

# Teores de minerais em polpas e cascas de frutos de cultivares de bananeira

César Fernandes Aquino<sup>(1)</sup>, Luiz Carlos Chamhum Salomão<sup>(2)</sup>, Dalmo Lopes de Siqueira<sup>(2)</sup>, Paulo Roberto Cecon<sup>(3)</sup> e Sônia Machado Rocha Ribeiro<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Avenida P.H. Rolfs, s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-900 Viçosa, MG, Brasil. E-mail: cesarfernandesaquino@yahoo.com.br <sup>(2)</sup>UFV, Departamento de Fitotecnia, Setor de Fruticultura. E-mail: lsalomao@ufv.br, siqueira@cead.ufv.br <sup>(3)</sup>UFV, Departamento de Estatística. E-mail: cecon@ufv.br <sup>(4)</sup>UFV, Departamento de Nutrição e Saúde. E-mail: sribeiro@ufv.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar a percentagem de matéria seca, o teor de minerais e a capacidade de fornecimento de minerais, com base na ingestão dietética de referência na polpa e na casca de frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananeira. Utilizaram-se quatro cachos por cultivar e seis frutos por unidade amostral. Foram coletadas amostras frescas da polpa e da casca, para digestões sulfúricas (0,2 g) e nitroperclóricas (0,5 g). Foram determinados: no extrato sulfúrico, o N total pelo método Kjeldahl; e, no extrato nitroperclórico, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn e Se. O P foi determinado por colorimetria, e os demais nutrientes, por espectrofotometria de absorção atômica. O teor de minerais na polpa e na casca foi expresso com base na média dos dois estádios. Há diferenças entre cultivares de bananeira quanto à concentração de macro e micronutrientes na polpa e na casca, mas não entre frutos verdes e maduros. A cultivar Terrinha apresentou a maior percentagem de matéria seca na polpa, e as cultivares Marmelo e Maçã, na casca. Para N, P, Fe, Zn e Cu, a casca apresentou duas vezes o teor da polpa. O teor de K e Mn na casca foi de aproximadamente quatro vezes o da polpa. A polpa da cultivar Caipira (AAA) e a casca das cultivares Prata e Pacovan (AAB) apresentam os maiores teores de minerais.

Termos para indexação: *Musa*, composição mineral, composição nutricional, ingestão dietética de referência.

## Mineral content in the pulp and peel of banana cultivars

Abstract – The objective of this work was to determine the dry matter percentage, the mineral content, and the ability to supply minerals, based on dietary reference intake in the pulp and peel of unripe and ripe fruits of 15 banana cultivars. Four bunches were used per cultivar, and six fruits per sample unit. Fresh pulp and peel samples were collected for sulfuric (0.2 g) and nitric perchloric (0.5 g) digestions. The following were determined: in the sulfuric extract, total N by the Kjeldahl method; and, in the nitro perchloric extract, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn, and Se. P was determined by colorimetry, and the other nutrients by atomic absorption spectrophotometry. The mineral content in the pulp and peel was expressed based on the average of the two stages. There are differences between banana cultivars regarding the concentration of macro- and micronutrients in the pulp and peel, but not between unripe and ripe fruits. The Terrinha cultivar showed the highest percentage of dry matter in the pulp, and the Marmelo and Maçã cultivars in the peel. For N, P, Fe, Zn, and Cu, the peel showed twice the content of the pulp. The content of K and Mn in the peel was approximately four times that of the pulp. The pulp of the Caipira (AAA) cultivar, and the peel of the Prata and Pacovan (AAB) cultivars show the highest mineral contents.

Index terms: *Musa*, mineral composition, nutritional composition, dietary reference intake.

## Introdução

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das fruteiras mais cultivadas nos países de clima tropical e subtropical. A produção mundial de bananas e plátanos, em 2012, atingiu 139 milhões de toneladas, em aproximadamente 10,3 milhões de hectares colhidos. O Brasil ocupa o quinto lugar no ranking, com produção de 7,3 milhões

de toneladas de banana e plátanos, em 481 mil hectares de área colhida (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014).

Atualmente, há grande diversidade de cultivares de banana disponível no Brasil. Para algumas cultivares, como Pacovan, Prata Anã, Caipira, Nanicão, Maçã, Nanica e Prata Graúda, já são conhecidas as características agrônômicas, as propriedades

organolépticas e a composição química dos frutos (Gomes et al., 2007; Ramos et al., 2009).

