

CÉSAR FERNANDES AQUINO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS E POTENCIAL
ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE 15 CULTIVARES
DE BANANEIRAS**

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
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A657c
2014 Aquino, César Fernandes, 1982-
Características físicas e químicas e potencial
antioxidante dos frutos de 15 cultivares de bananeiras /
César Fernandes Aquino. - Viçosa, MG, 2014.
xiv, 116f. : il. ; 29 cm.

Orientador : Luiz Carlos Chamhum Salomão.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Banana - Composição. 2. Antioxidantes. 3. Fenóis.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia.
II. Título.

CDD 22 ed. 634.772

CÉSAR FERNANDES AQUINO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS E POTENCIAL
ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE 15 CULTIVARES
DE BANANEIRAS**

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: 4 de setembro de 2014.



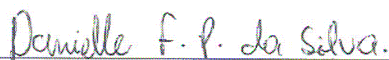
Sônia Machado Rocha Ribeiro
(Coorientadora)



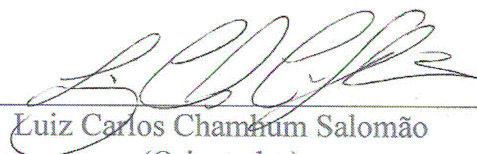
Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)



Roberto Fontes Araújo



Danielle Fabíola Pereira da Silva



Luiz Carlos Chamum Salomão
(Orientador)

Aos meus pais Maria e José, à minha esposa Érica, ao meu filho Gabriel e às minhas irmãs Cássia e Flávia, sem os quais nada disto teria sentido.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que
ninguém viu, mas pensar o que
ninguém ainda pensou sobre aquilo
que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, fontes de fé e ensinamentos, que sempre guiam meus passos em todos os caminhos.

Aos meus pais, à minha esposa Érica, ao meu filho Gabriel, às minhas irmãs Cássia e Flávia, aos meus cunhados Jolvany e Túlio pela presença constante nesta caminhada, pelo afeto, pelo apoio que sempre deram a mim e por entenderem a minha ausência – a eles devo a conclusão deste trabalho. Também a Érica, pelo auxílio na realização das coletas de frutos e nas análises laboratoriais.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa e ajuda financeira.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, a quem devoto toda a minha admiração e expresso os meus sinceros agradecimentos, pelos ensinamentos, pelo apoio nos momentos difíceis, pela disponibilidade, confiança, pelo pronto atendimento e pela compreensão das minhas limitações.

Aos Coorientadores Sônia Machado Rocha Ribeiro, Dalmo Lopes de Siqueira e Paulo Roberto Cecon, pelos ensinamentos, pela valiosa contribuição na realização deste trabalho, pela amizade e pelo pronto atendimento.

À Professora Helena Maria Pinheiro-Sant'Ana, pela cessão do Laboratório de Análise de Vitaminas.

Ao pesquisador Roberto Fontes Araújo e à Dr^a. Danielle Fabíola Pereira da Silva, pela disposição em participar da banca examinadora, pelas sugestões e correções que enriqueceram esta tese.

Aos meus colegas do Laboratório de Análise de Frutas Leila e João Alisson, pela ajudaram em todas as etapas de realização desta pesquisa.

Aos meus amigos da Fruticultura, em especial Leila, João Alisson, Daniel, Tiago, Alejandro, Lorena, Danielle, Rafael, Cláudia, Walter, Atumane Nuro, Girlaine, Mariana e Telma, pelo companheirismo e pela amizade.

Aos meus amigos José Maria, Paulo Coutinho, Danilo, João Paulo, Marcelo, Erica, Ana Lúcia, Monique, Eriksen pela amizade e convivência, sempre agradável, durante esse tempo.

Aos funcionários do pomar do Fundão e do pomar do Campus, pelo auxílio no manejo do pomar e na coleta dos frutos.

Aos meus colegas do Laboratório de Análise de Vitaminas Leandro, Galdino, Ceres, Thais, Daniele e Carlos, pelos ensinamentos sobre HPLC e pelo auxílio na realização das análises.

A Tatiani, secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela presteza e pelo pronto atendimento nas questões burocráticas.

BIOGRAFIA

CÉSAR FERNANDES AQUINO, filho de José Mendes Aquino e Maria José Fernandes da Silva, nasceu em Montes Claros, Norte de Minas Gerais, em 25 de dezembro de 1982.

Em fevereiro de 2004, ingressou na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e, em agosto de 2005, transferiu-se para a Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros, MG, graduando-se em Engenharia Agrônômica em janeiro de 2009.

Em fevereiro desse mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Minas, em Montes Claros, MG, submetendo-se à defesa da Dissertação em 18 de fevereiro de 2011.

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Doutorado, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa da Tese em 4 de setembro de 2014.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	6
2.1. Geral	6
2.2. Específicos	6
3. REFERÊNCIAS	7
CAPÍTULO 1	10
CARACTERIZAÇÃO DA PLANTA E DOS FRUTOS EM DOIS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE 15 CULTIVARES DE BANANA.....	10
RESUMO	10
CHAPTER 1	12
CHARACTERISTICS OF PLANT AND FRUITS IN TWO RIPENING STAGES OF 15 BANANA CULTIVARS	12
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1. Caracterização dos frutos	20
2.1.1. Diâmetro dos frutos	20

	Página
2.1.2. Comprimento comercial e total dos frutos	21
2.1.3. Firmeza da polpa	21
2.1.4. Massa da matéria fresca do fruto, da polpa e da casca.....	21
2.1.5. Espessura da casca	21
2.1.6. Relação polpa/casca	21
2.1.7. Porcentagem de matéria seca da polpa e da casca	22
2.1.8. Parâmetros de cor da polpa e da casca	22
2.2. Teor de sólidos solúveis (SS).....	22
2.3. Acidez titulável (AT)	22
2.4. Caracterização da planta	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. CONCLUSÕES.....	38
5. REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO 2	42
CARBOIDRATOS, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPAS E CASCAS VERDES E MADURAS DE 15 CULTIVARES DE BANANA	42
RESUMO	42
CHAPTER 2	44
CARBOHYDRATES, PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN UNRIPE AND RIPE PULP AND PEEL OF 15 BANANA CULTIVARS	44
ABSTRACT	44
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÕES.....	62
5. REFERÊNCIAS	63
CAPÍTULO 3	68
CAROTENOIDES E VITAMINA C EM POLPAS E CASCAS DE BANANAS DE 15 CULTIVARES EM DOIS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	68

	Página
RESUMO	68
CHAPTER 3	70
CAROTENOIDS AND VITAMIN C IN BANANA PULP AND PEEL OF 15 CULTIVARS IN TWO RIPENING STAGES	70
ABSTRACT	70
1. INTRODUÇÃO	72
2. MATERIAL E MÉTODOS	75
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4. CONCLUSÕES.....	89
5. REFERÊNCIAS	90
CAPÍTULO 4	94
TEORES DE MINERAIS EM POLPAS E CASCAS DE BANANAS DE 15 CULTIVARES	94
RESUMO	94
CHAPTER 4	96
MINERAL CONTENT IN PULP AND PEEL OF 15 BANANA CULTIVARS	96
ABSTRACT	96
1. INTRODUÇÃO	97
2. MATERIAL E MÉTODOS	99
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
4. CONCLUSÕES.....	109
5. REFERÊNCIAS	110
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113

RESUMO

AQUINO, César Fernandes, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2014. **Características físicas e químicas e potencial antioxidante dos frutos de 15 cultivares de bananeiras.** Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Coorientadores: Dalmo Lopes de Siqueira, Sônia Machado Rocha Ribeiro e Paulo Roberto Cecon.

