

# ACÚMULO E DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES EM BANANA 'MYSORE' EM DESENVOLVIMENTO<sup>1</sup>

LUIZ CARLOS CHAMHUM SALOMÃO<sup>2</sup>, ROLF PUSCHMANN<sup>3</sup>, DALMO LOPES DE SIQUEIRA<sup>4</sup>,  
CLAUDIO DE AZEVEDO NOLASCO<sup>5</sup>

**RESUMO** - Foram determinados o acúmulo de matérias fresca e seca e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn em bananas 'Mysore', desde a antese floral da primeira penca feminina até o completo amadurecimento. O desenvolvimento dos frutos foi lento até o 42º dia após a antese, acelerando-se posteriormente. A fase de acúmulo máximo de minerais coincidiu com a de acúmulo máximo de matéria fresca, ou seja, 112 dias após a antese. A ordem de exportação de macronutrientes pelos frutos, em seu estágio de máximo acúmulo de matéria fresca, expressa em kg t<sup>-1</sup> de fruto fresco, foi 3,61 para K; 0,98 para N; 0,27 para Mg; 0,19 para P e 0,12 para Ca. Quanto aos micronutrientes, a ordem de exportação, expressa em g t<sup>-1</sup> de fruto fresco, foi 7,92 para Mn; 5,99 para Fe e 2,92 para Zn. Em frutos plenamente desenvolvidos, à exceção de Ca, Mn e Zn, todos os nutrientes acumularam-se mais na polpa do que na casca.

**Termos para indexação:** *Musa* spp., macronutrientes, micronutrientes, casca, polpa

## ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF MINERALS IN 'MYSORE' BANANA FRUITS IN DEVELOPMENT

**ABSTRACT** - It was determined fresh matter and the nutrients N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe and Mn accumulation in banana 'Mysore' fruits, from female cluster anthesis to ripening. The fruit mass increment was slower until 42<sup>nd</sup> day post-anthesis and became faster later. The maximum nutrient accumulation period coincided with that of the maximum fresh matter accumulation, that happened 112 days post-anthesis. The macronutrients exportation by fruits in the stage of fresh matter maximum accumulation, expressed in kg.t<sup>-1</sup> of fresh fruit, was 3.61 to K, 0.98 to N, 0.27 to Mg, 0.19 to P, 0.12 to Ca. The micronutrients exportation, expressed in g.t<sup>-1</sup> of fresh fruit, was 7.92 to Mn, 5.99 to Fe and 2.92 to Zn. In completely developed fruits, excepting for Ca, Mn and Zn, all nutrients accumulated more in the pulp than in the peel.

**Index terms:** *Musa* spp., macronutrients, micronutrients, peel, pulp

## INTRODUÇÃO

A dinâmica do acúmulo de nutrientes em frutos é de grande importância, devido aos processos do desenvolvimento a que estão associados, como amadurecimento, senescência e desordens fisiológicas (Bangerth, 1979; Johnson et al., 1987; Monro & Lee, 1987; Ferguson et al., 1999). Apesar disso, a maior parte dos trabalhos trata do acúmulo de nutrientes em fases estáticas (Bollard, 1970; Borges & Silva, 1995).

Em maçãs, a condição nutricional do fruto desempenha papel fundamental na sua conservação pós-colheita, particularmente na relação existente entre a concentração de Ca na fruta e o aparecimento de desordens fisiológicas durante seu armazenamento (Johnson et al., 1987; Sams, 1999).

O conhecimento das alterações nas concentrações de nutrientes durante o desenvolvimento pode contribuir para se estabelecerem estádios de maturação mais adequados à colheita, avaliar-se o risco de incidência de desordens nutricionais, a necessidade de adoção de medidas preventivas para a correção de deficiências e a quantidade de nutrientes exportada devido à colheita (Souza, 1992).

O presente trabalho objetivou determinar a curva de crescimento de frutos de bananeira 'Mysore' e as quantidades de nutrientes extraídas por esse órgão desde a antese até a colheita do cacho.

## MATERIALE MÉTODOS

Cachos de banana (*Musa* spp.) 'Mysore' (AAB) foram colhidos em plantas de, aproximadamente, dois anos de idade, espaçadas de 4,0 x 3,0 m, em pomar da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais (21° 07' S, 42° 27' W, 349 m de altitude). O clima da região é do tipo C<sub>wa</sub>, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa do ar de 24,6°C, 1.331 mm e 86%, respectivamente.

A área experimental compreendia um terreno de topografia plana. O solo é um Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, Fase Terraço,

de classificação textural franco-argilo-arenosa. As propriedades químicas do solo, na época de instalação do experimento, estão apresentadas na Tabela 1.