Entretanto, em relação à quantificação de minerais e à percentagem de matéria seca na polpa e na casca, são escassas as informações sobre bananas cultivadas no Brasil. Além disso, quando disponíveis, referem-se apenas ao subgrupo Cavendish, o que mostra a necessidade de trabalhos para avaliação dos demais subgrupos. Davey et al. (2009) avaliaram a polpa e a casca dos frutos de 47 genótipos de bananas e plátanos, provenientes de Camarões, de Uganda, dos Estados Unidos, das Filipinas e do Camboja, e observaram grande variação nos teores dos minerais, nos diferentes genótipos. Esses autores também relataram que alguns genótipos acumularam até três vezes mais o teor de minerais do que os outros. Davey et al. (2007), ao analisar a polpa e a casca de cinco cultivares de banana e plátanos em Camarões, constataram variações nos teores de minerais entre as cultivares e que os teores na casca foram superiores aos da polpa. Wall (2006) encontrou teores de matéria seca de 31,5 e 26,2%, respectivamente, na polpa madura das cultivares Nanica e Williams, nos Estados Unidos. O mesmo autor concluiu que as duas cultivares estudadas podem ser consideradas boas fontes de K, Mg, Cu e Mn para a dieta humana, com base na ingestão diária de referência.

Os valores relatados para os minerais nas tabelas de composição alimentar frequentemente se baseiam em amostras de poucas ou de apenas uma cultivar; portanto, não são representativos do grande número de cultivares existente. Além disso, na maioria dos trabalhos, apenas a polpa é avaliada. A casca representa em torno de 40% do peso do fruto (Emaga et al., 2007) e é descartada quando a polpa é consumida; assim, uma porção considerável do fruto é jogada fora. A avaliação de diversas cultivares pode fornecer mais informações sobre o teor de minerais na banana, para indicação das cultivares que melhor satisfaçam a ingestão diária recomendada de minerais. Nesse sentido, a análise da casca pode servir de estímulo para a sua utilização na alimentação humana e animal.

Novas estratégias econômicas para aumentar a utilização da banana incluem: a produção de farinha de polpa e casca verdes e maduras (Alkarkhi et al., 2011); e a incorporação da farinha do fruto verde em vários produtos inovadores, como biscoitos lentamente digeríveis (Aparicio-Saguilan et al., 2007;

Agama-Acevedo et al., 2012), pão rico em fibras (Juarez-Garcia et al., 2006) e filmes comestíveis (Sothornvit & Pitak, 2007). No entanto, muitos desses trabalhos avaliam apenas o teor de carboidratos e não a composição mineral desses frutos.

O objetivo deste trabalho foi determinar a percentagem de matéria seca, o teor de minerais e a capacidade de fornecimento de minerais, com base na ingestão dietética de referência, na polpa e na casca de frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananeira.

## Material e Métodos

Cachos de 15 cultivares de bananeira (Tabela 1) foram colhidos de janeiro a abril de 2013, em plantas espaçadas de 3,5x2,5 m, em pomar experimental, com cinco anos de idade, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG (20°45'S, 42°51'W, a 650 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar de 26,1°C, 1.340 mm e 80%, respectivamente.

O bananal foi conduzido em regime de sequeiro, em Latossolo Vermelho-Amarelo, de relevo plano, textura média, e teores de P, K, Zn, Fe, Cu e Mn de 17,4, 54,0, 2,3, 111,7, 2,8 e 127,3 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e de Ca e Mg de 3,7 e 1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. As plantas foram submetidas a desfolhas e desbrotas periódicas; e anualmente, durante o período chuvoso (outubro a março), foram aplicados 500 g de superfosfato simples, 600 g de cloreto de potássio, 600 g de sulfato de amônio, 20 g de sulfato de zinco e 20 g de bórax, por família. As aplicações de cloreto de potássio e sulfato de amônio foram parceladas em três vezes. Não foram realizados feitos controles de pragas e doenças no pomar.

Os cachos foram colhidos aos primeiros sinais de amarelecimento nos frutos de cada cultivar e não foram pesados. A segunda, a terceira e a quarta penca de cada cacho foram retiradas e transportadas imediatamente ao Laboratório de Análises de Frutas, no campus da UFV, onde os frutos foram cortados rentes à almofada floral, tendo-se eliminado aqueles danificados, doentes e malformados. Em seguida, os frutos foram lavados em água de torneira e deixados em repouso sobre papel absorvente por alguns minutos, para coagulação do látex. Foram selecionados 12 frutos no estádio 1, com coloração da casca verde-escura (Dadzie & Orchard, 1997), sendo seis deles decompostos em polpa e casca.

Os outros seis frutos foram imersos em solução de ethephon (1,2 g L<sup>-1</sup>) por 8 min, para uniformizar o amadurecimento. Após secarem por 15 min, os frutos foram mergulhados em solução fungicida de Procloraz (0,22 g L<sup>-1</sup>) por 5 min. Decorrido esse tempo, os seis frutos foram acondicionados em caixas de plástico e mantidos em temperatura ambiente até atingirem o estágio de cor 6, com casca completamente amarela (Dadzie & Orchard, 1997).