A banana está distribuída em várias regiões tropicais, constituindo uma das frutas mais consumidas no Brasil e no mundo por indivíduos de todas as classes sociais, em razão de suas características sensoriais atrativas. Possui grande importância econômica nos países tropicais pelo fornecimento de carotenoides, vitaminas, minerais e carboidratos, além de ser muito apreciada pelo sabor, apresentar facilidade de consumo, ser de baixo custo e possuir potencial como alimento funcional e nutracêutico. Objetivou-se caracterizar os aspectos físicos e químicos, o potencial antioxidante e os compostos fenólicos na polpa e na casca verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras colhidos em Viçosa, Minas Gerais. Foram avaliados os seguintes cultivares: Ouro, Nanica, Nanicão, Caru-Verde, Caru-Roxa, Caipira, Prata, Prata-Anã, Maçã, Mysore, Pacovan, Terrinha, Marmelo, Prata-Graúda e Caju. Foram colhidos quatro cachos por cultivar, na fase pré-climatérica (casca do fruto verde), sendo utilizados seis frutos por unidade amostral. Os frutos foram analisados na fase pré-climatérica e após o amadurecimento (casca do fruto completamente amarela). Determinaram-se o diâmetro, o comprimento total e comercial, a firmeza

da polpa, a massa fresca do fruto, da polpa e da casca, a espessura da casca, a relação polpa/casca, a porcentagem de matéria seca da polpa e da casca, os parâmetros de cor da polpa e da casca, o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável, os teores de açúcares solúveis totais, redutores e não redutores, de amido e de compostos fenólicos totais, o potencial antioxidante, a ocorrência e o teor de luteína, α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina e licopeno, os teores de carotenoides totais e de vitamina C e os teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn e Se. Também, foram avaliadas cinco plantas de cada cultivar quanto a altura e diâmetro do pseudocaule, o comprimento do pecíolo e do limbo, a largura do limbo e a relação comprimento/largura do limbo. O cultivar, bem como o estágio de maturação, influenciou todas as características avaliadas na polpa e na casca, com exceção do comprimento total e comercial e do teor de macro e micronutrientes, que não variou com o amadurecimento dos frutos. O cultivar Ouro apresentou os frutos com menor diâmetro, comprimento total e comercial e massa fresca nos dois estádios, além da polpa mais firme quando verde. A ‘Caru-Roxa’ apresentou maior massa fresca dos frutos e da polpa e a ‘Terrinha’, a maior porcentagem de matéria seca na polpa verde e madura. A maior relação polpa/casca na polpa verde é da ‘Maçã’ e da ‘Ouro’. Houve redução da massa fresca e da espessura da casca e acréscimo da matéria seca da casca madura em relação à casca verde. A casca da ‘Marmelo’ apresentou a maior massa fresca nos dois estádios. A ‘Marmelo’ e ‘Maçã’ exibiram maior porcentagem de matéria seca em ambos os estádios de maturação. A polpa verde apresentou baixo teor de sólidos solúveis, com média geral cerca de cinco vezes inferior à da polpa madura. Para a acidez titulável, houve acréscimo considerável na polpa madura, em relação à verde. A altura média das plantas variou de 2,25 a 6,15 m, com a ‘Nanica’ apresentando o menor porte, enquanto ‘Prata’, ‘Pacovan’, ‘Caru-Roxa’ e ‘Caru-Verde’ foram os cultivares de porte maior. Os cultivares com maior diâmetro do pseudocaule são também os mais altos, com exceção da ‘Prata-Anã’ e ‘Prata-Graúda’, que se destacam no grupo com maiores diâmetros. A polpa e a casca verdes apresentam pequena porcentagem de açúcares, porém alta porcentagem de amido, com destaque para a ‘Terrinha’ e ‘Marmelo’. Os cultivares dos grupos genômicos AAB e ABB apresentam maior porcentagem de amido em comparação com os cultivares dos grupos AA e AAA. Houve aumento significativo na porcentagem de açúcares na casca e na polpa, com a maturação dos frutos. Os cultivares Terrinha e Marmelo exibiram ampla predominância de açúcares redutores, em relação aos

açúcares não redutores, na polpa madura. Para os compostos fenólicos totais, o maior teor foi observado na casca madura, seguida pela polpa madura e casca e polpa verdes, com destaque para a ‘Terrinha’, em todas as partes e estádios de maturação avaliados. O potencial antioxidante foi maior na casca madura, seguida pela casca verde e polpa madura e verde. Além disso, a casca madura teve potencial antioxidante três vezes maior que o da polpa verde. Na polpa verde a ‘Ouro’ se destacou com alto teor de luteína em relação aos demais cultivares. Quanto aos teores de α -caroteno e de β -caroteno, a ‘Terrinha’ destacou-se com teor expressivo. Na polpa madura, houve acréscimo de 36% no teor médio de luteína em relação à polpa verde e redução de 7,3 e 8,5% nos teores médios de α -caroteno e de β -caroteno, respectivamente. Na casca verde, verificou-se ampla predominância da luteína diante dos outros carotenoides, com a ‘Terrinha’ se destacando com teores de α -caroteno e β -caroteno superiores aos dos demais cultivares. Na casca madura, o teor de luteína praticamente não se alterou, no entanto houve discreta redução nos teores de α -caroteno e β -caroteno, com o amadurecimento dos frutos. A ‘Ouro’ e a ‘Caju’ são os cultivares com maior teor de luteína na casca madura, e a ‘Terrinha’ destacou-se com os maiores teores de α -caroteno e β -caroteno, mais a ‘Ouro’, que também se destacou quanto ao teor de β -caroteno. No tocante a vitamina C, o teor médio foi ligeiramente maior na polpa verde em relação à polpa madura, com algumas exceções; já para a casca o teor médio foi semelhante nos dois estádios de maturação. Além disso, o teor médio na casca é ligeiramente superior ao da polpa, em ambos os estádios. Na polpa verde, a ‘Caipira’ e a ‘Mysore’ se destacaram com o maior teor de vitamina C, com acréscimo da ‘Ouro’ na polpa madura. Na casca, houve pouca variação entre os cultivares. O cultivar Terrinha apresentou a maior porcentagem de matéria seca na polpa e os 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 aproximadamente quatro vezes o da polpa. A polpa do cultivar Caipira e a casca dos cultivares Prata e Pacovan apresentaram os maiores teores de minerais.

ABSTRACT

AQUINO, César Fernandes, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2014. **Physical and chemical characteristics and antioxidant potential of the fruits of 15 banana cultivars.** Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-Advisers: Dalmo Lopes de Siqueira, Sonia Rocha Machado Ribeiro and Paulo Roberto Cecon.

The banana is distributed in several tropical regions, being one of the most consumed fruits in Brazil and in the world by people of all social classes, because of its attractive sensory characteristics. It has great economic importance in tropical countries due to the supply of carotenoids, vitamins, minerals and carbohydrates, and it is much appreciated by the taste, it is easy to eat, it has low cost and has potential use as functional and nutraceutical food. This study aimed to characterize the physical and chemical aspects, the antioxidant potential and phenolic compounds in the pulp and peel of unripe and ripe fruit of 15 banana cultivars harvested in Viçosa, Minas Gerais. We evaluated the following cultivars: Ouro, Nanica, Nanicão, Caru-Verde, Caru-Roxa, Caipira, Prata, Prata-Anã, Maçã, Mysore, Pacovan, Terrinha, Marmelo, Prata-Graúda and Caju. Four bunches by cultivar were harvested, in the pre-climacteric stage (peel color green), using six fruits by sample unit. The fruits were analyzed in the pre-climacteric stage and after ripening (peel color completely yellow). It was determined: the diameter, the total and commercial length, the firmness of the pulp, the fresh weight of the fruit, pulp and peel, the peel thickness,

the pulp/peel ratio, the percentage of dry matter of the pulp and peel, the color parameters of pulp and peel, the soluble solids content, the titratable acidity, the content of total, reducing and non-reducing soluble sugars, starch and total phenolic compounds, the antioxidant potential, the occurrence and content of lutein, α -carotene, β -carotene, β -cryptoxanthin and lycopene, the content of total carotenoid and vitamin C and the content of N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn and Se. Also, five plants of each cultivar were evaluated as for the pseudostem height and diameter, length of the petiole and leaf blade, the width of the leaf blade and the length/width ratio of the leaf blade. The cultivar and the color stage influenced all the characteristics evaluated in the pulp and peel, except for total and commercial length and content of macro and micronutrients, which did not vary with the ripening of the fruits. The cultivar Ouro presented the fruits with smaller diameter, total and commercial length and fresh weight in the two stages, besides the most firm pulp when unripe. The 'Caru-Roxa' presented higher fresh weight of fruit and pulp and the 'Terrinha' the highest percentage of dry matter in the unripe and ripe pulp. The greatest pulp/peel ratio in the unripe pulp was observed in the 'Maçã' and 'Ouro'. There was a reduction of fresh weight and peel thickness and an increase in dry matter of the ripe peel when compared to the unripe peel. The peel of 'Marmelo' had the highest fresh weight in both stages. The 'Marmelo' and 'Maçã' had higher percentages of dry matter in both ripening stages. The unripe pulp showed low soluble solids content, averaging about five times lower than in ripe pulp. As for titratable acidity, there was a considerable increase in the ripe pulp when compared to the unripe pulp. The average plant height ranged from 2.25 to 6.15 m, with 'Nanica' presenting the lowest height, while 'Prata', 'Pacovan', 'Caru-Roxa' and 'Caru-Verde' were the highest cultivars. The cultivars with larger pseudostem diameter are also the highest, except for the 'Prata-Anã' and 'Prata-Graúda', which stand out in the group with larger diameters. The unripe pulp and peel have low percentage of sugar, but high percentage of starch, especially 'Terrinha' and 'Marmelo'. The cultivars of the genomic groups AAB and ABB have reported higher percentages of starch when compared to the cultivars of the groups AA and AAA. There was a significant increase in the percentage of sugar in the peel and pulp with the ripening of fruits. Terrinha and Marmelo cultivars showed wide predominance of reducing sugars in relation to non-reducing sugars in ripe pulp. For the total phenolic compounds, the highest content was observed in ripe peel, followed by ripe pulp and

