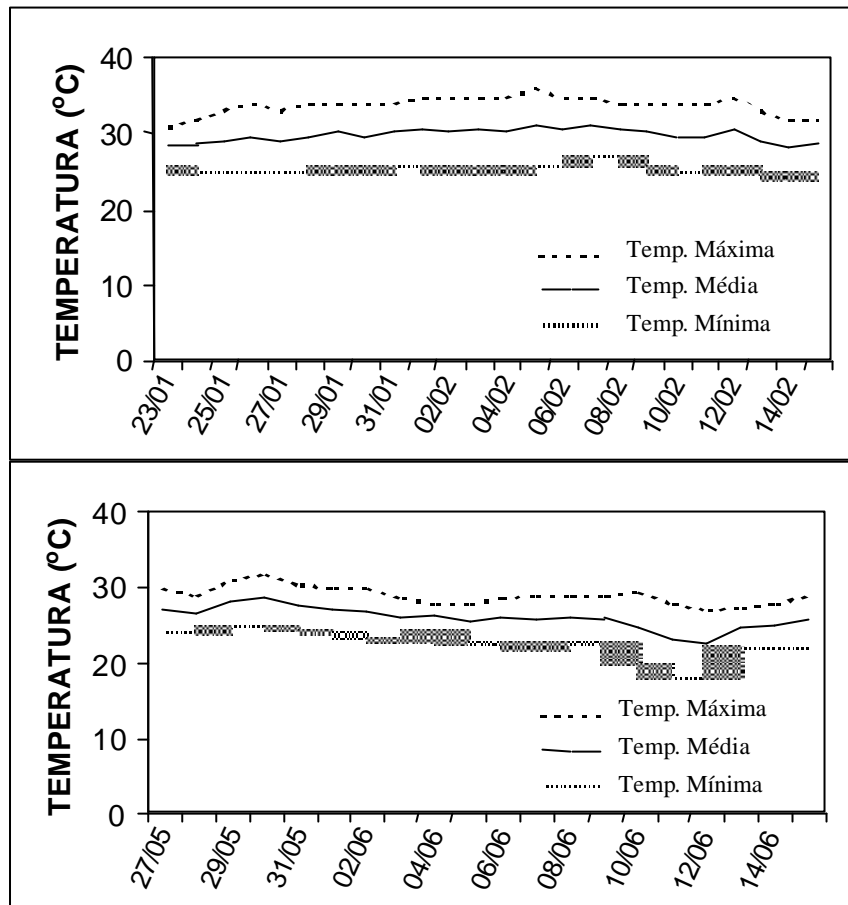


Figura 2 – Valores diários de temperatura (máxima, média e mínima) no galpão de amadurecimento em Janaúba, MG, nos períodos de janeiro, fevereiro, maio e junho de 2001.

Para análise dos níveis de cálcio, potássio e magnésio, pesou-se 0,5 g de cada amostra, transferindo-as em seguida para tubos de digestão, onde foram adicionados 6 mL de solução nitroperclórica ( $\text{HNO}_3$  e  $\text{HClO}_4$  na proporção de 2:1). Os tubos foram levados ao bloco digestor, aumentando a temperatura gradativamente até atingir 160 °C, os quais permaneceram por 40 minutos nessa temperatura. Aumentou-se a temperatura para 250 °C, deixando cerca de 20 minutos. Após esfriados, os extratos foram transferidos para balão volumétrico de 50 mL, completados com água deionizada. Para as determinações, utilizou-se espectrofotômetro de absorção atômica. Efetuaram-se as leituras das soluções-padrão ou do extrato nítrico-perclórico, transferindo 0,5 mL desse extrato para copo plástico, acrescentando 22 mL de água deionizada e 2,5 mL da solução de óxido de lantânio 5% e homogeneizando.

Os resultados foram expressos em gramas de cálcio por quilograma do tecido (MALAVOLTA et al., 1997).

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, com desdobramentos das interações significativas, tendo os efeitos das concentrações testados e ajustados em equações de regressão, sendo os efeitos da época de aplicação comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG-UFV).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a análise de variância, observou-se que não houve interações significativas entre concentração de  $\text{CaCl}_2$  e época de aplicação, a 5% de probabilidade, pelo teste F, com relação à maioria das características avaliadas. Houve interação significativa apenas das características teor de potássio na casca e teor de cálcio e magnésio no pedicelo, as quais foram desdobradas.

Observou-se redução linear da resistência ao despencamento dos frutos com o incremento das concentrações de cloreto de cálcio, em aplicações no cacho em pré-colheita (Figura 3–A e Quadro 3). Esse comportamento pode ser explicado pela falta da efetiva infiltração do cálcio nos frutos, já que a expectativa seria de que ocorresse o inverso, ou seja, que maiores concentrações de cálcio proporcionassem maior resistência ao despencamento. Segundo SILVA (1999), trabalhando com imersão da banana ‘Pioneira’ em soluções contendo cálcio, o cálcio que penetrou nos frutos não foi capaz de alterar a resistência dos frutos ao despencamento, não justificando o uso desse elemento em imersão pós-colheita.

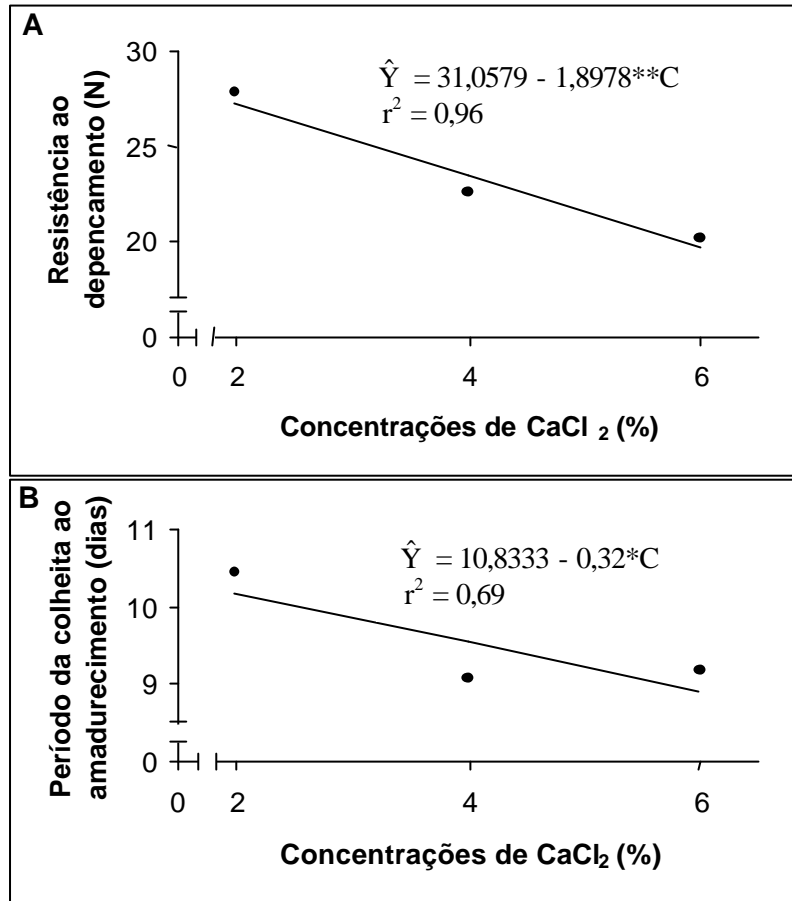


Figura 3 – Estimativa da resistência ao depencamento (A) e período entre a colheita e o completo amarelecimento da casca (B) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em três concentrações, em Nova Porteirinha, MG.