Os seis frutos verdes (polpa e casca) não receberam nenhum tratamento químico e, após limpos, foram processados, com retirada de amostras para determinação da massa de matéria seca e para quantificação dos minerais. As amostras compostas foram acondicionadas em envoltório de alumínio e pesadas em balança semianalítica, identificadas, submetidas ao congelamento em nitrogênio líquido e acondicionadas em ultrafreezer a -80°C, até o momento das digestões. O mesmo procedimento foi adotado para os seis frutos, no estágio 6.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 15 tratamentos (cultivares), quatro repetições (cachos) e seis frutos por unidade amostral. Para cada cultivar, analisaram-se polpa e casca verdes e maduras. Os resultados referentes a cada parte do fruto, polpa e casca, foram avaliados como ensaios distintos.

A percentagem de matéria seca da polpa e da casca de frutos verdes e maduros foi determinada gravimetricamente. Para isso, amostras compostas de 20 g da polpa e da casca foram secas em estufa com

circulação forçada de ar, a 70°C, até peso constante e novamente pesadas.

Para as análises de minerais, foram coletadas amostras frescas da polpa e da casca, para digestões sulfúricas (0,2 g) e nitroperclóricas (0,5 g). No extrato sulfúrico, determinou-se o N total pelo método Kjeldahl (Helrich, 1990), e, no extrato nitroperclórico, quantificou-se P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn e Se. O P foi determinado por colorimetria, conforme Braga & Defelipo (1974), e os demais nutrientes foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, em espectrofotômetro, modelo SpectrAA 220 FS (Varian Medical Systems, Belrose, Austrália), nas condições instrumentais recomendadas. Foram utilizados padrões Merck (Merck Brasil, Rio de Janeiro, RJ) para preparo das curvas-padrão de: K e Ca, em concentração na faixa de 0 a 20 mg L<sup>-1</sup>; Mg, Zn e Cu, na faixa de 0 a 2 mg L<sup>-1</sup>; e Fe e Mn, na faixa de 0 a 15 mg L<sup>-1</sup>; os resultados foram expressos em g kg<sup>-1</sup> e mg kg<sup>-1</sup> para macro e micronutrientes, respectivamente, com base na percentagem de matéria seca.

Os dados referentes aos teores de macro e micronutrientes na polpa e na casca foram expressos com base na média dos resultados obtidos nos frutos verdes e maduros. A quantidade de nutrientes exportada foi calculada apenas para os frutos verdes, a partir da matéria fresca. A percentagem de minerais das partes do fruto foi calculada somente para as cultivares que se destacaram com maior teor na polpa ou na casca, com base na percentagem de matéria fresca.

Os dados das variáveis referentes à comparação entre cultivares foram submetidos à análise de variância, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott, a 1% de probabilidade, tendo-se utilizado o programa SAEG 9.1 (Saeg, 2007).

As cultivares foram ranqueadas quanto ao teor dos minerais avaliados. Para tanto, na polpa e na casca, atribuiu-se uma nota para cada mineral, a partir do teste de média de Scott & Knott, em que as letras correspondentes a cada média foram utilizadas para ranquear as cultivares: a = 1, b = 2, c = 3, d = 4, e assim sucessivamente. Dessa forma, para a polpa e a casca de cada cultivar, foi calculado o somatório das notas de todos os minerais. Esse somatório representou a nota geral, a qual foi usada no ranqueamento das cultivares, sendo que as mais ricas em minerais receberam as menores notas.

**Tabela 1.** Grupo genômico e subgrupo das 15 cultivares de bananeira (*Musa* spp.) avaliadas.

Cultivares	Grupo genômico	Subgrupo
Ouro	AA	-
Nanica	AAA	Cavendish
Nanicão	AAA	Cavendish
Caru-Roxa	AAA	-
Caru-Verde	AAA	-
Caipira	AAA	-
Prata	AAB	Prata
Prata Anã	AAB	Prata
Maçã	AAB	-
Mysore	AAB	-
Pacovan	AAB	Prata
Terrinha	AAB	Terra
Marmelo	ABB	-
Prata Graúda (SH-3640)	AAAB	-
Caju	Não definido	-

A capacidade de fornecimento de minerais a partir da ingestão dietética de referência (IDR) foi calculada para o consumo de 100 g da polpa ou da casca, com base na matéria fresca, tendo-se calculado o fornecimento para a cultivar com o maior teor de minerais, em comparação às outras três cultivares mais difundidas no Brasil. Os cálculos foram realizados apenas com base na IDR para homens adultos (National Research Council, 2001, 2004).