unripe peel and pulp, highlighting the 'Terrinha', in all the evaluated parts and ripening stages. The antioxidant potential was higher in ripe peel, followed by unripe peel and ripe and unripe pulp. In addition, the ripe peel had antioxidant potential three times higher than the one of unripe pulp. The 'Ouro' stood out with high lutein content in relation to the other cultivars. As for the levels of α -carotene and β -carotene, 'Terrinha' stood out with expressive content. At the ripe pulp, there was a 36% increase in the average of lutein content when compared to the unripe pulp and reduction of 7.3 and 8.5% in average levels of α -carotene and β -carotene, respectively. In unripe peel, there was wide predominance of lutein when compared to the other carotenoids, with 'Terrinha' standing out with α -carotene and β -carotene contents higher than the other cultivars. In ripe peel, the lutein content almost did not change, however there was a slight reduction in the levels of α -carotene and β -carotene, with the ripening of fruits. The 'Ouro' and 'Caju' are the cultivars with higher lutein content in the ripe peel, and the 'Terrinha' stood out with the highest levels of α -carotene and β -carotene, and the 'Ouro', which also stood out for β -carotene content. Regarding vitamin C, the average content was slightly higher in the unripe pulp in relation to ripe pulp, with some exceptions; as for the peel the average content was similar in both ripening stages. Furthermore, the average content in the peel was slightly higher than the pulp in both stages. In unripe pulp, the 'Caipira' and 'Mysore' stood out with the highest contents of vitamin C, increase with the 'Ouro' at the ripe pulp. In the peel, there was little variation between cultivars. The cultivar Terrinha had the highest percentage of dry matter in the pulp and the cultivars Marmelo and Maçã in the peel. For N, P, Fe, Zn and Cu, the peel showed twice the level of the pulp. The content of K and Mn in the peel was about four times the one of the pulp. The pulp of the cultivar Caipira and the peel of cultivars Prata and Pacovan showed the highest mineral content.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das fruteiras mais cultivadas nos países de climas tropical e subtropical. A produção mundial de bananas e plátanos, em 2012, atingiu 139 milhões de toneladas, em cerca de 10,3 milhões de hectares colhidos. O Brasil ocupa o quinto lugar, com produção de 7,3 milhões de toneladas de banana e plátanos, em 481 mil hectares de área colhida (FAO, 2014). No ano 2012, a produção mineira de banana foi de 687,3 mil toneladas, em 41,4 mil hectares colhidos, o que representou cerca de 10% da produção brasileira, conferindo ao Estado a quarta posição no ranking nacional (IBGE, 2014). Entretanto, a exportação brasileira foi de apenas 110.054 toneladas em 2011 (FAO, 2014), em razão, principalmente, do elevado consumo interno.

A procura cada vez mais intensa por alimentos saudáveis e mais nutritivos e os apelos dos profissionais da saúde sobre os benefícios do consumo de frutas e hortaliças vêm ganhando força ao longo dos anos, tornando indispensável a busca por informações acerca da composição das mais variadas frutas. A quantificação dos teores de carotenoides, vitaminas, carboidratos, compostos fenólicos, minerais, entre outros, é de suma importância, uma vez que existem variações nos teores não só entre espécies, mas também entre cultivares, dependendo das condições de manejo, das regiões de cultivo e do estágio de maturação dos frutos (LEE; KADER, 2000).

As frutas são responsáveis pelo fornecimento de vários nutrientes em quantidades significativas para a dieta humana. São diversos os benefícios à saúde, proporcionados pelo consumo de frutas e hortaliças, incluindo a redução do risco de

doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, diabetes tipo II e obesidade, além de conterem baixa caloria (REKHY; MCCONCHIE, 2014). Estima-se que cerca de 1,7 milhão (2,8%) dos óbitos por ano no mundo está ligado ao baixo consumo de frutas e hortaliças; a adoção de uma dieta equilibrada, com o consumo de no mínimo 400 g de frutas e hortaliças por dia, poderia diminuir o risco de doenças crônicas e de deficiências nutricionais (WHO, 2014).

A banana está distribuída em várias regiões tropicais, constituindo uma das frutas mais consumidas no Brasil e no mundo por indivíduos de todas as classes sociais, em razão de suas características sensoriais atrativas. Possui grande importância econômica nos países tropicais, além de ser muito apreciada pelo sabor, facilidade de consumo, baixo custo e fornecimento de carotenoides, vitaminas, minerais e carboidratos (DAVEY et al., 2009), além do potencial de uso como alimento funcional e nutracêutico (AMORIM et al., 2009).

Os carotenoides são pigmentos naturais que possuem papel muito importante na fisiologia dos frutos (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). No organismo humano, alguns carotenoides como o α -caroteno, β -caroteno e β -criptoxantina são passíveis de conversão em vitamina A e, como tal, desempenham importante papel nutricional.

Pesquisas recentes apontam para um grave problema mundial, a deficiência de nutrientes, especialmente a vitamina A, sobretudo em países em desenvolvimento como o Brasil (WHO, 2014). Segundo a Organização Mundial da Saúde, em mais da metade dos países do mundo a população apresenta problemas de deficiência de vitamina A, afetando de forma mais acentuada crianças, mulheres em idade reprodutiva e gestantes. A vitamina A é obtida a partir de alimentos que contenham carotenoides provitamínicos, principalmente frutas e hortaliças. O β -caroteno é o mais importante deles e o mais abundante nos alimentos, seguido por α -caroteno e β -criptoxantina, que tem a metade da atividade de vitamina A do β -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). Em muitos países onde os produtos de origem animal (fontes de vitamina A pré-formada) não são economicamente acessíveis para toda a população, a vitamina A da dieta é proveniente, sobretudo, de carotenoides provitamínicos presentes em frutas e hortaliças, cujo consumo deve ser incentivado em quantidades satisfatórias (EKESA et al., 2012).

Além de serem precursores da vitamina A, os carotenoides desempenham papel importante como potentes antioxidantes no controle do estresse oxidativo,

prevenindo uma série de doenças. As propriedades antioxidantes dos carotenoides fundamentam-se nas diferenças da estrutura desses compostos, principalmente no sistema de duplas ligações conjugadas, grupos terminais (cíclicos e acíclicos) e grupos funcionais ligados aos anéis, tornando possível a captação e eliminação de Espécies Reativas de Oxigênio, especificamente o oxigênio singlete – que volta ao estado fundamental (O_2) – e o radical peroxila (ROO^{\bullet}), gerados no processo de peroxidação lipídica (PAIVA; RUSSELL, 1999; TAPIERO et al., 2004).

A proteção antioxidante dos carotenoides é fornecida pelo grupo de pigmentos que apresenta nove ou mais duplas ligações conjugadas na cadeia. Dessa forma, a capacidade de supressão do oxigênio singlete é a seguinte: licopeno > α -caroteno > β -caroteno, ou seja, o licopeno se comporta como o mais eficiente antioxidante entre os pigmentos carotenoides conhecidos (PAIVA; RUSSELL, 1999; TAPIERO et al., 2004).

Como o ser humano não pode sintetizar o ácido ascórbico ou vitamina C, a sua principal fonte dessa vitamina é uma dieta rica em frutas e hortaliças. A vitamina C é comumente encontrada no organismo humano na forma de ascorbato. Devido à sua solubilidade em água, está localizado nos compartimentos aquosos dos tecidos orgânicos (BARREIROS et al., 2006). Como bom agente redutor, o ascorbato pode ser oxidado pela maioria das Espécies Reativas de Oxigênio e Espécies Reativas de Nitrogênio nos compartimentos aquosos dos tecidos orgânicos, sendo, portanto, um potente antioxidante protetor de compartimentos solúveis da célula, além de auxiliar na manutenção do α -tocoferol no estado reduzido, proporcionando efeito sinérgico desses antioxidantes no organismo (NAGAOKA et al., 2007; HERNÁNDEZ et al., 2006). Além disso, a vitamina C atua na absorção de ferro de origem vegetal, aumentando a biodisponibilidade do ferro não hemínico de duas a quatro vezes (LYNCH, 1997).