**TABELA 1** - Propriedades químicas do solo da área experimental, localizada em Visconde do Rio Branco - Minas Gerais.

Propriedades	Profundidade (m)	
	0 a 0,2	0,2 a 0,4
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,70	6,03
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	3,71	2,03
K (mg.dm <sup>-3</sup> )	45,67	23,56
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,00	0,00
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3,56	2,94
Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,80	1,80
H + Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,97	1,80
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5,50	4,78
CTC total (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	8,45	6,61
SB (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	5,50	4,78
V (%)	65	73
Carbono (g.kg <sup>-1</sup> )	9,6	8,4

O bananal foi conduzido em regime de sequeiro e submetido a desfolhas e desbrotas periódicas. Não foram aplicados agrotóxicos durante o período experimental. Anualmente, durante o período chuvoso, foram aplicados 600g de sulfato de amônio, 500g de cloreto de potássio e 500g de superfosfato simples e 20 litros de esterco bovino.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Em cada bloco, foram agrupadas plantas em que as datas da antese da primeira penca feminina do cacho ocorreram em dias próximos. Cada parcela experimental foi constituída de três cachos, portanto, cada ponto nas figuras constitui a média de nove cachos. As coletas dos cachos foram iniciadas no dia da antese floral da primeira penca feminina (dia zero após a antese) e realizadas a cada sete ou 14 dias, dependendo do estágio de desenvolvimento e

<sup>1</sup> (Trabalho 119/2003). Recebido: 05/09/2003; Aceito para publicação: 30/04/2004.

<sup>2</sup> Eng. Agr., DS, Professor da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa-MG, 36570-000, e-mail: lsalomao@ufv.br. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Eng. Agr., PhD, Professor da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Vegetal, Viçosa-MG, 36570-000, e-mail: rolf@ufv.br.

<sup>4</sup> Eng. Agr., DS, Professor da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa-MG, 36570-000, e-mail: siqueira@ufv.br. Bolsista do CNPQ

<sup>5</sup> Eng. Agr., Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa-MG, 36570-000.

encerradas aos 119 dias de desenvolvimento, quando os frutos já amadureciam na planta.

Cada cacho foi colhido pela manhã e transportado imediatamente para o laboratório, no câmpus da UFV, onde foram amostrados cinco frutos da porção central da fileira distal da segunda penca. Os frutos foram cortados rentes à almofada floral, limpos superficialmente e deixados em repouso por alguns minutos para o escoamento do látex.

A massa da matéria fresca do fruto e de suas partes foi determinada gravimetricamente. Para a determinação da massa da matéria seca, amostras de casca e polpa foram secas em estufa a 70°C até peso constante e pesadas. Após a separação dos frutos em casca e polpa, foram retiradas e armazenadas a -20°C, até o momento das determinações, amostras frescas de cada um dos componentes, adequadas para as digestões sulfúrica (Lindner, 1944) e nitroperclórica (Lott et al., 1956).

No extrato sulfúrico, determinou-se o N total, pelo método do fenol-alcálico (Cataldo et al., 1974) e, no extrato nitroperclórico, quantificou-se P, K, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn. O P foi determinado pelo método descrito por Lindeman (1958), o K por fotometria de emissão de chama e os demais nutrientes, por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975).

Para a interpretação dos resultados, procedeu-se à estatística descritiva, sendo os resultados discutidos com base nas médias das observações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Acúmulo de matéria fresca e matéria seca

A banana 'Mysore' acumulou matéria fresca e seca continuamente, desde a antese até quase o final de seu desenvolvimento (Figura 1). O crescimento do fruto seguiu um padrão sigmoidal simples. Os acúmulos de matéria fresca e seca foram lentos até o 42º dia após a antese, acelerando-se posteriormente. O diâmetro de 34 mm, a partir do qual já é possível proceder-se a colheita (Salomão, 1995), foi atingido próximo ao 90º dia após a antese. O rápido desenvolvimento dos cachos justifica-se pelo fato de sua emissão ter ocorrido a partir de setembro, coincidindo com a elevação da temperatura e o início do período chuvoso em Visconde do Rio Branco, devido ao fim do inverno.

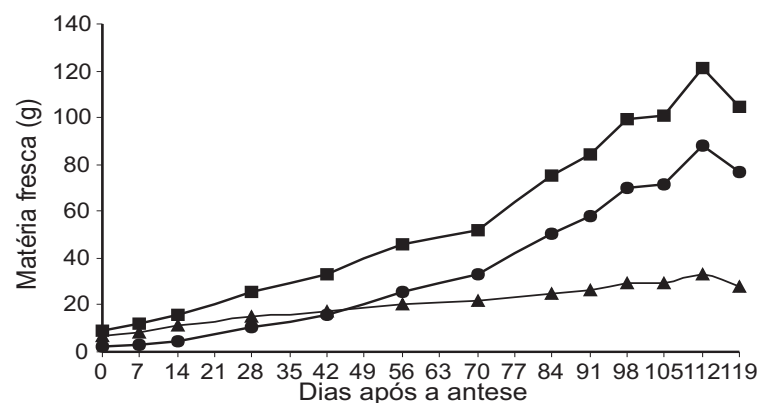
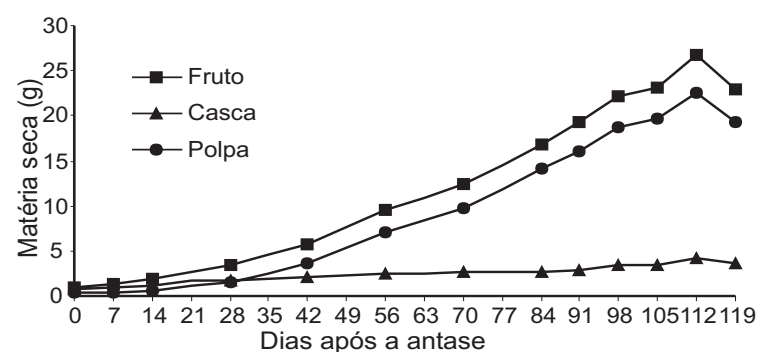