## Resultados e Discussão

A percentagem de matéria seca na polpa foi, em média, o dobro da obtida na casca, em razão da alta concentração de carboidratos na polpa, que pode atingir entre 20 e 25% da matéria fresca (Emaga et al., 2007). A maior percentagem de matéria seca na polpa foi encontrada para a cultivar Terrinha (AAB), enquanto as menores percentagens foram verificadas para as cultivares Nanica, Caru-Roxa, Caru-Verde, Caipira (AAA) e Prata Graúda (AAAB). Wall (2006) obteve percentagem de matéria seca na polpa madura das cultivares Nanica e Williams de 31,5 e 26,2%, respectivamente, semelhante ao observado para a maioria das cultivares avaliadas. Na casca, as cultivares Marmelo (ABB) e Maçã (AAB) se destacaram com os maiores percentuais (Tabela 2).

Não houve variação significativa entre os teores de minerais nos frutos verdes e maduros, assim, os dados referentes aos macro e aos micronutrientes representam a média dos dois estádios. Em relação aos teores médios de minerais, constatou-se que, para N, P, Fe, Zn e Cu, a casca apresentou o dobro do teor observado na polpa. Os teores médios de K e Mn na casca foram, aproximadamente, o quádruplo dos teores na polpa. O Se não foi detectado em nenhuma parte avaliada.

De acordo com o critério proposto para o ranqueamento das cultivares, a ordem decrescente para o teor de macro e micronutrientes na polpa é a seguinte: Caipira > Caru-Roxa > Caru-Verde > Mysore > Nanica = Prata Graúda > Caju > Maçã > Nanicão, Pacovan > Prata Anã > Marmelo > Prata = Terrinha > Ouro (Tabela 3), o que mostra que Caipira (AAA) e Ouro (AA) são, respectivamente, as cultivares avaliadas com maior e menor teor global de minerais na polpa.

Na polpa, a cultivar Nanica (AAA) apresentou maior teor de N. Para K, as cultivares Caru-Roxa

(AAA), Caru-Verde (AAA) e Caipira (AAA) apresentaram os maiores teores. Já para Mg, as cultivares Maçã (AAB), Mysore (AAB) e Pacovan (AAB) se destacaram. Os minerais P e Ca foram maiores na polpa da cultivar Caipira, enquanto o teor de Mn apresentou ampla predominância na cultivar Caju, com teor aproximadamente 17 vezes maior que o da Nanica. Para o teor de Cu, não houve diferença entre as cultivares, com exceção de Nanicão, Terrinha e Marmelo que apresentaram menor teor (Tabela 3). Davey et al. (2009), ao avaliar os frutos nos estádios de cor 1 a 7, em 47 genótipos de bananas e plátanos, provenientes de Camarões, da Uganda, dos Estados Unidos, das Filipinas e do Camboja, observaram teores médios de macro e micronutrientes semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

De acordo com o critério proposto para ranqueamento das cultivares, a ordem decrescente do teor de macro e micronutrientes na casca é a seguinte: Prata = Pacovan > Mysore = Caipira > Prata Anã > Ouro > Prata Graúda > Caru-Roxa = Nanica > Terrinha > Nanicão = Caru-Verde > Marmelo > Maçã (Tabela 4). Entre as cultivares avaliadas, Prata (AAB) e Pacovan (AAB) apresentaram os maiores teores de minerais na casca, enquanto Maçã (AAB) é a mais pobre em minerais.

**Tabela 2.** Percentagem de matéria seca da polpa e da casca de frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananeira (*Musa spp.*)<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Matéria seca média de frutos (%)	
	Polpa	Casca
Ouro (AA)	32,75b	15,19b
Nanica (AAA)	25,69e	12,25c
Nanicão (AAA)	27,81d	13,81b
Caru-Roxa (AAA)	24,12e	13,88b
Caru-Verde (AAA)	26,19e	14,75b
Caipira (AAA)	25,31e	11,81c
Prata (AAB)	30,50c	12,69c
Prata Anã (AAB)	31,63b	13,13c
Maçã (AAB)	29,94c	17,13a
Mysore (AAB)	28,31d	14,31b
Pacovan (AAB)	32,56b	13,44b
Terrinha (AAB)	38,38a	13,74b
Marmelo (ABB)	33,31b	18,44a
Prata Graúda (SH-3640) (AAAB)	24,94e	11,81c
Caju	28,69d	14,81b
Média	29,34	14,08
CV (%)	4,94	9,30

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 1% de probabilidade.