Os minerais são necessários para a função celular normal e são essenciais para a formação óssea, a composição de hemoglobina, a expressão de genes e o metabolismo de lipídios e de carboidratos (IOM, 2001, 2004). Além disso, alguns minerais, como o cobre, o zinco, o ferro, o manganês e o selênio, fazem parte do grupo de nutrientes antioxidantes, por serem constituintes de enzimas (catalase, superóxido dismutase e glutatona peroxidase) envolvidas na proteção contra o estresse oxidativo. A presença dos minerais na estrutura da enzima é essencial para a

catálise da reação, já que o mecanismo envolve a transferência de elétrons (NORDBERG; ARNÉR, 2001).

Na grande maioria das vezes, a banana é consumida madura devido ao seu alto teor de açúcar e aos aspectos sensoriais. Entretanto, a polpa e casca verdes também podem ser consumidas, aproveitando o seu alto teor de amido. O amido é um dos principais constituintes da polpa da banana verde, sendo um componente importante da dieta humana. O arranjo estrutural e os teores relativos de amilose e amilopectina definem a funcionalidade do amido e afetam os atributos de qualidade e a vida de prateleira da fruta após a colheita (BORGES et al., 2014). Diversas formas de utilização da banana, tanto da polpa quanto da casca verde ou madura, são relatadas na literatura, como o emprego de farinhas ou outro produto processado, buscando aproveitar os nutrientes e outros compostos com ação antioxidante presentes nos frutos (JUAREZ-GARCIA et al., 2006; SOTHORNVIT; PITAK, 2007; RODRÍGUEZ-AMBRIZ et al., 2008; AGAMA-ACEVEDO et al., 2012).

Além dos carotenoides, minerais, carboidratos e vitaminas estão presentes na banana os compostos fenólicos com reconhecida atividade antioxidante, conferindo qualidade à fruta como alimento e proporcionando inúmeros benefícios para a saúde humana (AMORIM et al., 2011).

Alguns trabalhos demonstraram a ocorrência de diferentes tipos de antioxidantes, tanto em polpa quanto em cascas de banana (SOMEYA et al., 2002; MÉLO et al., 2006; LIM et al., 2007; GONZÁLEZ-MONTELONGO et al., 2010; FATEMEH et al., 2012; SHIAN et al., 2012). No entanto, a maioria de trabalhos é realizada com poucos cultivares e, geralmente, apenas a polpa madura é avaliada.

Os estudos evidenciaram o potencial de uso de determinados cultivares de bananeira na promoção da saúde devido às suas características funcionais. De acordo com Amorim et al. (2011), o Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura detém cerca de 400 acessos de bananeira e é reconhecido como fonte de variabilidade genética de interesse para a seleção de genótipos de *Musa* spp., que são ricos em compostos funcionais. Esses acessos podem ser distinguidos pelos seus níveis de compostos bioativos e utilizados em programas de melhoramento genético para obtenção de cultivares biofortificados com altos valores nutricionais, que possam contribuir para o aumento da ingestão de nutrientes por populações desfavorecidas (AMORIM et al., 2011; BORGES et al., 2014).

Na literatura científica há vários trabalhos sobre caracterizações física e química de bananas. A maioria, como se referiu anteriormente, está focada em um único ou em poucos cultivares. No entanto, pouco ainda se fez para caracterizar a importância nutricional e funcional da banana, como a determinação do teor de nutrientes e da capacidade antioxidante dos componentes. Esse conhecimento pode contribuir para o surgimento de novos nichos de consumo para cultivares pouco plantados, como ‘Terrinha’, ‘Ouro’, ‘Marmelo’, ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde’, entre outras. Tais informações agregariam valor à fruta e aos produtos dela derivados, podendo influenciar positivamente o consumo pela população de forma geral.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Caracterizar os aspectos físicos e químicos, o potencial antioxidante e os compostos fenólicos na polpa e na casca verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras colhidos em Viçosa, Minas Gerais.

2.2. Específicos

1. Caracterizar a planta e os frutos de 15 cultivares de bananeiras.
2. Quantificar e comparar a porcentagem de carboidratos, o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante na polpa e na casca de bananas em dois estádios de maturação.
3. Avaliar a ocorrência e teor de carotenoides e de vitamina C na polpa e na casca de bananas em dois estádios de maturação.
4. Determinar a matéria seca, o teor de minerais e a capacidade de fornecimento de minerais para a dieta humana na polpa e casca de frutos de banana em dois estádios de maturação.

3. 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, n. 1, p. 177-182, 2012.

AMORIM, E. P.; COHEN, K. O.; AMORIM, V. B. O.; PAES, N. S.; SOUSA, H. N.; SANTOS-SEREJO, J. A.; SILVA, S. O. Caracterização de acessos de bananeira com base na concentração de compostos funcionais. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 592-598, 2011.

AMORIM, E. P.; VILARINHOS, A. D.; COHEN, K. O.; AMORIM, V. B. O.; SANTOS-SEREJO, J. A.; SILVA, S. O.; PESTANA, K. N.; SANTOS, V. J.; PAES, N. S.; MONTE, D. C.; REIS, R. V. Genetic diversity of carotenoid-rich bananas evaluated by Diversity Arrays Technology (DArT). **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, n. 1, p. 96-103, 2009.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M. DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BORGES, C. V.; AMORIM, V. B. O.; RAMLOV, F.; LEDO, C. A. S.; DONATO, M.; MARASCHIN, M.; AMORIM, E. P. Characterization of metabolic profile of banana genotypes, aiming at biofortified *Musa* spp. cultivars. **Food Chemistry**, v. 145, p. 496-504, 2014.

DAVEY, M. W.; BERGH, V. D.; MARKHAM, R.; SWNNEN, R.; KEULEMANS, J. Genetic variability in *Musa* fruit provitamin A carotenoids, lutein and mineral micronutrient contents. **Food Chemistry**, v. 115, n. 3, p. 806-813, 2009.

EKESA, B.; POULAERT, M.; DAVEY, M. W.; KIMIYWE, J.; VAN DEN BERGH, I.; BLOMM, G.; DHUIQUE-MAYER, C. Bioaccessibility of provitamin A carotenoids in bananas (*Musa* spp.) and derived dishes in African countries. **Food Chemistry**, v. 133, n. 4, p. 1471-1477, 2012.

FAO – Food and Agricultural Organization. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339;default.aspx>>. Acesso em: 5 Ago. 2014.

FATEMEH, S. R.; SAIFULLAH, R.; ABBAS, F. M. A.; AZHAR, M. E. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 3, p. 1041-1046, 2012.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. **Food Chemistry**, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.

GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1030-1039, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 4 Ago. 2014.

IOM – INSTITUTE OF MEDICINE. Food and nutrition board. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p. 258-289.

IOM – INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. Washington, DC: National Academy Press, 2004.

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, n. 3, p. 131-137, 2006.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LIM, Y. Y.; LIM, T. T.; TEE, J. J. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. **Food Chemistry**, v.103, n. 3, p. 1003-1008, 2007.

LYNCH, S. R. Interaction of iron with other nutrients. **Nutrition Reviews**, v. 55, n. 4, p. 102-110, 1997.

MÉLO, N. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. C. S.; CAETANO, A. C. S.; LEAL, F. L. L. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.

NAGAOKA, S. I.; KAKIUCHI, T.; OHARA, K.; MUKAI, K. Kinetics of the reaction by which natural vitamin E is regenerated by vitamin C. **Chemistry and Physics of Lipids**, v. 146, n. 1, p. 26-32, 2007.

NORDBERG, J.; ARNÉR, E. S. J. Reactive oxygen species antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 31, n. 11, p. 1287-1312, 2001.

PAIVA, S. A. R.; RUSSELL, R. M. β -carotene and other carotenoids as antioxidants. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 18, n. 5, p. 426-433, 1999.

WHO – World Health Organization. Disponível em: <<http://www.who.int/nutrition/topics/vad/en>>. Acesso em: 5 Ago. 2014.

REKHY, R.; McCONCHIE, R. Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. Have campaigns delivered on the goals?. **Appetite**, v. 79, p. 113-123, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvest plus handbook for carotenoid analysis**. Washington: International Food Policy Research Institute and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004. 63 p.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, v. 107, n. 4, p. 1515-1521, 2008.

SHIAN, T. E.; ABDULLIAH, A.; MUSA, K. H.; MASKAT, M. Y.; GHANI, M. A. Antioxidant properties of three banana cultivars (*Musa acuminata* 'Berangan', 'Mas' and 'Raja') extracts. **Sains Malaysiana**, v. 41, n. 3, p. 319-324, 2012.