FIGURA 1 - Acúmulo de matéria seca (A) e fresca (B) em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

O padrão de desenvolvimento da polpa assemelhou-se ao do fruto. Os acúmulos de matéria fresca e seca da casca (Figura 1) ocorreram de forma lenta e quase linear durante todo o desenvolvimento do fruto. A partir de 30 e 45 dias, a polpa passou a contribuir com a maior parte das matérias seca e fresca do fruto, respectivamente. Decorridos 112 dias após a antese, iniciou-se um amadurecimento quase generalizado dos frutos na planta. Aos 119 dias após a antese, a maior parte dos frutos amostrados encontrava-se senescente, justificando a redução nas massas das matérias seca e fresca.

### Acúmulo de nutrientes

Os padrões de acúmulo de N (Figura 2), P (Figura 3), K (Figura 4), Mg (Figura 5) e Fe (Figura 6) em fruto, casca e polpa mostraram-se bastante semelhantes aos dos respectivos acúmulos de matéria fresca e seca (Figura 1). Os conteúdos de N, P e Mg predominaram na polpa durante a maior parte do desenvolvimento. O K e o Fe predominaram na casca até cerca de 70 dias após a antese. O acúmulo de N, P, K e Fe no fruto e na polpa foi inicialmente lento, acelerando-se, posteriormente. Na casca, o acúmulo foi lento até próximo ao 91º dia após a antese, e após houve pequeno acréscimo.

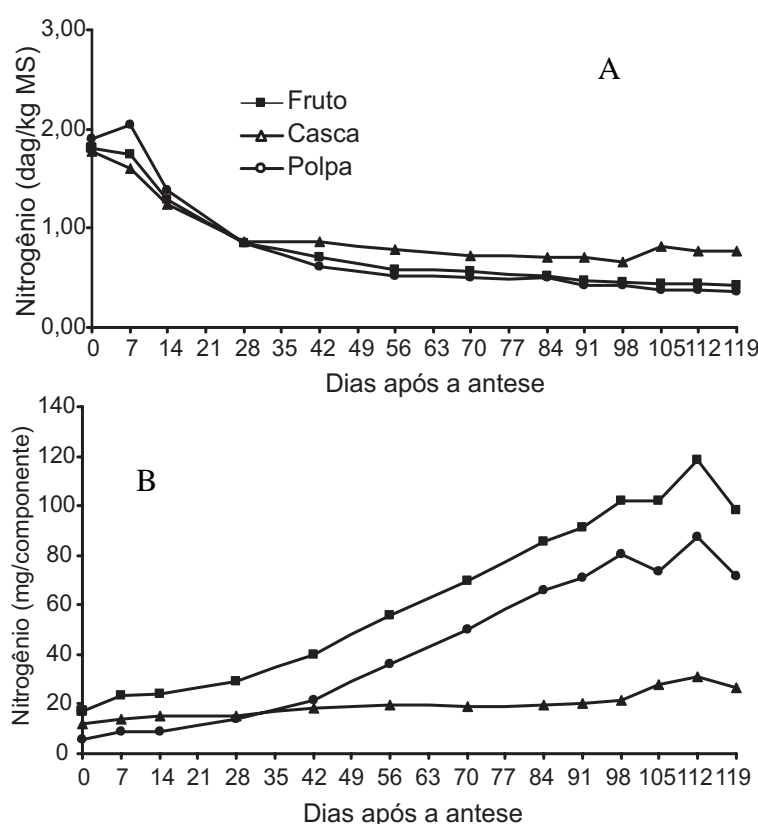


FIGURA 2 - Concentração (A) e acúmulo (B) de N em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

O acúmulo de N pelo fruto foi pequeno no início de seu desenvolvimento (até 42 dias após a antese), observando-se redução na concentração do mesmo neste período (Figura 2). Posteriormente, o suprimento de N acentuou-se, acompanhando o acúmulo de matéria seca, o que resultou na estabilização da concentração desse nutriente. O N concentrou-se mais na matéria seca da polpa do que na da casca até o 28º dia após a antese. Desse ponto em diante, a casca apresentou maior teor até o final do desenvolvimento do fruto.

A concentração de K na casca oscilou de 3,42 a 4,47 dag/kg de matéria seca desde a antese até o amadurecimento (Figura 4). Contudo, a polpa e o fruto como um todo apresentaram redução até o 56º dia após a antese, permanecendo constantes a partir daí.