O cálcio recebe considerável atenção devido ao seu efetivo efeito na redução da senescência dos frutos. Estudos indicam que, no amadurecimento dos frutos, a taxa de senescência freqüentemente depende dos níveis de cálcio do tecido (POOVAIAH, 1986). Ao contrário do que era esperado, observou-se redução linear no tempo de maturação do fruto com o incremento das concentrações de cloreto de cálcio (Figura 3-B e Quadro 3). Acrescenta-se, ainda, que SILVA (1999) não detectou efeito do cálcio no processo de amadurecimento da banana 'Pioneira'.

Quadro 3 – Estimativa da resistência ao despencamento (RDP), da firmeza (FIR), da porcentagem de perda de água (PPA), do período entre a colheita e o completo amarelecimento da casca do fruto após a colheita (TMA), do tempo de emissão do cacho à colheita (ECC), da porcentagem de matéria seca da casca (MSC), da polpa (MPO) e do pedicelo (MPE), dos teores de cálcio (CCA) e magnésio (CMG) na casca, dos teores de cálcio (POC), magnésio (POM) e potássio (POK) na polpa e dos teores de potássio no pedicelo (PEK) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em três concentrações (C: 2, 4 e 6% de  $\text{CaCl}_2$ ), em Nova Porteirinha, MG

Variáveis	Equações Ajustadas	Coeficiente de Determinação ( $r^2$ )
RDP (N)	$Y = 31,0579 - 1,8978^{**} C$	0,96
FIR ( $\text{N cm}^{-2}$ )	$Y = 24,45$	
PPA (%)	$Y = 19,75$	
TMA (dias)	$Y = 10,8333 - 0,32^* C$	0,69
ECC (dias)	$Y = 122,8$	
MSC (%)	$Y = 14,86$	
MPO (%)	$Y = 19,65$	
MPE (%)	$Y = 30,87$	
CCA ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$Y = 4,17$	
CMG ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$Y = 2,36$	
POC ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$Y = 0,62$	
POM ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$Y = 1,37$	
POK ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$Y = 18,4$	
PEK ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$Y = 32,2044 + 0,9677^{**} C$	0,91

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo.

A aplicação das soluções de cloreto de cálcio nas concentrações de 2, 4 e 6% não foi suficiente para afetar as características firmeza do fruto, porcentagem de perda de água do fruto da colheita ao estágio totalmente amarelo, tempo de emissão do cacho até a colheita, porcentagem de matéria seca da casca, da polpa e do pedicelo, teores de cálcio e magnésio na casca e teores de cálcio, magnésio e potássio na polpa (Quadro 3). Foram apresentados os valores médios de cada característica referida. Os frutos perderam 19,75% de água da colheita ao estágio 6 de maturação, e os cachos foram colhidos aos 123 dias após sua emissão. As porcentagens de água da casca, polpa e pedicelo dos frutos no estágio 6 de maturação foram de 85, 80 e 69%, respectivamente.

A firmeza não se alterou em relação às concentrações (Quadro 3), porém foi a única característica influenciada pelas épocas de aplicação (Quadro 4). Em três aplicações de cloreto de cálcio, os frutos apresentaram-se mais consistentes do que com apenas uma aplicação. Esse comportamento poderia indicar que o cálcio estaria proporcionando maior firmeza aos frutos, no entanto o valor médio de firmeza dos frutos mais firmes (26,6 N cm<sup>-2</sup>) foi muito próximo do valor da testemunha sem aplicação (25,8 N cm<sup>-2</sup>).

Quadro 4 – Valores médios de firmeza (FIR) de frutos da bananeira FHIA-18, submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em três épocas, em Nova Porteirinha, MG

ÉPOCAS	Variável FIR (N cm <sup>-2</sup> )
EP1 (120 dias após a emissão do cacho)	23,1 b
EP2 (90 e 120 dias após a emissão do cacho)	23,7 ab
EP3 (60, 90 e 120 dias após a emissão do cacho)	26,6 a
Testemunha	25,8

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O cálcio tem sido utilizado em tratamentos pré e pós-colheita para conferir resistência aos tecidos dos frutos, uma vez que os íons Ca<sup>++</sup> associam-se com substâncias pécticas da parede celular e lamela média, impedindo a ação de enzimas como pectinametilesterase e poligalacturonase (POOVAIAH, 1986; GLENN et al., 1988; CONWAY et al., 1992; LURIE & KLEIN, 1992). No entanto, neste experimento e no trabalho de SILVA (1999), em que foi aplicado cálcio em diferentes formulações e concentrações em pós-colheita em bananeira 'Pioneira', os resultados não evidenciaram tal efeito.

Segundo SAMS (1999), a firmeza dos frutos é influenciada por fatores ambientais, culturais, fisiológicos e genéticos. A utilização de técnicas como fertilização, uso de reguladores de crescimento, irrigação, poda, época de colheita e seleção de cultivares implicam grande impacto na firmeza dos frutos e das hortaliças.

Nas avaliações do teor de nutrientes, detectou-se que frutos de cachos submetidos a uma aplicação de cloreto de cálcio 4% 120 dias após a emissão apresentaram pedicelos com teor de cálcio de 5,6 g kg<sup>-1</sup> (Quadro 5), enquanto os pedicelos de frutos de cachos submetidos a três aplicações exibiram menor teor de cálcio (4,0 g kg<sup>-1</sup>). O maior número de aplicações do produto deveria possibilitar a maior absorção do cálcio pelo fruto. No entanto, conforme descrito anteriormente, observou-se o contrário. Na concentração de 2% de CaCl<sub>2</sub>, apesar de demonstrar tendência de aumento do teor de cálcio no pedicelo com o incremento do número de aplicações, não se verificaram diferenças significativas. Aplicando 6% de cloreto de cálcio e variando o número de aplicações, o teor de cálcio no pedicelo praticamente manteve-se constante (Quadro 5).