SOTHORNVIT, R.; PITAK, N. Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 365-370, 2007.

SOMEYA, S.; YOSHIKI, Y.; OKUBO, K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). **Food Chemistry**, v. 79, n. 3, p. 351-354, 2002.

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D. M.; TEW, K. D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 58, n. 2, p. 100-110, 2004.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DA PLANTA E DOS FRUTOS EM DOIS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE 15 CULTIVARES DE BANANA

RESUMO

Objetivou-se caracterizar a planta e os frutos em dois estádios de maturação de 15 cultivares de banana. Foram colhidos quatro cachos por cultivar, na fase pré-climatérica (casca do fruto verde), sendo utilizados seis frutos por unidade amostral. Os frutos foram analisados na fase pré-climatérica e após o amadurecimento (casca do fruto completamente amarela). Determinaram-se o diâmetro, o comprimento total e comercial, a firmeza, a massa fresca do fruto, da polpa e da casca, a espessura da casca, a relação polpa/casca, a porcentagem de matéria seca da polpa e da casca, os parâmetros de cor da polpa e da casca, o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável. Também, foram avaliadas cinco plantas de cada cultivar quanto a altura e diâmetro do pseudocaule, comprimento do pecíolo e do limbo, largura do limbo e relação comprimento/largura do limbo. A ‘Ouro’ apresentou os frutos com menor diâmetro, comprimento total e comercial e massa fresca nos dois estádios, além da polpa mais firme quando verde. A ‘Caru-Roxa’ apresentou maior massa fresca dos frutos e da polpa e a ‘Terrinha’, a maior porcentagem de matéria seca nas polpas verde e madura. A ‘Maçã’ e a ‘Ouro’ proporcionaram maior relação polpa/casca na polpa verde. Houve redução da massa fresca e da espessura da casca e acréscimo da

matéria seca da casca madura em relação à casca verde. A casca da ‘Marmelo’ apresentou a maior massa fresca nos dois estádios. A ‘Marmelo’ e a ‘Maçã’ apresentaram maior porcentagem de matéria seca em ambos os estádios de maturação da casca. A polpa verde apresentou baixo teor de sólidos solúveis, com média geral cerca de cinco vezes inferior à da polpa madura. Para a acidez titulável, houve acréscimo considerável na polpa madura, em relação à verde. A altura média das plantas variou de 2,25 a 6,15 m, com a ‘Nanica’ apresentando o menor porte, enquanto ‘Prata’, ‘Pacovan’, ‘Caru-Roxa’ e ‘Caru-Verde’ foram os cultivares de maior porte. Os cultivares com maior diâmetro do pseudocaule foram também os mais altos, com exceção da ‘Prata-Anã’ e da ‘Prata-Graúda’, que se destacaram no grupo com maiores diâmetros. O cultivar, bem como o estágio de maturação, influenciou todas as características avaliadas nos frutos, com exceção dos comprimentos total e comercial, que não variaram com o amadurecimento dos frutos.

Palavras-chave: *Musa* spp; Características físicas e químicas; Polpa, casca e caracterização agrônômica.

CHAPTER 1

CHARACTERISTICS OF PLANT AND FRUITS IN TWO RIPENING STAGES OF 15 BANANA CULTIVARS

ABSTRACT

This study aimed to characterize the plant and the fruit in two ripening stages of 15 banana cultivars. Four bunches were harvested by cultivar in the pre-climacteric stage (peel color green), six fruits being used by sample unit. The fruits were analyzed in the pre-climacteric stage and after ripening (peel color completely yellow). It was determined: the diameter, the total and commercial length, firmness, fresh weight of the fruit, pulp and peel, thickness of the peel, the pulp/peel ratio, the percentage of dry matter of the pulp and peel, the color parameters of pulp and peel, total soluble solids content and titratable acidity. Also, five plants were evaluated for each cultivar as for height and diameter of the pseudostem, petiole length and leaf blade, the width of the leaf blade and length/width ratio of the leaf blade. The 'Ouro' presented the fruits with smaller diameter, total and commercial length and fresh weight in the two stages, in addition to the most firm pulp when unripe. The 'Caru-Roxa' presented higher fresh weight of the fruit and the pulp and the 'Terrinha', the highest percentage of dry matter in unripe and ripe pulp. The 'Maçã' and 'Ouro' provided greater pulp/peel in the unripe pulp. There was a reduction of fresh weight and peel thickness and increase in dry matter of the ripe peel when compared to the

unripe peel. The peel of 'Marmelo' had the highest fresh weight in both stages. The 'Marmelo' and the 'Maçã' showed a higher percentage of dry matter in both peel ripening stages. The unripe pulp showed low soluble solids content, averaging about five times lower than in ripe pulp. For titratable acidity, there was a considerable increase in the ripe pulp when compared to the unripe pulp. The average plant height ranged from 2.25 to 6.15 m, with 'Nanica' presenting the lower height, while 'Prata', 'Pacovan', 'Caru-Roxa' and 'Caru-Verde' were the highest cultivars. The cultivars with larger pseudostem diameter were also the highest, except for the 'Prata-Anã' and 'Prata-Graúda', which stood out in the group with the largest diameters. The cultivar and the ripening stages influenced all the characteristics evaluated in fruits, except for total and commercial lengths, which did not vary according to the ripening of fruits.

Keywords: *Musa* spp; Physical and chemical characteristics; Pulp; Peel and agronomic characterization.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da banana é fator muito importante na comercialização, principalmente quando destinada ao consumo *in natura* dos frutos. O consumidor, cada vez mais exigente, procura por frutos, sobretudo os frescos, com características adequadas ao seu hábito de consumo.

Apesar de as características físicas e químicas serem influenciadas por vários fatores, como condições edafoclimáticas, adubação, cultivar, época de plantio e colheita, entre outros, é importante analisá-las, buscando conhecer as qualidades dos frutos consumidos e saber se estes se encontram dentro dos padrões exigidos pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Matsuura et al. (2004), avaliando as preferências do consumidor no momento da compra de banana, concluíram que atributos de sabor, vida útil e aparência (comprimento, diâmetro e cor) são os mais importantes na compra dos frutos. Assim, é fundamental o estudo de parâmetros físicos e químicos de qualidade do fruto, como comprimento, diâmetro, massa, cor da polpa e da casca, firmeza da polpa, sólidos solúveis e acidez titulável, buscando adotar medidas de manutenção dessas características, de acordo com padrões de comercialização, tanto para consumo *in natura* quanto para atender à indústria.

Na literatura científica estão disponíveis trabalhos que descrevem as propriedades físicas e químicas dos frutos de diferentes cultivares de banana (JESUS et al., 2004; GOMES et al., 2007; NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008; RAMOS et al., 2009); no entanto, esses estudos avaliaram apenas a polpa madura de alguns cultivares, não sendo feita a caracterização da polpa verde e da casca. De acordo com

Souza et al. (2011), no Brasil a grande maioria dos estudos e tecnologias destinadas à cultura da banana são direcionados aos cultivares dos subgrupos Cavendish e Prata, sendo pouco exploradas informações a respeito de outros subgrupos, como Figo e Terra. A caracterização de frutos de outros cultivares já conhecidos pela população, mas que são pouco plantados, é importante para incentivar a diversificação do plantio e da oferta desses frutos.

A caracterização da planta de diferentes cultivares de bananeiras também é uma informação útil, tanto para o desenvolvimento comercial quanto para o melhoramento genético, em busca de cultivares resistentes a doenças, mas que também apresentem bom desempenho na qualidade e quantidade de frutos produzidos. Portanto, alguns parâmetros como altura, diâmetro do pseudocaule, comprimento e largura do limbo foliar se tornam informações importantes. A altura da planta é descritor importante do ponto de vista fitotécnico e de melhoramento, pois influencia a densidade de plantio, determina a maior ou menor facilidade na operação de colheita, podendo também influenciar no tombamento e, ou, quebra do pseudocaule pela ação do vento ou em razão do reduzido diâmetro do pseudocaule e da produção de cachos grandes (SANTOS et al., 2006). Além disso, a planta necessita de área foliar adequada para o desenvolvimento e, conseqüentemente, formação de um cacho com qualidade (RODRIGUES et al., 2009). Assim, objetivou-se, com este estudo, caracterizar a planta e os aspectos físicos e químicos dos frutos de 15 cultivares de banana em dois estádios de maturação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Cachos de 15 cultivares de bananeiras (Tabela 1; Figura 1) foram colhidos em plantas espaçadas de 3,5 m x 2,5 m, em pomar experimental com 6 anos de idade, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, localizada a 20°45' S e 42°52' W, com altitude de 648 m.