Na casca, os maiores teores de K e Mg foram obtidos nas cultivares Ouro (AA) e Pacovan (AAB), respectivamente. Semelhantemente ao observado na polpa, a cultivar Caju apresentou teor de Mn aproximadamente 6,5 vezes maior que o da Nanica. Para os demais minerais, os teores variaram entre as cultivares (Tabela 4). Kalemelawa et al. (2012)

realizaram a quantificação de minerais na casca de banana madura, em cultivar não informada, e observaram maior teor de K (66,40 g kg<sup>-1</sup>), teores de Ca (2,11 g kg<sup>-1</sup>) e Mg (1,02 g kg<sup>-1</sup>) próximos, e teores de P (0,22 g kg<sup>-1</sup>) e N (10,5 g kg<sup>-1</sup>) bastante inferiores aos obtidos no presente trabalho. Emaga et al. (2007) relataram teores de K (47 a 63 g kg<sup>-1</sup>) e

**Tabela 3.** Teores de macro e micronutrientes na polpa dos frutos de 15 cultivares de bananeira (*Musa* spp.)<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> de matéria seca)					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> de matéria seca)				Ranqueamento <sup>(2)</sup>
	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	
Ouro	9,86c	2,43e	7,83d	0,72d	0,09e	28,10b	21,88b	4,01e	4,52a	31
Nanica	13,50a	3,44c	9,94b	0,98b	0,14d	35,86a	22,96b	3,53e	4,31a	21
Nanicão	12,10b	2,97d	8,40c	0,94b	0,13d	32,15a	23,20b	5,48e	3,41b	25
Caru-Roxa	10,88b	3,34c	11,80a	0,95b	0,24b	34,14a	30,05a	9,72d	5,14a	17
Caru-Verde	11,50b	3,31c	11,19a	1,00b	0,18c	30,85a	25,73b	12,30c	4,36a	18
Caipira	11,88b	5,25a	11,27a	0,90c	0,28a	30,77a	20,73c	18,88b	5,55a	15
Prata	8,97c	2,16e	7,29d	0,85c	0,15d	30,38a	20,55c	5,75e	4,26a	29
Prata Anã	9,22c	2,71d	7,18d	0,89c	0,20c	28,82b	22,14b	8,39d	4,87a	26
Maçã	9,49c	4,48b	8,68c	1,13a	0,13d	26,56b	19,38c	5,85e	4,13a	24
Mysore	10,18c	3,62c	9,50b	1,06a	0,25b	32,11a	20,36c	11,26c	4,15a	19
Pacovan	9,44c	2,75d	7,96d	1,05a	0,16d	29,25b	23,11b	7,46d	4,40a	25
Terrinha	9,63c	2,63d	6,57d	0,74d	0,08e	26,49b	17,44c	17,84b	2,74b	29
Marmelo	7,90c	3,48c	8,89c	0,87c	0,12d	26,29b	19,05c	4,80e	3,54b	28
Prata Graúda	12,34b	2,81d	9,10c	0,97b	0,18c	33,18a	24,62b	14,74c	3,93a	21
Caju	9,21c	3,39c	9,83b	0,79d	0,19c	27,42b	16,34c	61,00a	4,46a	21
Média	10,40	3,28	9,02	0,91	0,16	30,15	21,83	12,73	4,25	-
CV (%)	7,27	6,95	8,48	6,02	9,92	7,75	11,22	16,69	14,20	-

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 1% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Ranqueamento das cultivares por nota quanto aos teores de minerais, em que as letras correspondem a cada média: a = 1, b = 2, c = 3, d = 4, e assim sucessivamente para cálculo da nota geral.

**Tabela 4.** Teores de macro e micronutrientes na casca dos frutos de 15 cultivares de bananeira (*Musa* spp.)<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> de matéria seca)					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> de matéria seca)				Ranqueamento <sup>(2)</sup>
	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	
Ouro	22,75a	6,82b	51,47a	1,20d	1,98b	67,38a	56,57a	33,62e	8,86a	19
Nanica	25,32a	6,22b	40,96b	0,83e	1,25c	77,05a	56,55a	17,15f	7,18b	23
Nanicão	20,28b	4,85c	40,34b	1,17d	1,62c	67,77a	55,65a	23,89f	5,22c	25
Caru-Roxa	16,10b	7,81a	30,38c	1,19d	1,95b	56,87b	42,84b	37,76e	7,49b	23
Caru-Verde	16,50b	6,81b	31,89c	0,94e	1,68c	56,00b	46,18b	52,76c	6,06c	25
Caipira	18,87b	7,37a	44,91b	1,10d	2,19b	66,40a	56,11a	93,60b	10,21a	16
Prata	22,69a	8,35a	35,79c	1,58b	2,84a	68,52a	64,17a	55,36c	7,43b	14
Prata Anã	23,18a	4,76c	30,90c	1,67b	2,24b	65,46a	59,48a	53,67c	9,72a	19
Maçã	19,27b	4,87c	32,94c	1,02d	1,50c	48,32b	40,52b	21,10f	4,80c	28
Mysore	19,50b	6,55b	41,39b	1,73b	2,41a	71,14a	50,28a	55,39c	7,68b	16
Pacovan	21,85a	6,35b	34,99c	2,09a	2,55a	66,85a	55,76a	58,69c	7,83b	15
Terrinha	26,55a	4,97c	39,83b	0,86e	0,92d	64,35a	57,88a	41,68d	6,16c	24
Marmelo	16,54b	8,59a	22,95c	1,04d	0,81d	45,31b	43,99b	24,10f	4,93c	27
Prata Graúda	26,12a	4,51c	27,27c	1,14c	1,61c	72,03a	53,41a	56,06c	7,51b	20
Caju	15,84b	6,52b	31,46c	0,73e	2,23b	48,60b	38,60b	111,37a	8,53a	20
Média	20,75	6,35	35,83	1,22	1,85	62,80	51,86	49,08	7,30	-
CV (%)	12,19	9,15	12,44	10,09	14,18	10,79	11,98	12,92	15,41	-