A concentração de P na polpa foi maior que na casca em quase todo o desenvolvimento do fruto, só apresentando maior concentração

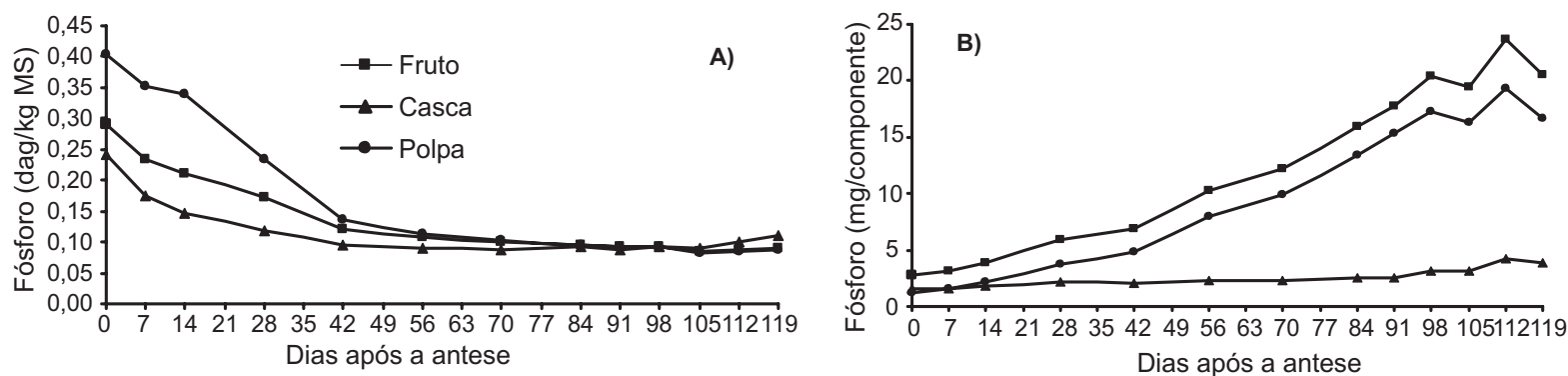


FIGURA 3 - Concentração (A) e acúmulo (B) de P em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

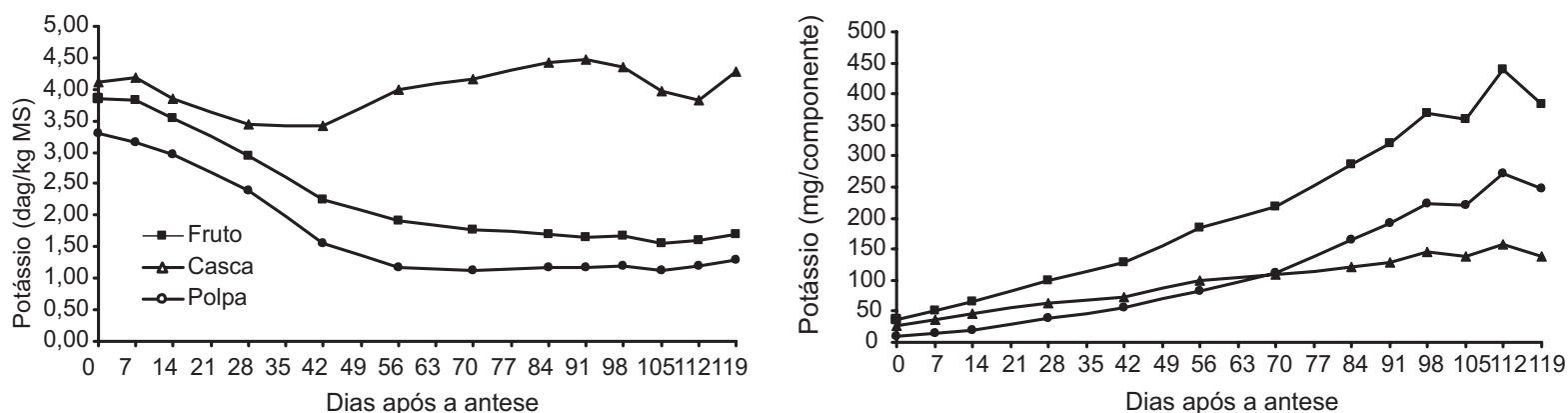


FIGURA 4 - Concentração (A) e acúmulo (B) de K em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