O bananal foi conduzido em regime de sequeiro, em Latossolo Vermelho-Amarelo, com relevo plano, textura argilosa, e teores de P, K, Zn, Fe, Cu e Mn de 17,4; 54; 2,3; 111,7; 2,8; e 127,3 mg dm⁻³, respectivamente, e Ca, Mg de 3,7; 1,3 cmol_c dm⁻³, respectivamente, na camada do solo de 0 a 20 cm de profundidade. 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, 600g 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 feitos controles de pragas e doenças no pomar.

Tabela 1 – Cultivares, grupo genômico e descrição dos 15 cultivares de bananeiras analisados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Grupo	Descrição
Ouro	AA	² Apresenta a polpa bem amarelada, macia, firme, bastante doce. É muito atacada pela broca do rizoma. Os nematoides raramente causam-lhe problemas de tombamento. ³ É resistente ao mal-do-panamá, suscetível à sigatoka-amarela, moderadamente suscetível à sigatoka-negra e suscetível ao moko.
Nanica	AAA	^{3,2} Plantas de porte baixo, elevado rendimento por área, frutos delgados, longos, encurvados, amarelo-esverdeados ao amadurecer, com polpa muito doce. São preferidas para exportação, em razão da resistência ao transporte. É resistente ao mal-do-panamá, suscetível à sigatoka-amarela e negra, ao moko, nematoides e broca do rizoma.
Nanicão	AAA	² É um mutante do cultivar Nanica, surgido em São Paulo. Apresenta porte mais alto que a Nanica, com polpa ligeiramente amarela, sabor e aroma muitos definidos e preferidos para exportação. ³ Resistente ao mal-do-panamá, suscetível à sigatoka-amarela e negra, ao moko, nematoides e broca do rizoma.
Caru-Verde	AAA	² Os frutos são grandes, com aroma peculiar e polpa alaranjada, mesmo quando os frutos estão verdes. Possui sistema radicular robusto. É medianamente resistente à sigatoka-amarela, altamente tolerante ao mal-do-panamá e muito pouco atacada pela broca do rizoma e por nematoides.
Caru-Roxa	AAA	² Semelhante ao cultivar Caru-Verde, exceto pela presença de intensa pigmentação roxa em toda a planta. Os frutos, mesmo verdes, apresentam polpa alaranjada e casca roxa, mas quando madura a polpa intensifica a cor e a casca se torna vermelha. É medianamente resistente à sigatoka-amarela, altamente tolerante ao mal-do-panamá e muito pouco atacada pela broca do rizoma e por nematoides.
Caipira	AAA	¹ Oriundo da África Ocidental e introduzido no Brasil pela Embrapa. Internacionalmente conhecida como Yangambi km 5, é um cultivar de mesa, de porte médio a alto e frutos pequenos e muito doces. Resistente à sigatoka-negra, à sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá, além de resistente à broca do rizoma.
Prata	AAB	¹ Foi introduzida no Brasil pelos portugueses, apresenta frutos pequenos, de sabor doce e suavemente ácido. ³ É suscetível à sigatoka-amarela e negra, ao moko e moderadamente suscetível ao mal-do-panamá, moderadamente resistente à broca do rizoma e resistente aos nematoides.

Continua...

Tabela 1 – Cont.

Cultivares	Grupo	Descrição
Prata-Anã	AAB	¹ Conhecida também como ‘Enxerto’, apresenta as pencas mais juntas que as da ‘Prata’, com frutos do mesmo sabor. É suscetível à sigatoka-amarela e negra, ao moko, moderadamente suscetível ao mal-do-panamá, moderadamente resistente à broca do rizoma e resistente aos nematoides.
Maçã	AAB	¹ Frutos com casca fina e polpa suave são muito apreciados. É medianamente suscetível à sigatoka-amarela, muito suscetível à broca do rizoma, altamente suscetível ao mal-do-panamá e ao moko e resistente aos nematoides.
Mysore	AAB	² Introduzido no Brasil, importado da Índia. ¹ Os frutos são de casca fina, de cor amarelo-pálida e polpa ligeiramente ácida, mesmo quando madura, com grande adstringência quando consumidos antes do completo amadurecimento. ² É altamente resistente à sigatoka-amarela, aos nematoides, à broca do rizoma e ao mal-do-panamá.
Pacovan	AAB	¹ Destaca-se por sua rusticidade e produtividade; com frutos 40% maiores do que os da ‘Prata’, mais ácidos e com quinias que permanecem mesmo após a maturação. ³ É suscetível à sigatoka-amarela e negra, ao moko, moderadamente suscetível ao mal-do-panamá, moderadamente resistente à broca do rizoma e resistente aos nematoides.
Terrinha	AAB	^{1,3} Apresenta frutos grandes, com quinias proeminentes, que são consumidos cozidos ou fritos. ² A polpa é levemente rosada e firme. É resistente à sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá, suscetíveis à sigatoka-negra, moko, nematoides e altamente suscetíveis à broca do rizoma.
Marmelo	ABB	² Os frutos são consumidos fritos ou cozidos, devido ao seu alto teor de amido. A casca é bastante espessa e macia. A polpa é branca e com aspecto corrugado. É resistente à sigatoka-amarela, mas é muito perseguido pela broca do rizoma e por nematoides e pouca resistência ao mal-do-panamá.
Prata-Graúda	AAAB	¹ Híbrido de ‘Prata-Anã’, introduzido de Honduras. Possui frutos e produção maiores que os da Prata-Anã, com sabor um pouco mais ácido. É resistente ao mal-do-panamá, porém é suscetível à sigatoka-amarela e negra, ao moko e nematoides.
Caju	Não definido	Esse cultivar foi cedido ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão por um produtor. Apresenta frutos compridos, curvos, com casca delicada e polpa amarela. Ainda não se têm informações acerca de produção e resistência a pragas e doenças.

¹Silva et al. (2004), ²Moreira (1999) e ³Embrapa (2009).