Quadro 5 – Teores de cálcio na casca (CCA), na polpa (POC) e no pedicelo (PEC), de magnésio na casca (CMG), na polpa (POM) e no pedicelo (PEM) e de potássio na casca (CAK), na polpa (POK) e pedicelo (PEK) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em três concentrações (C) e três épocas (EP), em Nova Porteirinha, MG

Época	Concentrações de CaCl <sub>2</sub>								
	2%			4%			6%		
	CCA (g kg <sup>-1</sup> )			POC (g kg <sup>-1</sup> )			PEC (g kg <sup>-1</sup> )		
EP1	4,3 a	4,2 a	4,3 a	0,6 a	0,7 a	0,6 a	3,7 a	5,6 a	5,3 a
EP2	3,5 a	3,9 a	4,2 a	0,6 a	0,6 a	0,6 a	4,5 a	5,2 ab	5,4 a
EP3	4,1 a	4,8 a	4,2 a	0,7 a	0,7 a	0,6 a	4,9 a	4,0 b	5,3 a
	CMG (g kg <sup>-1</sup> )			POM (g kg <sup>-1</sup> )			PEM (g kg <sup>-1</sup> )		
EP1	2,4 a	2,3 a	2,4 a	1,4 a	1,4 a	1,4 a	2,8 a	3,4 a	4,0 a
EP2	2,3 a	2,3 a	2,3 a	1,4 a	1,4 a	1,3 a	3,1 a	3,1 a	3,7 a
EP3	2,5 a	2,7 a	2,1 a	1,4 a	1,4 a	1,3 a	3,7 a	2,5 a	3,5 a
	CAK (g kg <sup>-1</sup> )			POK (g kg <sup>-1</sup> )			PEK (g kg <sup>-1</sup> )		
EP1	57,1 a	54,3 a	78,5 a	19,2 a	19,2 a	17,3 a	34,1 a	36,2 a	38,2 a
EP2	46,2 a	61,0 a	67,0 ab	18,4 a	18,0 a	18,5 a	36,3 a	36,5 a	37,7 a
EP3	47,2 a	70,0 a	53,1 b	18,4 a	18,3 a	18,2 a	33,1 a	33,4 a	39,2 a

EP1 (120 dias após a emissão do cacho).

EP2 (90 e 120 dias após a emissão do cacho).

EP3 (60, 90 e 120 dias após a emissão do cacho).

As médias seguidas da mesma letra nas colunas e dentro da mesma característica não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os teores de cálcio da casca e da polpa dos frutos não foram alterados significativamente com as concentrações e épocas de aplicação do produto (Quadro 3). Os valores médios de cada tratamento para tais características foram maiores do que os das testemunhas, entretanto sem diferenças significativas. Isso demonstra que o cálcio não foi absorvido efetivamente na casca e polpa do fruto, em decorrência da aspensão do cloreto de cálcio. Em tratamento pós-colheita de maçãs, o cálcio é absorvido pelo fruto, principalmente através das lenticelas, ressaltando-se que espaços ou aberturas na cutícula e epiderme também devem ser importantes portas de entrada, especialmente quando o fruto se encontra mais maduro (GLENN & POOVAIAH, 1985; CONWAY et al., 1992). No entanto, apenas a imersão das maçãs em solução contendo cálcio não tem sido suficiente para mover o cálcio para dentro do fruto. Para a efetiva penetração do cálcio no fruto, torna-se necessário submetê-lo a determinada pressão de infiltração (CONWAY et al., 1992). Talvez para banana haja necessidade de tratamentos semelhantes. POOVAIAH (1986) demonstrou o uso de uma unidade móvel para tratamentos de frutos com cálcio por infiltração sob pressão. Segundo ele, a quantidade de cálcio absorvido é controlada pela concentração deste na solução, pelo grau de vácuo ou pressão aplicada, pelo tempo de submersão do produto na solução e pela temperatura da solução.

É importante ressaltar que a água utilizada na irrigação das bananeiras apresentou teor de  $200 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , valor esse elevado em relação ao da água fluvial normalmente utilizada para irrigação dos demais plantios localizados no distrito de irrigação do rio Gortuba, que apresenta  $32 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Esse fato indica que o solo já apresentava boa disponibilidade de cálcio para absorção pelas raízes das plantas. Conseqüentemente, não se detectaram diferenças significativas nos teores de cálcio na casca e polpa de frutos submetidos a aplicações na pré-colheita de  $\text{CaCl}_2$ .

Os teores médios de cálcio na casca ( $3,40 \text{ g kg}^{-1}$ ) e na polpa ( $0,53 \text{ g kg}^{-1}$ ) apresentados pela testemunha foram muito superiores aos teores médios de cálcio extraídos pelos frutos de bananeira ( $0,21 \text{ g kg}^{-1}$ ) relatados por ALVES (1999), em trabalho com diferentes variedades, e aos encontrados por LÓPEZ & ESPINOSA (1995) e SILVA et al. (1999), cujas médias foram, respectivamente, de  $0,16 \text{ g kg}^{-1}$  e  $0,15 \text{ g kg}^{-1}$ .

Os teores de magnésio na casca, polpa e pedicelo e de potássio na polpa e pedicelo não se alteraram significativamente, em função das três épocas de aplicação de  $\text{CaCl}_2$  (Quadro 5). Observou-se que uma aplicação de cloreto de cálcio aos 120 dias após a emissão do cacho, na concentração de 6%, proporcionou maior teor de potássio na casca, com  $78,5 \text{ g.kg}^{-1}$ , enquanto com três aplicações se obteve o menor teor, com  $53,1 \text{ g.kg}^{-1}$  (Quadro 5). Isso pode ser explicado pelo antagonismo entre o K e o Ca.

A interação entre nutrientes em cultivos de bananeira tem sido bastante estudada, principalmente entre K, Ca e Mg, podendo ser positiva e chamada de sinergismo ou negativa e considerada como antagonismo. Sintomas de deficiência de K são observados quando Ca e Mg apresentam valores elevados (SILVA et al., 1999; LÓPEZ & ESPINOSA, 1995).

De acordo com os resultados das análises de solo (Quadro 1) e de água da área experimental, o antagonismo com o K pode ter ocorrido devido à maior disponibilidade do Mg e, principalmente, do Ca no solo aluvial cultivado. Segundo SILVA et al. (1999), alguns solos aluviais de Nova Porteirinha, apesar de conterem aproximadamente  $120 \text{ mg dm}^{-3}$  de K, podem apresentar deficiência do elemento, pois são altas as concentrações de Ca e Mg, ficando a saturação de K abaixo de 5%. Nesse experimento, a relação do K com  $\text{K+Ca+Mg}$  no solo foi de 3% (Quadro 1). Os resultados da análise de solo indicaram, também, que a relação entre Ca e Mg situou-se na faixa ideal (entre 1,5/1 e 3/1), com 2,7/1, justificando a não-influência do Ca sobre a absorção do Mg.

Por meio do ajuste de equações de regressão, observaram-se os efeitos das concentrações de cálcio em cada época de aplicação, desdobrando apenas as interações significativas. Realizando apenas uma aplicação de  $\text{CaCl}_2$  aos 120 dias após a emissão do cacho, observou-se incremento linear dos teores de cálcio no pedicelo com o aumento das concentrações (2, 4 e 6%), enquanto com três aplicações se detectou comportamento quadrático e com duas aplicações não houve efeito (Figura 4). Entretanto, o incremento dos teores de cálcio conferiu menor resistência ao despencamento (Figura 3), não justificando a aplicação na pré-colheita deste nutriente em cachos de bananeira.