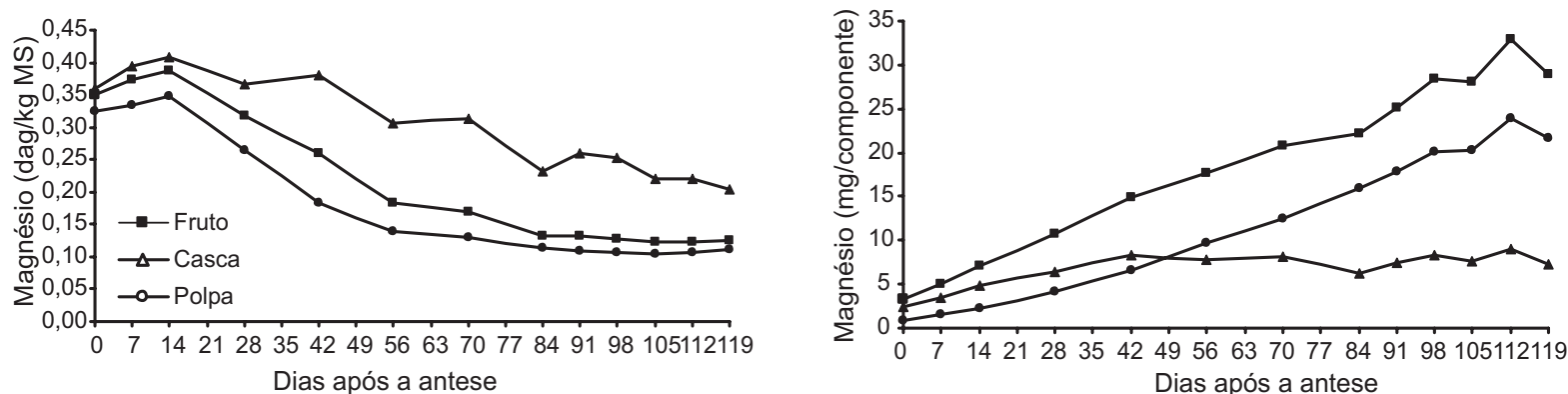


FIGURA 5 - Concentração (A) e acúmulo (B) de Mg em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

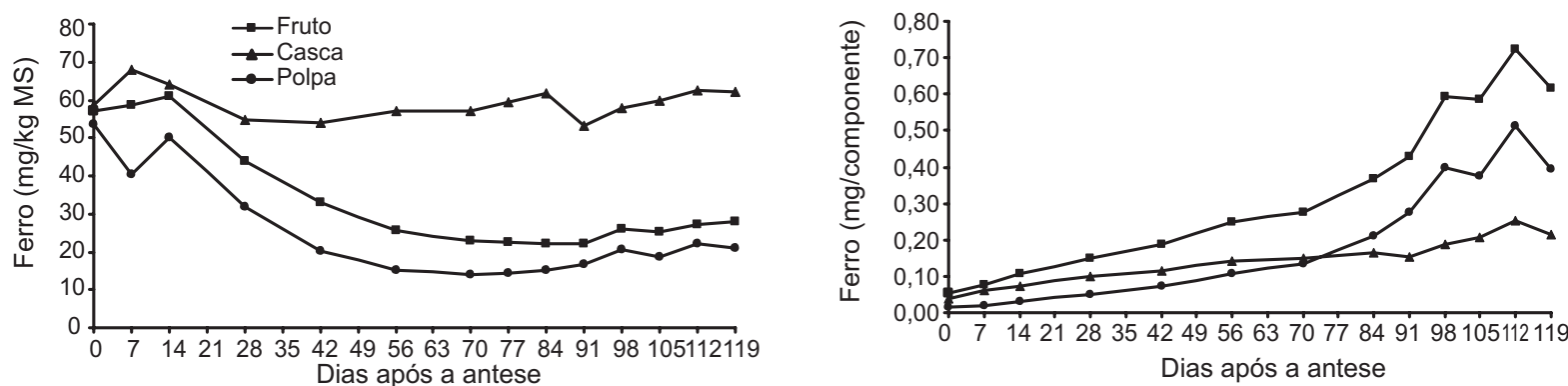


FIGURA 6 - Concentração (A) e acúmulo (B) de Fe em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

na casca a partir de 105º dia após a antese, período coincidente com o amadurecimento do fruto (Figura 4). Observa-se que o acúmulo do P foi semelhante ao do N (Figura 2), sendo seu suprimento maior a partir do 42º dia após a antese.

O Mg (Figura 5) e o Zn (Figura 7) acumularam-se contínua e linearmente ao longo do desenvolvimento do fruto. Na polpa, o padrão de acúmulo de Mg foi semelhante ao do fruto. No entanto, na casca, o

acúmulo ocorreu até o 42º dia após a antese, estabilizando-se até o fim do desenvolvimento. A concentração de Mg, por sua vez, reduziu-se, tanto na casca quanto na polpa, a partir de 14 dias após a antese. Nessa última, a concentração tendeu a estabilizar-se após 56 dias. O acúmulo de Zn na casca também se procedeu de forma quase linear, porém com taxa menor que a observada no fruto. Na polpa, o Zn acumulou-se até o 98º dia, estabilizando-se a partir daí.