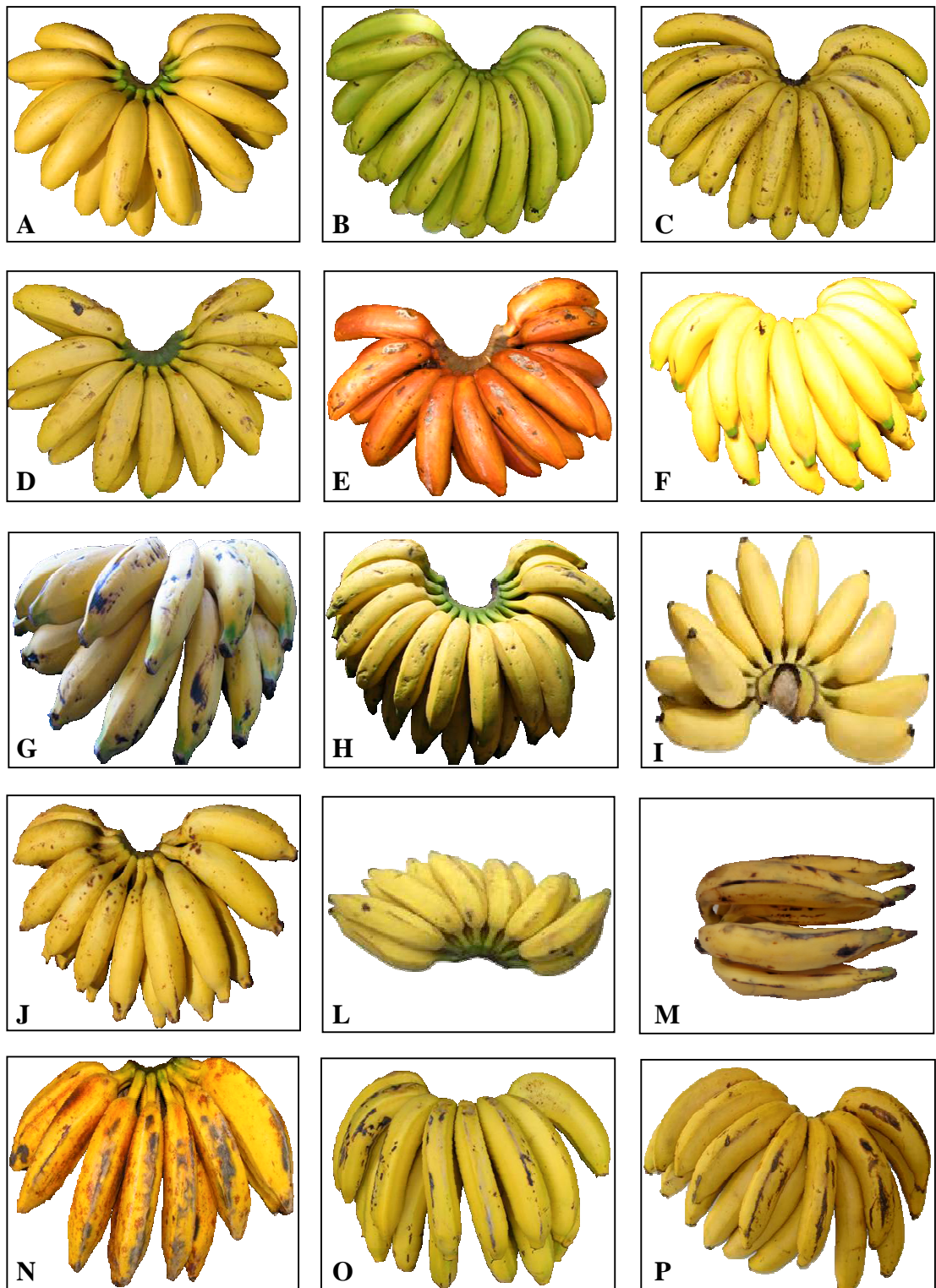


Figura 1 – Cultivares de banana utilizados nos estudos. Ouro (A), Nanica (B), Nanicão (C), Caru-Verde (D), Caru-Roxa (E), Caipira (F), Prata (G), Prata-Anã (H), Maçã (I), Mysore (J), Pacovan (L), Terrinha (M), Marmelo (N), Prata-Graúda (O) e Caju (P).

Os cachos foram colhidos quando observados os primeiros sinais de aparecimento da cor amarela nos frutos de cada cultivar. De cada cacho foram retiradas a segunda, a terceira e a quarta penca e transportadas imediatamente ao Laboratório de Análise de Frutas, no campus da UFV, onde os frutos foram cortados rentes à almofada floral, eliminando-se os danificados, doentes e malformados. Em seguida, foram lavados em água corrente e deixados em repouso sobre papel absorvente por alguns minutos, para a coagulação do látex. Após, selecionaram-se 12 frutos no estágio de cor 1 (coloração verde-escura da casca) (DADZIE; ORCHARD, 1997), sendo seis deles avaliados imediatamente. Os outros seis frutos foram imersos em solução de ethephon ($1,2 \text{ g L}^{-1}$) por 8 min, para uniformizar o amadurecimento. Após secarem ao ar por 15 min, foram mergulhados em solução fungicida de Procloraz ($0,49 \text{ g L}^{-1}$) por 5 min. Decorrido esse tempo, os seis frutos foram acondicionados em caixas plásticas e mantidos em temperatura ambiente até atingirem o estágio de cor 6 (frutos com casca completamente amarela) (DADZIE; ORCHARD, 1997).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos (cultivares) com quatro repetições (cachos), sendo seis frutos por unidade amostral. De cada cultivar, analisaram-se polpa verde e madura e casca verde e madura. Para a caracterização das plantas, adotou-se o mesmo delineamento com 15 tratamentos (cultivares) e cinco repetições (plantas). Cada parte do fruto (polpa e casca), bem como cada estágio de cor, foi considerada um experimento distinto, sendo avaliadas as características descritas nos tópicos subsequentes.

2.1. Caracterização dos frutos

Para todas as variáveis analisadas, foram utilizadas a polpa e a casca de seis frutos nos dois estádios de maturação. Exceção foi a determinação do diâmetro apenas no fruto inteiro; da firmeza e do teor de sólidos solúveis somente na polpa; e da espessura apenas na casca, nos dois estádios de maturação da casca.

2.1.1. Diâmetro dos frutos

Determinou-se o diâmetro na região mediana de cada fruto, perpendicular ao seu maior eixo, com o auxílio de paquímetro digital, sendo os dados expressos em milímetros.

2.1.2. Comprimento comercial e total dos frutos

Foram determinados medindo-se o comprimento da polpa (comprimento comercial) e o comprimento total do fruto, incluindo pedicelo e extremidade estilar, na face convexa do fruto, com o auxílio de trena metálica, sendo os dados expressos em milímetros.

2.1.3. Firmeza da polpa

Retirou-se uma porção da casca na região mediana de cada fruto, entre duas quinas, sem provocar ferimento na polpa. Após, a polpa de cada fruto foi submetida a uma força aplicada por meio da ponteira (8 mm de diâmetro) de um penetrômetro SHIMPO modelo DFS 100 (Digital Force Gauge) até que o tecido não apresentasse mais resistência à penetração da ponteira. Os resultados foram expressos em Newton.

2.1.4. Massa da matéria fresca do fruto, da polpa e da casca

Os seis frutos de cada cultivar foram pesados juntos e, em seguida, decompostos em casca e polpa, sendo a casca pesada separadamente em balança semianalítica, e, por diferença, obteve-se a massa da polpa. Os dados foram expressos em gramas.

2.1.5. Espessura da casca

Foi medida com o auxílio de paquímetro digital em uma porção retirada da região equatorial do fruto, entre duas quinas, sendo os dados expressos em milímetros.

2.1.6. Relação polpa/casca

Os valores das massas das polpas dos seis frutos e respectivas cascas foram utilizados para determinar essa relação, ou seja, a massa fresca da polpa dividida pela massa fresca da casca.

2.1.7. Porcentagem de matéria seca da polpa e da casca

A 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 de ar a 70 °C até peso constante e, novamente, pesadas, sendo os dados expressos em porcentagem.

2.1.8. Parâmetros de cor da casca e da polpa

A cor da casca foi avaliada na região central do fruto. Após a retirada da casca, a polpa foi cortada longitudinalmente, para se fazer a leitura na parte interna do fruto. Utilizou-se o colorímetro Konica – Minolta, Modelo CR 10, para fornecimento dos valores de L*, a*, b*, C* e h°. O coeficiente L* (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco); a* varia do verde (-60) ao amarelo (+60); o b* vai do azul (-60) ao amarelo (+60); o C* representa croma/saturação ou intensidade da cor, sendo calculada por $(a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$. O h° (ângulo hue) é o ângulo entre a hipotenusa e 0° no eixo a* e é calculado por $h^{\circ} = \text{tg}^{-1} (b^*/a^*)$. O h° varia de 0° a 360°, sendo 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (McGUIRE, 1992). Utilizaram-se apenas os coeficientes C* e hue para expressar as diferenças de cor da casca e da polpa, tanto de frutos verdes quanto maduros. Além disso, para a polpa madura foram atribuídas cores, conforme Silva et al. (1999).

2.2. Teor de sólidos solúveis (SS)

A polpa dos seis frutos verdes e maduros de cada cultivar foi homogeneizada separadamente em liquidificador doméstico. Uma porção foi envolta em algodão e comprimida manualmente, para extrair o suco. O teor de SS do suco foi determinado com o auxílio de um refratômetro digital portátil Atago modelo N1, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix. Para cada repetição, foram feitas três leituras, sendo a média destas utilizada para a análise dos dados.

2.3. Acidez titulável (AT)

A polpa e casca dos seis frutos, verdes e maduros, foram homogeneizadas em liquidificador doméstico. Alíquotas de 5,0 g cada, da polpa e da casca, foram

tomadas e trituradas em almofariz de porcelana. Posteriormente, foram transferidas para béqueres, completando-se o volume para 150 mL, com água destilada. Após, procederam-se às titulações, sob agitação constante, com solução de NaOH 0,05 N, previamente padronizada com biftalato de potássio até pH 8,2. Os resultados foram expressos em g de ácido málico por 100 g de polpa ou de casca de cada cultivar nos dois estádios de maturação (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.4. Caracterização da planta

Foram selecionadas cinco plantas por cultivar, que já haviam emitido a inflorescência. As plantas foram avaliadas quanto à altura, do nível do solo à inserção da inflorescência, com o auxílio de trena; e diâmetro do pseudocaule a 30 cm do nível do solo. De cada cultivar, foi colhida a terceira folha, a contar da inflorescência, para determinação do comprimento do pecíolo, na região central; o comprimento do limbo foliar foi medido ao longo da nervura central; e largura máxima do limbo foliar, na parte mediana da folha. Além disso, determinaram-se a disposição das folhas (ereta, pendente ou arcada) e a relação comprimento/largura do limbo (SILVA et al., 1999).