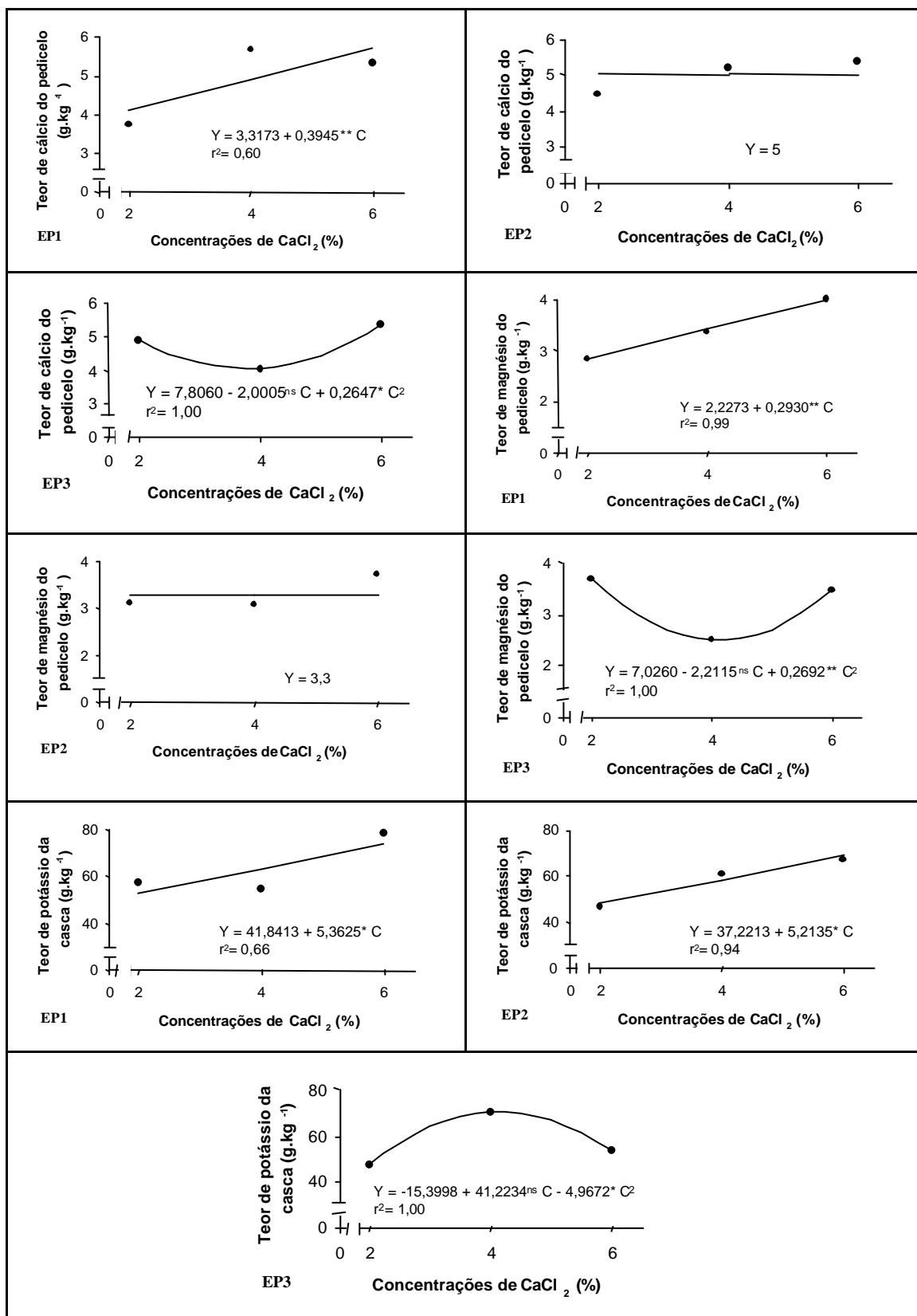


Figura 4 – Estimativa dos teores de cálcio no pedicelo (g kg<sup>-1</sup>), de magnésio no pedicelo (g kg<sup>-1</sup>) e de potássio na casca (g kg<sup>-1</sup>) de frutos da bananeira FHIA-18, em função das concentrações de  $\text{CaCl}_2$ , para as três épocas de aplicação.

Aplicando o  $\text{CaCl}_2$  uma vez aos 120 dias e duas vezes aos 90 e 120 dias, observou-se comportamento linear positivo, enquanto com a aplicação de três vezes o comportamento foi quadrático para teores de K na casca. Nesses casos, verificou-se antagonismo da aplicação de Ca em relação ao K apenas com três aplicações e valores acima de 4% de  $\text{CaCl}_2$ . Realizando três aplicações de  $\text{CaCl}_2$ , observou-se que os teores de magnésio no pedicelo resultaram comportamento quadrático, com redução de até 4% e aumento de até 6%. Com duas aplicações não houve efeito, enquanto com uma aplicação ocorreu incremento linear positivo (Figura 4) .

## CONCLUSÕES

Observou-se redução linear da resistência ao despençamento dos frutos e do tempo de maturação do fruto com o incremento das concentrações de  $\text{CaCl}_2$ . Os frutos apresentaram maior firmeza em três aplicações de  $\text{CaCl}_2$  do que com apenas uma aplicação. Os teores de cálcio da casca e da polpa dos frutos não foram alterados com variações nas concentrações e épocas de aplicação do  $\text{CaCl}_2$ . O cálcio não penetrou efetivamente na casca e na polpa do fruto por meio da aplicação do cloreto de cálcio direcionado ao cacho em pré-colheita dos frutos da bananeira FHIA-18. Os resultados contra-indicaram a aplicação na pré-colheita de cálcio visando ao controle do despençamento na pós-colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas; Embrapa-CNPMF, 1999. 585 p.

CARVALHO, H. A.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; MENEZES, J. B. Eficiência da concentração de cloreto de cálcio e do tempo de imersão no tratamento pós-colheita de goiaba de polpa branca cv. Kumagai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 375-381, 1998.

CENCI, S. A.; CHITARRA, M. I. F. Controle da abscisão pós-colheita de uva 'Niágara' - *Vitis (labrusca L. x vinífera L.)*: mecanismo de aplicação de ANA e cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n.1, p. 146-155, 1994.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; McGUIRE, R.G.; KELMAN, A. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, Saint Paul, v.76, n.4, p. 329-334, 1992.

DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. **Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos.** Roma: IPGRI, Montpellier; INIBAP, 1997. 63 p. (Guias técnicas Inibap 2).

GERASUPOULOS, D.; CHOULIARAS, V.; LIONAKIS, S. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of hayword kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 7, p. 65-72, 1996.

GLENN, G. M.; POOVAIAH, B. W. Cuticular permeability to calcium compounds in 'Golden Delicious' apple fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 2, p. 192, 1985.

GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N.; POOVAIAH, B. W. Effect of calcium on cell wall structure, protein phosphorylation and protein profile in senescing apples. **Plant Cell Physiology**, v. 29, n. 4, p. 565-572, 1988.

HOLDERNESS, M.; SHARROCK, S.; FRISON, E.; KAIRO, M. (Eds.). **Organic banana 2000: towards an organic banana initiative in the Caribbean. Report of the International workshop on the production and marketing of organic bananas by smallholder farmers.** Montpellier: INIBAP, 2000. 174 p.

KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; SAMPAIO, V. R. Amadurecimento de mangas 'Tommy Atkins' tratadas com Ca em pré-colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, 1999.

LÓPEZ, A.; ESPINOSA, J. **Manual de nutrición y fertilización del banano.** Quito: INPOFOS, 1995. 82 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1997. 319 p.