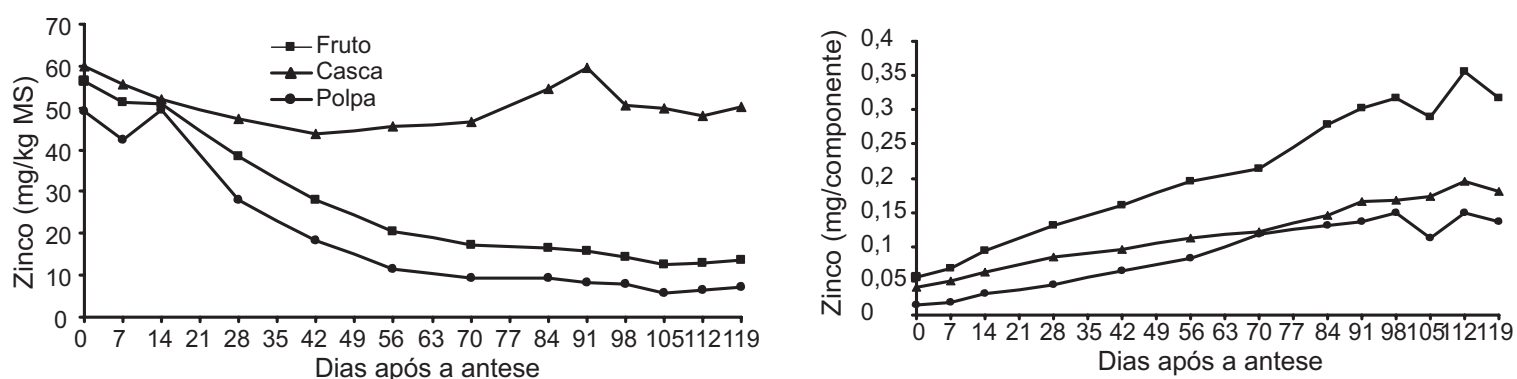


FIGURA 7 - Concentração (A) e acúmulo (B) de Zn em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

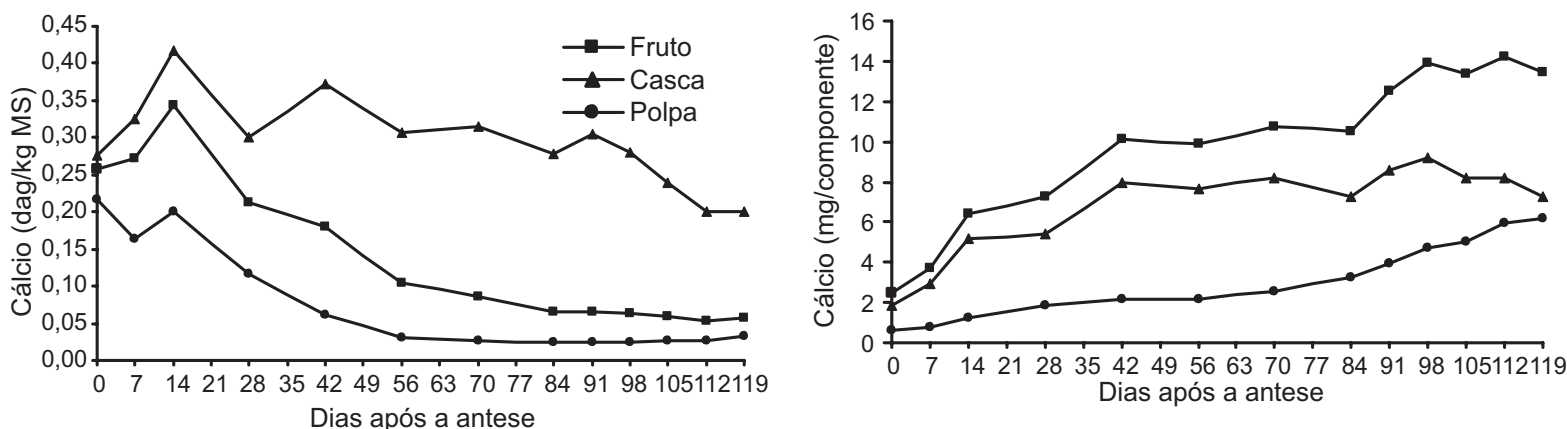


FIGURA 8 - Concentração (A) e acúmulo (B) de Ca em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