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 1% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Ranqueamento das cultivares por nota quanto aos teores de minerais, em que as letras correspondem a cada média: a = 1, b = 2, c = 3, d = 4, e assim sucessivamente para cálculo da nota geral.

Ca (1,5 a 7,2 g kg<sup>-1</sup>) superiores. Entretanto, para P, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, esses autores obtiveram teores bastante inferiores. Gondim et al. (2005), ao estudar a composição mineral das cascas de sete frutas maduras, incluindo a banana, cuja cultivar não foi informada, obtiveram teores de K, Ca, Mg, Fe, Zn e Cu bastante inferiores aos do presente trabalho.

A composição mineral da banana pode refletir o conteúdo mineral dos solos e varia de acordo com o clima das diferentes regiões de cultivo, a maturidade do fruto e as práticas culturais (Emaga et al., 2007). Isso pode explicar as variações observadas entre os diferentes trabalhos citados. No entanto, para plantas cultivadas sob as mesmas condições edafoclimáticas e de adubação, as variações entre os teores de minerais são atribuídas às particularidades intrínsecas a cada cultivar (Davey et al., 2007), uma vez que algumas são capazes de acumular teores até três vezes mais elevados de determinado mineral em seus frutos sob as mesmas condições de cultivo (Davey et al., 2009).

K e N foram os macronutrientes mais absorvidos e exportados pelas bananeiras, seguidos por Mg, Ca e P (Tabela 5). Soares et al. (2008) também observaram que K e N são os macronutrientes mais exportados, mas que houve menor exportação de Mg. Os micronutrientes Fe e Zn foram os mais acumulados nos frutos, seguidos por Mn e Cu. Os teores médios de minerais exportados pelas

15 cultivares avaliadas são maiores do que os relatados por Teixeira et al. (2008), ao analisar a exportação de minerais em cachos (frutos + engaço), com exceção de K. Hoffmann et al. (2010) verificaram a exportação de maiores teores de Mn em comparação aos de Fe e Zn. Essas diferenças podem ser explicadas pela disponibilidade dos nutrientes no solo, nas diferentes regiões onde as bananeiras foram cultivadas.

Segundo o critério de ranqueamento de cultivares, a ordem decrescente de exportação de macro e micronutrientes pelos frutos é a seguinte: Pacovan > Mysore > Caju > Prata Anã > Caipira = Caru-Verde = Maçã = Prata > Ouro > Nanica = Terrinha > Caru-Roxa > Nanicão > Prata Graúda > Marmelo. A cultivar Pacovan apresenta maior exportação dos minerais quantificados, enquanto Marmelo exporta menos minerais pelos frutos (Tabela 5). O teor de minerais presente na casca da cultivar Pacovan contribuiu fortemente para a quantidade exportada pelos frutos dessa cultivar. Hoffmann et al. (2010), ao analisar seis cultivares, também constataram maior acúmulo de micronutrientes para Pacovan.

Quanto ao fornecimento de minerais pelas cultivares, para os quais foram calculadas as percentagens de fornecimento, observou-se que a polpa de Caipira e Ouro se destacou no fornecimento de K (Tabela 6). Os maiores percentuais de fornecimento de P, Ca e