PAUL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall - degradation enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v. 72, p. 382-385, 1983.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, v.40, p. 86-89, 1986.

SAMPAIO, V. R.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Distúrbios fisiológicos da manga: efeito da aplicação de Ca em pulverização foliar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, 1999.

SAMS, C. E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 249-254, 1999.

SILVA, C. L. **Aplicação pós-colheita de cálcio em frutos de bananeira (Musa sp.) cultivar Pioneira**. Cruz das Almas, BA: UFBA, 1999. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

SILVA, A. V. C.; MENEZES, J. B. Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, 2001.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n. 196, p. 21-36, 1999.

SOUTO, R. F.; RODRIGUES, M. G. V.; ALVARENGA, C. D.; SILVA, J. T. A. da; MAENO, P.; GONZAGA, V. **Sistema de produção para a cultura da banana 'Prata-anã'**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 34 p. (Boletim Técnico, 48).

## CONCLUSÕES GERAIS

Genótipos do grupo BB (Butuhan, Pirai e BB França), bem como 'Terra' (AAB), 'Poteau Nain' (tipo figo) (ABB) e 'Thap Maeo' (AAB), mostraram-se resistentes ao despencamento. 'Prata Anã' (AAB), 'Grande Naine' (AAA), Ambrosia (AAAA), 'Ouro' (AA) e FHIA-18 (AAAB) foram medianamente resistentes, enquanto os híbridos melhorados Pioneira (AAAB), YB42-21 (AAAB), Bucaneiro (AAAA) e Calypso (AAAA) e o cultivar Ouro da Mata (AAAB) foram suscetíveis. Houve grau de associação de 74% entre firmeza do fruto e resistência ao despencamento. Os diplóides de *Musa balbisiana* (BB) e os triplóides com parte do genoma dessa espécie (ABB e AAB) apresentaram maior resistência ao despencamento. Por sua vez, os diplóides e os triplóides de *Musa acuminata* (AA e AAA), bem como os tetraplóides, em geral apresentaram baixa resistência ao despencamento.

Não há camada de abscisão típica na região de despencamento do pedicelo do fruto maduro da bananeira. Em genótipos suscetíveis ao despencamento, como Pioneira (AAAB), 'Prata Anã' (AAB) e 'Lidi' (AA), o tecido parenquimático do pedicelo degenera-se nos frutos maduros, formando grandes espaços vazios, o que favorece o despencamento. O cultivar Terra (AAB), considerado resistente ao despencamento, possui fibras difíceis de serem separadas ou individualizadas e relativamente finas em relação às dos demais genótipos. Frutos resistentes ao despencamento apresentam pedicelos com fibras mais compridas e relativamente finas, com paredes mais espessas

e lignificadas e, conseqüentemente, mais consistentes, principalmente quando os frutos estão maduros.

Ocorre redução linear da resistência ao despencamento dos frutos e do tempo de maturação com o incremento das concentrações de  $\text{CaCl}_2$ . A firmeza não se altera em relação às concentrações, porém, com três aplicações de  $\text{CaCl}_2$ , os frutos apresentam-se mais consistentes do que com apenas uma aplicação. Os teores de cálcio da casca e da polpa dos frutos não se alteram significativamente com as concentrações e épocas de aplicação do  $\text{CaCl}_2$ . O cálcio não penetra efetivamente na casca e polpa do fruto por meio da aplicação do cloreto de cálcio direcionado ao cacho em pré-colheita dos frutos da bananeira FHIA-18. Os resultados contra-indicam a aplicação pré-colheita de cálcio visando ao controle do despencamento na pós-colheita.

## APÉNDICE

## APÊNDICE

Quadro 1A – Valores médios de peso (PFR), tempo de maturação (TMA) e porcentagem de perda de água do fruto (PPA), matéria seca da casca (MSC) e matéria seca da polpa (MSP) de 37 genótipos de bananeira no estádio de coloração 6 (casca totalmente amarela), em Cruz das Almas, BA

Bananeiras	PFR (g)	TMA (dias)	PPA (%)	MSC (%)	MSP (%)
BB França	96,2 l	11,0 e	7,22 d	18,0 b	45,1 a
Terra	349,6 a	7,0 j	5,29 f	12,9 g	36,9 b
Pirai	60,7 n	14,0 b	7,07 d	14,3 f	29,5 c
Butuhan	126,5 j	11,6 d	7,11 d	20,9 a	26,8 e
Poteau Nain	294,3 b	5,9 k	3,16 h	14,2 f	30,4 c
Thap Maeo	158,2 h	4,8 l	2,14 i	13,2 g	25,7 e
Tjau Lagada	37,1 p	16,0 a	20,83 a	18,9 b	22,7 f
ST42-08	221,0 e	6,7 j	3,41 h	9,3 i	26,4 e
Prata Anã	166,6 h	5,5 k	2,65 i	11,1 h	30,3 c
PV42-85	224,8 d	6,9 j	4,24 f	11,5 h	27,7 d
TH03-01	65,2 n	6,0 k	3,20 h	14,3 f	31,2 c
Grande Naine	277,2 c	8,0 i	3,69 g	11,1 h	19,1 h
FHIA-01	231,7 d	7,1 j	3,15 h	10,5 h	24,3 f
Pacovan	166,2 h	6,9 j	3,82 g	11,6 h	28,0 d
PV03-44	148,3 i	6,0 k	3,21 h	10,9 h	28,5 d
Ambrosia	218,9 e	11,3 e	5,95 e	11,1 h	22,8 f
Ouro	74,0 m	10,8 e	7,43 d	21,2 a	30,1 c
FHIA-18	194,3 f	7,0 j	3,36 h	11,0 h	27,0 e
Jary Buaya	74,6 m	11,2 e	8,35 c	18,3 b	24,1 f
FHIA-03	290,2 b	8,0 i	4,95 f	10,4 h	24,2 f
Pioneira	143,2 i	8,4 h	3,79 g	11,3 h	22,9 f
SH32-63	112,2 k	10,0 f	4,83 f	8,8 i	18,0 h
YB42-21	198,0 f	9,0 g	5,06 f	11,3 h	23,9 f
Bucaneiro	180,6 g	10,0 f	4,01 g	11,4 h	21,2 g
Calypso	217,1 e	8,6 h	5,09 f	11,2 h	20,4 g
1741-01	74,9 m	12,0 d	7,36 d	14,8 e	26,1 e
SH36-40	160,1 h	7,0 j	2,32 i	10,7 h	20,3 g
1304-04	29,4 q	8,5 h	7,46 d	13,1 g	35,3 b
Prata Comum	111,4 k	10,3 f	6,85 d	15,5 e	28,9 d
Calcutta	25,1 q	6,9 j	5,94 e	13,7 g	35,7 b
Tongat	67,7 n	10,0 f	8,08 c	16,7 c	27,9 d
M-53	126,2 j	13,0 c	9,36 b	15,2 e	21,0 g
Ouro da Mata	119,2 k	9,0 g	4,90 f	15,7 d	28,0 d
Lidi	48,3 o	9,0 g	6,55 e	16,8 c	28,7 d
2803-01	25,2 q	10,0 f	8,26 c	15,2 e	25,8 e
Tuugia	82,4 m	10,6 f	7,99 c	15,9 d	27,9 d
Caipira	133,2 j	11,5 d	6,38 e	16,8 c	20,5 g

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Linhas tracejadas indicam divisão entre padrões de resistência ao despençamento definidos neste trabalho.