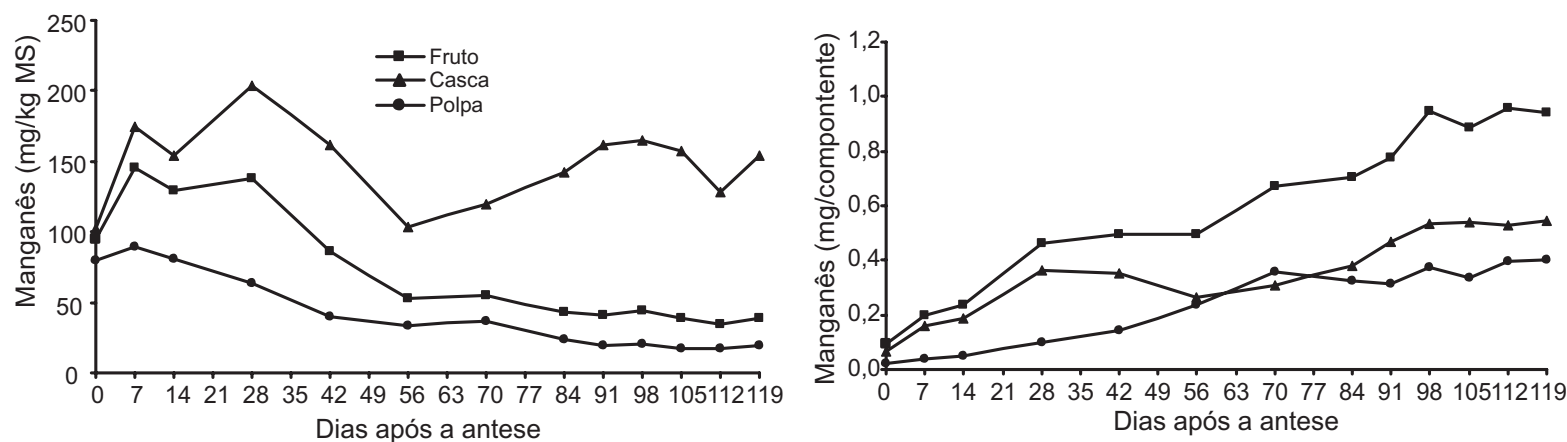


FIGURA 9 - Concentração (A) e acúmulo (B) de Mn em fruto inteiro, casca e polpa de banana 'Mysore' da antese ao amadurecimento.

Diferentemente do comportamento de N, P, K, Fe, Mg e Zn, as quantidades de Ca (Figura 8) e Mn (Figura 9) no fruto variaram segundo um padrão sigmoidal duplo. O Ca, que é o nutriente mais comumente associado a desordens fisiológicas em pós-colheita (Ferguson et al., 1999), acumulou-se rapidamente no fruto até os 42 dias após a antese e, depois, do 84° ao 98° dia. Nas demais fases do desenvolvimento, seu conteúdo manteve-se praticamente estável. Na casca, o acúmulo de Ca foi acelerado até os 42 dias após a antese, mantendo-se estável a partir daí. Na polpa, observou-se um padrão sigmoidal duplo, semelhante ao descrito para o fruto. Aparentemente, o rápido acúmulo até os 42 dias na casca e após o 84° dia após a antese na polpa foram os grandes responsáveis pelo padrão de acúmulo apresentado pelo fruto.

Até o 42° dia após a antese, a concentração de Ca na casca apresentou grandes variações, reduzindo-se a partir daí (Figura 8). Na polpa, houve redução de concentração de Ca até o 56° dia após a antese, estabilizando-se posteriormente. A exemplo do observado em kiwi (Clark & Smith, 1988) e maçã (Van Goor & Van Lune, 1980), a maior parte do Ca do fruto acumulou-se nos estádios iniciais do desenvolvimento. Naqueles frutos, atribui-se uma relação entre o acúmulo do nutriente e a fase de

divisão celular. Na casca de banana, tal relação também parece existir, pois a quase totalidade do Ca acumulou-se nas primeiras semanas após a antese, coincidindo com a fase final de divisão e inicial de expansão celular (Salomão, 1995). Quanto à polpa, o acúmulo de Ca parece estar associado mais à fase de expansão celular, pois a divisão cessa por volta da quarta semana após a emissão do cacho (Ram et al., 1962). A maior proporção desse Ca está associada aos pectatos da parede celular (lamela média) e à superfície externa da membrana plasmática, onde exerce funções estrutural e relacionada à permeabilidade de membranas, respectivamente (Marschner, 1986).

O Mn acumulou-se rapidamente no fruto até os 28 dias e do 56° ao 98° dia após a antese (Figura 9). Nas demais fases do desenvolvimento, o conteúdo permaneceu estável. Na casca, o acúmulo foi acelerado até o 28° dia, reduzindo-se o conteúdo daí até o 56° dia. Depois, voltou a elevar-se, tendendo à estabilidade a partir do 98° dia após a antese. Nos períodos de estabilidade, observou-se redução na concentração devido ao efeito de diluição. Na polpa, ocorreu acúmulo até o 70° dia após a antese, com tendência à estabilidade a partir daí. A redução da quantidade de Mn na casca do 28° ao 56° dia após a antese pode estar associada a

uma redistribuição para a polpa, a exemplo do que já se observou para outros órgãos vegetais (Hocking, 1980, 1982; Hocking et al., 1980).

A fase de acúmulo máximo de nutrientes no fruto e em suas partes coincidiu, em geral, com a de acúmulo máximo de matéria fresca, ou seja, 112 dias após a antese (Figura 1). Nessa fase, os conteúdos de N (Figura 2), P (Figura 3) e Mg (Figura 5) na polpa foram várias vezes maiores que na casca. Ainda aos 112 dias após a antese, os conteúdos de K (Figura 4) e Fe (Figura 6) na polpa foram até duas vezes maiores que os da casca. Ao contrário, Ca (Figura 8), Mn (Figura 5) e Zn (Figura 7) acumularam-se mais na casca do que na polpa do fruto.