**Tabela 5.** Valores médios das quantidades de macro e micronutrientes exportados pelos frutos (base úmida) de 15 cultivares de bananeira (*Musa spp.*)<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Macronutrientes (kg Mg <sup>-1</sup> de matéria fresca)					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> de matéria fresca)				Ranqueamento <sup>(2)</sup>
	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	
Ouro	3,19b	0,01c	3,35b	0,21c	0,08e	9,55a	7,21a	2,15d	1,35a	22
Nanica	3,49a	0,01c	3,28b	0,18c	0,08e	9,31a	5,73b	1,28d	1,11b	23
Nanicão	3,27b	0,01d	3,09c	0,22c	0,10d	9,49a	7,17a	2,11d	0,87c	25
Caru-Roxa	2,43d	0,01c	3,25b	0,21c	0,13c	7,64c	6,54b	4,09c	1,17a	24
Caru-Verde	2,82c	0,01c	3,56a	0,20c	0,12c	8,74b	7,19a	4,20c	1,13b	21
Caipira	2,67d	0,02b	3,37a	0,18c	0,13c	7,53c	6,10b	8,17b	1,28a	21
Prata	2,72d	0,01c	3,17b	0,27b	0,16b	8,44b	7,19a	3,95c	1,04b	21
Prata Anã	2,98c	0,01c	2,90c	0,26b	0,15b	8,13b	7,77a	4,62c	1,48a	20
Maçã	2,96c	0,02a	3,26b	0,29a	0,10d	8,10b	6,54b	2,41d	1,02b	21
Mysore	2,80c	0,02b	3,57a	0,29a	0,17b	10,11a	6,10b	4,58c	1,10b	17
Pacovan	2,85c	0,01c	3,39b	0,30a	0,18a	10,09a	7,98a	5,33c	1,26a	16
Terrinha	3,64a	0,01c	3,33b	0,21c	0,05f	9,53a	7,34a	5,08c	0,79c	23
Marmelo	2,59d	0,02a	3,36b	0,23c	0,07e	8,61b	6,54b	2,87d	0,93c	27
Prata Graúda	3,07b	0,01e	2,66c	0,20c	0,09d	8,35b	5,98b	4,76c	1,07b	26
Caju	2,72d	0,02b	3,71a	0,21c	0,16b	8,48b	4,92b	26,50a	1,27a	18
Média	2,95	0,019	3,28	0,23	0,12	8,76	6,69	5,47	1,12	-
CV (%)	5,85	5,30	5,73	6,63	9,82	5,14	9,78	19,01	12,24	-

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 1% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Ranqueamento das cultivares por nota quanto aos teores de minerais, em que as letras correspondem a cada média: a = 1, b = 2, c = 3, d = 4, e assim sucessivamente para cálculo da nota geral.

**Tabela 6.** Percentagem de minerais fornecidos por 100 g de polpa e 100 g de casca frescas das cultivares Caipira, Prata Anã, Nanicão e Ouro, com base na ingestão dietética de referência<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Fornecimento de minerais (%) <sup>(2)</sup>							
	K	P	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Polpa dos frutos								
Caipira	6,04a	0,37a	0,70a	7,14b	9,66b	4,77b	20,65a	15,62a
Prata Anã	4,83b	0,24b	0,63b	8,83a	11,39a	6,37a	11,55b	17,08a
Nanicão	4,97b	0,23b	0,38c	8,19a	11,20a	5,88a	6,63c	10,55b
Ouro	5,45a	0,22b	0,30d	7,40b	11,51a	6,50a	5,68c	16,38a
CV (%)	5,97	6,43	4,58	4,03	5,32	9,71	14,03	11,48
Casca dos frutos								
Caipira	11,33b	0,25b	2,58b	4,05c	4,77b	5,79b	57,33a	13,40a
Prata Anã	8,64c	0,17c	2,92a	6,83a	6,37a	7,05a	30,35b	13,96a
Nanicão	12,05b	0,19c	2,23b	5,06b	5,88a	6,71a	14,45c	7,91b
Ouro	16,52a	0,28a	2,93a	5,55b	6,50a	7,41a	20,65c	14,44a
CV (%)	4,46	6,32	7,51	5,56	9,71	8,21	10,31	8,38

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, para polpa e casca não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 1% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Fornecimento de minerais com base na ingestão dietética de referência para homens adultos (National Research Council, 2001, 2004).

Mn também foram obtidos com o consumo da polpa da cultivar Caipira. Entretanto, para Fe e Zn, a cultivar Caipira foi a que menos contribuiu. Na casca, a cultivar Ouro foi a que mais forneceu K e P. Para Mg e Mn, o maior fornecimento foi das cultivares Prata Anã e Caipira, respectivamente. Para os outros minerais, a percentagem variou entre as cultivares. Wall (2006), ao estudar a polpa madura das cultivares Nanica e Williams, obteve percentagem de fornecimento de K, P, Mn e Cu superior à encontrada no presente trabalho. Para Ca e Mg, as percentagens foram próximas. Já para Fe e Zn, a percentagem observada pelo autor foi menor.

Cabe ressaltar que os cálculos realizados não levaram em conta a biodisponibilidade para o ser humano, a qual é afetada por diversos fatores, como a presença de inibidores ou compostos com ação sinérgica no alimento, a solubilidade, a concentração e o estado de oxidação do mineral (Davey et al., 2009).

### Conclusões

1. Há diferenças entre cultivares de bananeiras (*Musa* spp.) quanto à concentração de macro e micronutrientes na casca e na polpa, mas não entre frutos verdes e maduros.