Quadro 1B – Valores médios de comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto ou calibração lateral (CAL), diâmetro do fruto medido nas quinas ou calibração radial (CAR), comprimento do pedicelo (CPD), diâmetro do pedicelo (DPD) e espessura da casca (ESC) de 37 genótipos de bananeira no estádio de coloração 6 (casca totalmente amarela), em Cruz das Almas, BA

Bananeiras	CFR (mm)	CAL (mm)	CAR (mm)	CPD (mm)	DPD (mm)	ESC (mm)
BB França	104,0 k	38,3 f	45,3 f	18,35 h	8,7 d	1,30 h
Terra	262,3 a	47,7 b	54,1 b	73,8 a	14,7 a	2,88 c
Pirai	126,0 i	30,8 i	35,6 j	22,3 g	6,8 e	2,05 e
Butuhan	170,0 g	38,4 f	45,0 f	37,2 c	7,5 e	1,07 i
Poteau Nain	197,1 d	55,4 a	61,2 a	38,7 c	13,0 b	3,72 b
Thap Maeo	159,2 g	41,5 d	43,4 g	33,0 d	12,2 c	2,12 e
Tjau Lagada	125,2 i	21,9 l	24,5 n	33,4 d	10,9 c	1,75 f
ST42-08	204,5 c	41,6 d	51,5 c	24,2 f	12,3 c	3,83 a
Prata Anã	189,3 e	39,1 f	43,3 g	19,3 h	12,0 c	3,42 b
PV42-85	192,4 e	45,1 c	48,8 d	19,2 h	11,9 c	3,58 b
TH03-01	181,8 f	24,4 k	28,4 l	9,8 j	11,1 c	2,35 d
Grande Naine	253,3 a	42,8 d	46,0 f	21,6 g	12,9 b	3,65 b
FHIA-01	221,9 b	41,1 e	45,5 f	20,3 h	11,3 c	3,92 a
Pacovan	208,7 c	37,9 f	41,3 h	26,7 e	13,2 b	3,17 c
PV03-44	171,9 g	38,4 f	47,5	15,1 i	11,6 c	3,65 b
Ambrosia	211,0 c	40,6 e	44,0 g	21,2 g	13,3 b	2,95 c
Ouro	117,0 j	33,6 h	35,2 j	14,0 i	9,1 d	0,93 i
FHIA-18	200,2 d	40,2 e	45,5 f	19,0 h	11,4 c	3,65 b
Jary Buaya	183,0 f	25,1 k	29,0 l	22,1 g	9,6 d	1,45 g
FHIA-03	228,0 b	47,7 b	55,4 b	52,7 b	13,7 b	3,17 c
Pioneira	191,7 e	36,0 g	39,6 h	27,4 e	13,0 b	3,12 c
SH32-63	168,1 g	34,2 h	37,4 i	20,3 h	12,1 c	1,90 f
YB42-21	173,5 g	45,4 c	49,0 d	18,9 h	12,7 b	1,58 g
Bucaneiro	223,5 b	36,0 g	39,7 h	21,0 g	12,0 c	2,37 d
Calypso	216,5 b	40,4 e	43,1 g	18,2 h	14,2 a	2,93 c
1741-01	183,3 f	24,1 k	29,2 l	10,0 j	12,3 c	2,40 d
SH36-40	200,0 d	37,9 f	42,5 g	18,3 h	12,0 c	3,02 c
1304-04	126,1 i	18,0 n	19,4 p	22,0 g	7,5 e	1,22 h
Prata Comum	151,4 h	37,3 g	39,6 h	19,7 h	11,0 c	2,10 e
Calcutta	110,5 k	19,6 m	22,5 o	5,8 k	7,1 e	1,43 g
Tongat	144,5 h	29,1 j	31,4 k	9,1 j	11,4 c	1,63 g
M-53	208,2 c	28,8 j	35,4 j	26,3 e	10,1 d	1,75 f
Ouro da Mata	167,5 g	34,1 h	39,3 h	22,4 g	11,9 c	2,13 e
Lidi	129,2 i	24,8 k	26,8 m	10,5 j	7,7 e	1,78 f
2803-01	126,1 i	17,9 n	20,9 p	12,6 i	9,4 d	1,25 h
Tuugia	142,5 h	27,6 j	31,7 k	10,5 j	11,5 c	1,83 f
Caipira	169,5 g	38,8 f	40,5 h	19,3 h	10,9 c	1,10 i

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Linhas tracejadas indicam divisão entre padrões de resistência ao despençamento definidos neste trabalho.

Quadro 1C – Valores médios de firmeza (FIR), peso (PFR) e tempo de maturação do fruto (TMA), porcentagem de perda de água do fruto (PPA), matéria seca da casca (MSC) e matéria seca da polpa (MSP) de genótipos de bananeira agrupados segundo os grupos genômicos

Grupos Genômicos	FIR (Ncm <sup>-2</sup> )	PFR (g)	TMA (dias)	PPA (%)	MSC (%)	MSP (%)
AA	47,9 d	64,8 e	10,3 b	8,13 a	15,6 a	27,3 b
AAA	39,2 e	205,2 b	9,8 c	5,03 c	13,9 c	19,8 e
AAAA	45,3 d	205,5 b	10,0 c	5,02 c	11,2 e	21,4 e
AAB	67,2 b	190,4 c	6,9 f	4,15 d	12,9 d	30,0 a
AAAB	39,9 e	182,3 c	7,5 e	3,72 e	11,4 e	25,4 c
AABB	26,8 f	290,2 a	8,0 d	4,95 c	10,4 f	24,2 d
ABB	63,2 c	294,3 a	5,9 g	3,16 f	14,2 c	30,4 a
BB	89,3 a	94,5 d	12,2 a	7,13 b	14,8 b	27,6 b

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quadro 1D – Valores médios de comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto ou calibração lateral (CAL), diâmetro do fruto medido nas quinas ou calibração radial (CAR), comprimento do pedicelo (CPD), diâmetro do pedicelo (DPD) e espessura da casca (ESC) de genótipos de bananeira segundo os grupos genômicos

Grupos Genômicos	CFR (mm)	CAL (mm)	CAR (mm)	CPD (mm)	DPD (mm)	ESC (mm)
AA	149,7 d	25,3 f	28,6 e	15,9 f	10,0 c	1,67 e
AAA	211,4 b	40,8 c	43,2 d	20,4 e	11,9 b	2,37 d
AAAA	217,0 b	39,0 d	42,2 d	20,1 e	13,1 a	2,75 c
AAB	194,2 c	40,7 c	44,3 c	34,5 c	12,6 a	2,73 c
AAAB	191,5 c	39,9 c	45,4 c	20,5 e	12,0 b	3,16 b
AABB	228,0 a	47,7 b	55,4 b	52,7 a	13,7 a	3,17 b
ABB	197,1 c	55,4 a	61,2 a	38,7 b	13,0 a	3,72 a
BB	133,3 e	35,8 e	42,0 d	25,9 d	7,6 d	1,50 f