A concentração de todos os nutrientes avaliados foi maior na casca do que na polpa, aos 112 dias após a antese. Isso desperta à perspectiva de uso da casca como alternativa alimentar.

A ordem de extração de macronutrientes pelos frutos em seu estágio de máximo acúmulo de matéria fresca foi, em kg.t<sup>-1</sup> de fruto fresco, K (3,61) > N (0,98) > Mg (0,27) > P (0,19) > Ca (0,12). Essa ordem foi semelhante à encontrada por Borges & Silva (1995), K (4,00) > N (2,20) > Mg (0,36) > P = Ca (0,25 kg.t<sup>-1</sup> de fruto fresco), para 'Nanica', 'Nanicão', 'Mysore', 'Pacovan' e 'Prata', embora os valores absolutos observados pelos autores tenham sido superiores aos do presente trabalho. Quanto aos micronutrientes, a ordem de extração foi, em g.t<sup>-1</sup> de fruto fresco, Mn > (7,92) > Fe (5,99) > Zn (2,92).

O padrão de extração de macronutrientes pelos frutos pode ser um indicativo para os programas de adubação, a fim de se suprir as necessidades nutricionais desses órgãos.

### CONCLUSÕES

A banana 'Mysore' apresentou padrão de crescimento sigmoidal simples, com acúmulos máximos de matérias seca e fresca aos 112 dias após a antese. O acúmulo máximo de nutrientes também ocorreu nesse período, sendo a seguinte ordem decrescente de exportação pelos frutos: potássio, nitrogênio, magnésio, fósforo, cálcio, manganês, ferro e zinco. Ao final do desenvolvimento do fruto, a concentração de todos os nutrientes avaliados foi maior na casca do que na polpa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, D.C., 1975. 1094p.
- BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.1, p.97-122, 1979.
- BOLLARD, E.G. The physiology and nutrition of developing fruits. In: HULME, A.C. (Ed.) **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. p.387-425.
- BORGES, A.L.; SILVA, S.O. Extração de nutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.1. p.57-66, 1995.
- CATALDO, D.A.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Analysis by digestion and colorimetric assay of total nitrogen in plant tissues high in nitrate. **Crop Science**, Madison, v.14, p.854-856, 1974.
- CLARK, C.J.; SMITH, G.S. Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit. **New Phytologist**, London, v.108, p.399-409, 1988.
- FERGUNSON, I.; VOLZ, R.; WOOLF, A. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.255 - 262, 1999.
- HOCKING, P.J. The mineral nutrition of developing fruits of *Kennedia prostrata* R. Br. ex Ait., a perennial Australian legume. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v.28, p.633-44, 1980.
- HOCKING, P.J. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor bean (*Ricinus communis* L.). **Annals of Botany**, London, v.49, p. 51-62, 1982.
- HOCKING, P.J.; KUO, J.; PATE, J.S. Mineral nutrition of developing fruits of the Western Australian Christmas trees, *Nuytsia floribunda* (Labill.) R. Br. ex Fenzl. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v.28, p.1-17, 1980.
- JOHNSON, D.S.; MARKS, M.J.; PEARSON, K. Storage quality of cox's orange pippin apples in relation to fruit mineral composition during development. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.62, p.17-25, 1987.
- LINDEMAN, W. Observations on the behavior of phosphate compounds in *Chlorella* at the transition from dark to light. In: UNITED NATIONS INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PEACEFUL USES OF ATOMIC ENERGY, 2., 1958, Geneva. **Proceedings...** p. 8-15.
- LINDNER, R.C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. **Plant Physiology**, Oxford, v.19, p.76-89, 1944.
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDCALF, J.C. **A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro**. New York: IBEC Research Institute, 1956. 40p. (Boletim Técnico, 9).
- MARSCHNER, J. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press: London, 1986. 674p.
- MONRO, J.A.; LEE, J. Changes in elements, pectic substances and organic acids during development of boysenberry fruit. **Journal of the Science of Food Agriculture**, Chichester, v.38, p.195-207, 1987.
- RAM, H.Y.M.; RAM, M.; STEWARD, F.C. Growth and development of the banana plant. 3A. The origin of the inflorescence and the development of the flowers. B. The structure and development of the fruit. **Annals of Botany**, London., v.26, n.104, p.657-673, 1962.
- SALOMÃO, L.C.C. **Efeitos do envoltório plástico no desenvolvimento e na maturação pós-colheita de frutos de banana (Musa AAB) 'Mysore'**. 1995. 104f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- SAMS, C.E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p. 249-254, 1999.
- SOUZA, R.B. **Acúmulo e distribuição de minerais no fruto de jaboticaba (Myrciaria jaboticaba BERG cv 'Sabará') em desenvolvimento**. 1992. 69f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- VAN GOOR, B.J.; VAN LUNE, P. Redistribution of potassium, boron, iron, magnesium and calcium in apple trees determined by an indirect method. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.48, p.21-26, 1980.