2. A polpa da cultivar Caipira (AAA) e a casca das cultivares Prata e Pacovan (AAB) apresentam os maiores teores de minerais.

3. A ordem de absorção e exportação dos nutrientes minerais pelos frutos é  $K > N > Mg > Ca > P > Fe > Zn > Mn > Cu$ .

4. A polpa da cultivar Caipira e a casca da cultivar Ouro apresentam maior capacidade de fornecimento de minerais, com base na ingestão dietética de referência.

### Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsas de estudo e de produtividade em pesquisa.

### Referências

- AGAMA-ACEVEDO, E.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J.J.; PACHECO-VARGAS, G.; OSORIO-DIAZ, P.; BELLO-PÉREZ, L.A. Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT – Food Science and Technology*, v.46, p.177-182, 2012.
- ALKARKHI, A.F.M.; BIN RAMLI, S.; YONG, Y.S.; EASA, A.M. Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, v.129, p.312-318, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.04.060.
- APARICIO-SAGUILAN, A.; SAYAGO-AYERDI, S.G.; VARGAS-TORRES, A.; JUSCELINO, T.; ASCENCIO-OTERO, T.E.; BELLO-PÉREZ, L.A. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.20, p.175-181, 2007. DOI: 10.1016/j.jfca.2006.07.005.

- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, v.21, p.73-85, 1974.
- DADZIE, B.K.; ORCHARD, J.E. **Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos**: criterios y métodos. Montpellier: INIBAP, 1997. 63p. (Inibap. Guias técnicas, 2).
- DAVEY, M.W.; VAN DEN BERGH, I.; MARKHAM, R.; SWNNEN, R.; KEULEMANS, J. Genetic variability in *Musa* fruit provitamin A carotenoids, lutein and mineral micronutrient contents. **Food Chemistry**, v.115, p.806-813, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.12.088.
- DAVEY, M.W.; STALS, E.; NGOH-NEWILAH, G.; TOMEKPE, K.; LUSTY, C.; MARKHAM, R.; SWENNEN, R.; KEULEMANS, J. Sampling strategies and variability in fruit pulp micronutrient contents of West and Central African bananas and plantains (*Musa* species). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.2633-2644, 2007. DOI: 10.1021/jf063119L.
- EMAGA, T.H.; ANDRIANAIVO, R.H.; WATHELET, B.; TCHANGO, J.T.; PAQUOT, M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry**, v.103, p.590-600, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.09.006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FaoStat**. Available at: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Accessed on: 22 fev. 2014.
- GOMES, M. da C.; VIANA, A.P.; OLIVEIRA, J.G. de; PEREIRA, M.G.; GONCALVES, G.M.; FERREIRA, C.F. Avaliação de germoplasma elite de bananeira. **Revista Ceres**, v.54, p.185-190, 2007.
- GONDIM, J.A.M.; MOURA, M. de F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, S.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.825-827, 2005. DOI: 10.1590/S0101-20612005000400032.
- HELDRICH, K. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15<sup>th</sup> ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1990. 2v.
- HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, F.H.T. de; GHEYI, H.R.; SOUZA, A.P. de; ARRUDA, J.A. de. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.536-544, 2010. DOI: 10.1590/S1413-70542010000300002.
- JUAREZ-GARCIA, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; SAYAGO-AYERDI, S.G.; RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S.L.; BELLO-PÉREZ, L.A. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.61, p.131-137, 2006. DOI: 10.1007/s11130-006-0020-x.
- KALEMELAWA, F.; NISHIHARA, E.; TSUNEYOSHI, E.; AHMAD, Z.; YEASMI, R.; TENYWA, M.M.; YAMAMOTO, S. An evaluation of aerobic and anaerobic composting of banana peels treated with different inoculums for soil nutrient replenishment. **Bioresource Technology**, v.126, p.375-382, 2012. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.04.030.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. Washington: The National Academy Press, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington: The National Academy Press, 2001.
- RAMOS, D.P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M.M. Caracterização físico-química dos frutos de genótipos de bananeira produzidos em Botucatu-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1765-1770, 2009. DOI: 10.1590/S1413-70542009000700011.
- SAEG: sistema para análises estatísticas. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007. 301p.
- SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T. de; FERNANDES, P.D.; ALVES, A.N.; SILVA, F.V. da. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine'. **Ciência Rural**, v.38, p.2054-2058, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000700042.
- SOTHORNVIT, R.; PITAK, N. Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. **Food Research International**, v.40, p.365-370, 2007. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.10.010.
- TEIXEIRA, L.A.J.; VAN RAIJ, B.; BETTIOL NETO, J.E. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.540-545, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000200047.
- WALL, M.M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.434-445, 2006. DOI: 10.1016/j.jfca.2006.01.002.

Recebido em 7 de março de 2014 e aprovado em 10 de julho de 2014