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quadro 1E – Valores médios de firmeza (FIR), peso (PFR), tempo de maturação (TMA) e porcentagem de perda de água do fruto (PPA), matéria seca da casca (MSC) e matéria seca da polpa (MSP) de genótipos diplóides, triplóides e tetraplóides de bananeira

Ploidia	FIR (Ncm <sup>-2</sup> )	PFR (g)	TMA (dias)	PPA (%)	MSC (%)	MSP (%)
Diplóide S	42,6 e	65,7 f	10,0 c	7,3 b	14,5 c	27,4 c
Diplóide MR	60,0 b	62,7 f	11,0 b	10,0 a	18,2 a	21,1 c
Diplóide R	89,3 a	94,5 e	12,2 a	7,1 b	17,7 a	33,8 a
Triplóide S	24,5 g	122,3 d	10,9 b	6,6 c	16,2 b	24,7 d
Triplóide MR	52,7 c	203,3 b	6,8 f	3,4 f	11,3 e	25,8 c
Triplóide R	90,3 a	267,4 a	5,9 g	3,5 f	13,5 d	31,0 b
Tetraplóide S	34,5 f	186,9 c	8,6 d	4,3 d	11,7 e	23,0 e
Tetraplóide MR	46,7 d	206,5 b	7,5 e	3,9 e	10,7 f	26,1 c

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

S: suscetível ao despencamento, MR: medianamente resistente e R: resistente.

Quadro 1F – Valores médios de comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto ou calibração lateral (CAL), diâmetro do fruto medido nas quinas ou calibração radial (CAR), comprimento do pedicelo (CPD), diâmetro do pedicelo (DPD) e espessura da casca (ESC) de genótipos diplóides, triplóides e tetraplóides de bananeira

Ploidia	CFR (mm)	CAL (mm)	CAR (mm)	CPD (mm)	DPD (mm)	ESC (mm)
Diplóide S	148,7 e	24,9 g	28,3 g	14,1 e	9,9 e	1,7 e
Diplóide MR	151,8 e	26,2 f	29,3 f	19,8 d	10,2 e	1,6 e
Diplóide R	133,3 f	35,8 e	42,0 d	25,9 b	7,6 f	1,5 f
Triplóide S	160,5 d	38,1 d	40,0 e	19,5 d	11,0 d	1,6 e
Triplóide MR	217,1 a	39,9 c	43,5 c	22,5 c	12,7 b	3,4 b
Triplóide R	206,3 b	48,2 a	52,9 a	48,5 a	13,3 a	2,9 c
Tetraplóide S	200,1 c	39,6 c	44,0 c	25,5 b	12,8 b	2,6 d
Tetraplóide MR	200,3 c	41,1 b	47,1 b	19,8 d	11,9 c	3,6 a

Grupos de médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

S: suscetível ao despencamento, MR: medianamente resistente e R: resistente.

Quadro 1G – Resumo das análises de variância referentes a comprimento (COF), diâmetro (DIF), diâmetro do lúmen (DLF), espessura de parede (EPF) das fibras, facilidade de maceração (FAM), número de grupos de fibras por área (NGF) e número de fibras por grupo de fibras (NFG) de pedicelos de genótipos de bananeiras cultivadas em Cruz das Almas, BA

FV	GL	Quadrados Médios						
		COF	DIF	DLF	EPF	FAM	NGF	NFG
Genótipos	12	366.404**	212,56**	185,10**	4,57**	4,93**	0,67 <sup>ns</sup>	274,84**
Resíduo (a)	26	8.736	8,44	10,47	0,66	0,22	0,60	57,22
Estádio	1	34.229 <sup>ns</sup>	14,52 <sup>ns</sup>	4,78 <sup>ns</sup>	8,99**	6,78**	0,004 <sup>ns</sup>	66,46 <sup>ns</sup>
G x E	12	18.868 <sup>ns</sup>	43,54**	38,07**	2,55**	1,84**	0,54**	147,42**
Resíduo (b)	26	11.157	9,01	8,77	0,50	0,20	0,13	38,11
CV (%)		11,1	7,8	10,1	15,7	23,2	11,5	10,9

\* e \*\* Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 1H – Resumo das análises de variância referentes à resistência ao despencamento (RDP), firmeza (FIR), porcentagem de perda de água (PPA), tempo de maturação do fruto após a colheita (TMA) e tempo de emissão do cacho à colheita (ECC) da bananeira FHIA-18 submetido a aplicações de cloreto de cálcio em épocas distintas, em Nova Porteirinha, MG

FV	GL	Quadrados Médios				
		RDP	FIR	PPA	TMA	ECC
Bloco	4	305,31**	14,01 <sup>ns</sup>	81,59**	25,98**	180,58**
Concentração	2	225,73**	0,23 <sup>ns</sup>	13,43 <sup>ns</sup>	8,88**	0,20 <sup>ns</sup>
Época	2	50,75 <sup>ns</sup>	52,40*	0,33 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	12,2 <sup>ns</sup>
C x E	4	32,61 <sup>ns</sup>	19,04 <sup>ns</sup>	4,41 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	19,00 <sup>ns</sup>
Test vs. Fatorial	1	583,57**	113,22**	29,69 <sup>ns</sup>	21,86**	24,98 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	41,11	14,55	7,46	1,32	12,30
CV (%)		27,0	15,5	13,9	12,1	2,9

\* e \*\* Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 1I – Resumo das análises de variância referentes às porcentagens de matéria seca da casca (MSC), da polpa (MPO) e do pedicelo (MPE) e aos teores de cálcio (CCA), magnésio (CMG) e potássio na casca (CAK) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos a aplicações de cloreto de cálcio em épocas distintas, em Nova Porteirinha, MG

FV	GL	Quadrados Médios					
		MSC	MSP	MPE	CCA	CMG	CAK
Bloco	4	60,82**	0,93 <sup>ns</sup>	349,34**	2,80*	0,54**	814,15**
Concentração	2	6,43 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	34,73 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	1.034,72*
Época	2	1,05 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	178,52 <sup>ns</sup>
C x E	4	2,58 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	20,42 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	560,76*
Test vs. Fatorial	1	22,44*	4,96 <sup>ns</sup>	172,28*	5,85*	0,63*	2.617,76**
Resíduo	36	4,53	1,45	37,8	0,83	0,09	184,83
CV (%)		14,5	6,1	20,2	22,2	12,5	23,2

\* e \*\* Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 1J – Resumo das análises de variância referentes aos teores de cálcio (POC), magnésio (POM) e potássio na polpa (POK) e aos teores de cálcio (PEC), magnésio (PEM) e potássio no pedicelo (PEK) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos a aplicações de cloreto de cálcio em épocas distintas, em Nova Porteirinha, MG

FV	GL	Quadrados Médios					
		POC	POM	POK	PEC	PEM	PEK
Bloco	4	0,23 <sup>ns</sup>	0,03*	1,88 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	130,28**
Concentração	2	0,02 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	3,64*	2,20**	61,85*
Época	2	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	9,55 <sup>ns</sup>
C x E	4	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	2,39*	1,08*	10,54 <sup>ns</sup>
Test vs Fatorial	1	0,11*	0,04*	5,45 <sup>ns</sup>	7,80**	4,81**	145,96**
Resíduo	36	0,02	0,01	1,36	0,82	0,32	12,15
CV (%)		20,4	6,9	6,3	18,6	16,9	9,7

\* e \*\* Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 1K – Valores médios de resistência ao despencamento (RDP), firmeza (FIR), porcentagem de perda de água (PPA), tempo de maturação do fruto após a colheita (TMA) e tempo de emissão do cacho à colheita (ECC) da bananeira FHIA-18 submetida à aplicação de cloreto de cálcio nos cachos, em três concentrações (2, 4 e 6%) e três épocas, comparados com a testemunha (sem aplicação), em Nova Porteirinha, MG

Tratamentos	RDP (N)	FIR (N cm <sup>-2</sup> )	PPA (%)	TMA (dias)	ECC (dias)
1	31,27 <sup>ns</sup>	26,57 <sup>ns</sup>	21,45 <sup>ns</sup>	11,12 <sup>ns</sup>	124,0 <sup>ns</sup>
2	29,20 <sup>ns</sup>	23,14 <sup>ns</sup>	20,73 <sup>ns</sup>	9,60 <sup>ns</sup>	121,0 <sup>ns</sup>
3	22,70 <sup>ns</sup>	23,59 <sup>ns</sup>	20,04 <sup>ns</sup>	10,60 <sup>ns</sup>	123,0 <sup>ns</sup>
4	21,43 <sup>ns</sup>	24,98 <sup>ns</sup>	19,11 <sup>ns</sup>	8,90 <sup>ns</sup>	122,6 <sup>ns</sup>
5	24,31 <sup>ns</sup>	26,17 <sup>ns</sup>	18,57 <sup>ns</sup>	9,02 <sup>ns</sup>	125,2 <sup>ns</sup>
6	21,88 <sup>ns</sup>	22,59 <sup>ns</sup>	18,90 <sup>ns</sup>	9,26 <sup>ns</sup>	120,8 <sup>ns</sup>
7	21,13 <sup>ns</sup>	28,16 <sup>ns</sup>	18,56 <sup>ns</sup>	9,62 <sup>ns</sup>	122,0 <sup>ns</sup>
8	19,82 <sup>ns</sup>	21,87 <sup>ns</sup>	19,58 <sup>ns</sup>	9,00 <sup>ns</sup>	124,8 <sup>ns</sup>
9	19,45 <sup>ns</sup>	22,97 <sup>ns</sup>	20,80 <sup>ns</sup>	8,86 <sup>ns</sup>	121,8 <sup>ns</sup>
Testemunha	26,07	25,78	19,05	9,16	122,6

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Quadro 1L – Valores médios de porcentagem de matéria seca da casca (MSC), da polpa (MPO) e do pedicelo (MPE) e dos teores de cálcio (CCA), magnésio (CMG) e potássio na casca (CAK) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em três concentrações (2, 4 e 6%) e três épocas, comparados com a testemunha (sem aplicação), em Nova Porteirinha, MG

Tratamentos	MSC (%)	MSP (%)	MPE (%)	CCA (g kg <sup>-1</sup> )	CMG (g kg <sup>-1</sup> )	CAK (g kg <sup>-1</sup> )
1	15,96 <sup>ns</sup>	19,81 <sup>ns</sup>	31,98 <sup>ns</sup>	4,11 <sup>ns</sup>	2,48 <sup>ns</sup>	47,18 <sup>ns</sup>
2	15,95 <sup>ns</sup>	19,12 <sup>ns</sup>	34,00 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>ns</sup>	46,18 <sup>ns</sup>
3	14,68 <sup>ns</sup>	19,46 <sup>ns</sup>	30,11 <sup>ns</sup>	4,32 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	57,06 <sup>ns</sup>
4	15,25 <sup>ns</sup>	19,87 <sup>ns</sup>	31,08 <sup>ns</sup>	4,84 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>	70,02 <sup>ns</sup>
5	14,01 <sup>ns</sup>	20,56 <sup>ns</sup>	29,86 <sup>ns</sup>	3,89 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	61,02 <sup>ns</sup>
6	15,18 <sup>ns</sup>	19,27 <sup>ns</sup>	33,39 <sup>ns</sup>	4,21 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	54,30 <sup>ns</sup>
7	14,14 <sup>ns</sup>	20,22 <sup>ns</sup>	30,12 <sup>ns</sup>	4,16 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	53,12 <sup>ns</sup>
8	13,81 <sup>ns</sup>	19,19 <sup>ns</sup>	27,83 <sup>ns</sup>	4,15 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	67,03 <sup>ns</sup>
9	14,72 <sup>ns</sup>	19,35 <sup>ns</sup>	29,50 <sup>ns</sup>	4,32 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>ns</sup>	78,51 <sup>*</sup>
Testemunha	13,57	20,03	26,15	3,40	2,59	52,86

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Quadro 1M – Valores médios dos teores de cálcio (POC), magnésio (POM) e potássio na polpa (POK) e dos teores de cálcio (PEC), magnésio (PEM) e potássio no pedicelo (PEK) de frutos da bananeira FHIA-18 submetidos à aplicação de cloreto de cálcio em três concentrações (2, 4 e 6%) e três épocas, comparados com a testemunha (sem aplicação), em Nova Porteirinha, MG

Tratamentos	POC (g kg <sup>-1</sup> )	POM (g kg <sup>-1</sup> )	POK (g kg <sup>-1</sup> )	PEC (g kg <sup>-1</sup> )	PEM (g kg <sup>-1</sup> )	PEK (g kg <sup>-1</sup> )
1	0,70 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	18,39 <sup>ns</sup>	4,86 <sup>ns</sup>	3,68 <sup>ns</sup>	33,11 <sup>ns</sup>
2	0,57 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	18,40 <sup>ns</sup>	4,47 <sup>ns</sup>	3,11 <sup>ns</sup>	36,30 <sup>ns</sup>
3	0,63 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	19,24 <sup>ns</sup>	3,74 <sup>ns</sup>	2,84 <sup>ns</sup>	34,08 <sup>ns</sup>
4	0,66 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	18,27 <sup>ns</sup>	4,04 <sup>ns</sup>	2,49 <sup>ns</sup>	33,42 <sup>ns</sup>
5	0,59 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	18,04 <sup>ns</sup>	5,19 <sup>ns</sup>	3,10 <sup>ns</sup>	36,48 <sup>ns</sup>
6	0,67 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	19,15 <sup>ns</sup>	5,64 <sup>ns</sup>	3,35 <sup>ns</sup>	36,20 <sup>ns</sup>
7	0,55 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	18,20 <sup>ns</sup>	5,33 <sup>ns</sup>	3,45 <sup>ns</sup>	39,20 <sup>ns</sup>
8	0,56 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	18,48 <sup>ns</sup>	5,35 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	37,71 <sup>ns</sup>
9	0,63 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	17,29*	5,31 <sup>ns</sup>	4,01 <sup>ns</sup>	38,19 <sup>ns</sup>
Testemunha	0,53	1,31	18,84	4,82	3,48	35,24

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

<sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.