Os dados das variáveis referentes à comparação entre os cultivares foram submetidos à análise de variância e as médias, agrupadas pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), utilizando-se do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG 9.1 (SAEG, 2007). As comparações entre partes do fruto e estádios de maturação foram feitas por meio de estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro dos frutos verdes oscilou de 29,82 a 49,96 mm para ‘Ouro’ e ‘Caru-Roxa’, respectivamente, com média de 38,66 mm. Para comprimento total, as médias variaram de 13,31 a 24,15 cm, com destaque para ‘Terrinha’, ‘Marmelo e ‘Nanicão’, com maiores médias; e a ‘Ouro’, com comprimento inferior ao dos demais cultivares. No comprimento comercial, sete cultivares pertencem ao grupo com as maiores médias, com destaque para a ‘Prata Graúda’, por ter frutos semelhantes aos do subgrupo Prata. A ‘Ouro’ apresentou a polpa mais firme entre os frutos verdes (Tabela 2).

As variações observadas são em função do cultivar, pois cultivares AA, como a ‘Ouro’, apresentam frutos pequenos, cilíndricos com casca fina e aderida à polpa, diferente dos cultivares triploides e tetraploides, que apresentam naturalmente os frutos maiores com polpa mais espessa, presença de quinas salientes e casca mais espessa, o que pode influenciar as maiores médias do diâmetro e comprimento dos frutos. Além disso, a ‘Terrinha’ apresenta às extremidades proeminentes, contribuindo para o maior comprimento total do fruto, ao contrário da ‘Nanicão’, que possui ponta e pedicelo curtos.

Com o amadurecimento, houve redução média de cerca de 5% no diâmetro dos frutos (Tabelas 2). Isso pode ser relacionado com a desidratação ocorrida durante o processo de amadurecimento e, conseqüentemente, com a redução da espessura da casca. Essa redução também foi constatada por outros autores (CERQUEIRA et al., 2002; JESUS et al., 2004, 2005). A ‘Ouro’ também apresentou o menor diâmetro nos

frutos maduros; entretanto, a ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde e ‘Marmelo’ se destacaram com maiores diâmetros. O comprimento total e comercial praticamente não variou com o amadurecimento dos frutos.

A firmeza da polpa reduziu drasticamente dos frutos verdes para os maduros. A polpa da ‘Terrinha’ apresentou-se como a mais firme no estágio de cor 6 (Tabela 2), o que também foi observado por Ruiz (2003) para banana ‘Terra’, em relação à ‘Prata’ e ‘Prata-Graúda’. Isso pode ser em razão da diferença no teor de amido de ambas, pois mesmo madura a ‘Terrinha’ apresentou alto teor de amido na polpa (12,6%), e o amido possui função estrutural na polpa da banana (ver Capítulo 2). Ruiz (2003) verificou, ainda, queda brusca da firmeza na ‘Prata’ e ‘Prata-Graúda’ a partir do estágio de cor da casca 3 e, na ‘Terra’, a partir do estágio 5. Essa autora afirmou que isso pode ser associado às atividades enzimáticas relacionadas com a degradação de componentes pécticos da parede celular e da lamela média e com a conversão do amido em açúcares durante o amadurecimento.

Ademais, Ruiz (2003), avaliando o pedicelo de três cultivares de banana, relatou que os teores elevados de amido encontrados na ‘Terra’ podem ser um dos fatores que contribuíram para a manutenção da rigidez celular e para dificultar o despencamento natural. Assim, Pereira et al. (2004) verificaram que a firmeza do fruto apresenta um grau de associação com a resistência ao despencamento, ou seja, os frutos com polpa mais firmes são menos suscetíveis ao despencamento e vice-versa. Frutos com polpa mais firme apresentam maior resistência ao transporte, mostrando maior durabilidade pós-colheita.

Matsuura et al. (2004), avaliando a preferência do consumidor no momento da compra de banana, verificaram que 63,8% dos entrevistados observaram o diâmetro dos frutos, sendo os frutos com diâmetro médio de 26 a 35 cm os preferidos; 87,4% preferiam comprar frutos com comprimento variando de 12 a 19 cm, semelhante ao observado neste trabalho para os cultivares mais comuns no mercado, à exceção do tetraploide Prata-Graúda, e os cultivares tipo plátano, que naturalmente apresentam comprimento superior; 73% observavam a textura da polpa para comprar os frutos, sendo preferidos os frutos maduros que apresentam a polpa ainda resistente à mordida. Além disso, de acordo com Jesus et al. (2004), o diâmetro e o comprimento também são parâmetros importantes para a indústria de frutas destinadas ao processamento de produtos desidratados.

Tabela 2 – Valores médios das características físicas e respectivos coeficientes de variação (CV%) dos frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Diâmetro		Comprimento total		Comprimento comercial		Firmeza da polpa	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
	-----mm-----		-----cm-----				-----N-----	
Ouro	29,82 e	28,00 d	13,31 d	13,02 d	10,96 c	10,85 c	53,97 a	6,17 b
Nanica	34,62 d	32,05 c	20,40 b	20,35 b	17,74 a	17,75 a	39,42 c	4,28 c
Nanicão	37,62 c	34,62 b	22,75 a	22,49 b	19,56 a	19,33 a	44,07 b	3,92 c
Caru-Verde	44,64 b	45,30 a	20,61 b	20,52 b	17,36 a	17,69 a	33,77 d	4,22 c
Caru-Roxa	49,96 a	48,62 a	20,94 b	20,96 b	17,54 a	17,59 a	32,17 d	3,77 c
Caipira	35,12 d	34,14 b	17,64 c	17,83 c	14,35 b	14,55 b	40,43 c	4,28 c
Prata	38,75 c	37,72 b	18,23 c	18,39 c	13,94 b	13,98 b	39,87 c	6,64 b
Prata-Anã	37,26 c	35,20 b	18,02 c	17,48 c	13,76 b	13,78 b	44,41 b	6,73 b
Maçã	37,52 c	35,93 b	16,86 c	16,92 c	13,29 b	13,63 b	34,74 d	5,62 b
Mysore	33,20 d	32,15 c	16,40 c	16,29 c	11,94 c	11,97 c	38,39 c	4,56 c
Pacovan	39,03 c	36,03 b	19,57 b	19,35 c	15,17 b	15,22 b	38,74 c	6,44 b
Terrinha	40,38 c	36,92 b	24,15 a	24,58 a	17,92 a	17,78 a	42,67 b	12,51 a
Marmelo	46,07 b	44,13 a	22,84 a	22,34 b	17,71 a	17,50 a	33,19 d	8,22 b
Prata-Graúda	41,61 b	38,41 b	21,38 b	21,72 b	17,52 a	17,80 a	32,37 d	4,10 c
Caju	34,34 d	32,63 c	19,21 b	18,70 c	15,40 b	15,00 b	46,34 b	5,16 c
Média	38,66	36,79	19,49	19,39	15,61	15,62	39,64	5,77
CV (%)	5,85	6,25	5,30	6,81	7,04	7,51	10,65	23,20

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

A massa dos frutos reduziu, em média, cerca de 8% com o amadurecimento. Entretanto, a massa fresca da polpa madura aumentou, em média, 5,6% em relação à da polpa verde, o que reflete a migração de água da casca para a polpa. Além disso, em todos os cultivares houve redução média de cerca de 5% no teor de matéria seca da polpa madura em relação à polpa verde (Tabela 3). Isso também é resultado da migração de água da casca para a polpa e do consumo de carboidratos na respiração, à medida que o fruto amadurece (SALOMÃO, 1995).

A massa fresca dos frutos verdes oscilou de 60,60 a 248,74 g, com destaque para ‘Caru-Roxa’ e ‘Marmelo’, com maiores médias; e ‘Ouro’ e ‘Mysore’, com massa fresca dos frutos inferior à dos demais cultivares (Tabela 3). Além disso, a ‘Caru-Roxa’ e a ‘Ouro’ também apresentaram maior e menor diâmetro, respectivamente. A ‘Caru-Roxa’ e a ‘Marmelo’ apresentaram a maior massa fresca dos frutos maduros; além disso, a polpa com maior massa nos dois estádios de maturação foi alcançada pela ‘Caru-Roxa’, já a ‘Terrinha’ apresentou a maior porcentagem de matéria seca, nos dois estádios de maturação. Os cultivares dos grupos AAA e AAAB apresentaram os menores teores de matéria seca na polpa verde. As diferenças no teor de matéria seca entre os cultivares são resultantes do teor de amido da polpa, conforme discutido no Capítulo 2, uma vez que essas duas variáveis estão diretamente relacionadas. Na polpa madura, as porcentagens médias de matéria seca oscilaram de 23,63 a 37,38% (Tabela 3), semelhante aos observados por Jesus et al. (2004), de 21,1 a 32,3%.

A relação polpa/casca verde variou de 1,18 a 2,26 (Tabela 3). Os cultivares com maior relação polpa/casca e, conseqüentemente, maior rendimento de polpa foram ‘Maçã’ e ‘Ouro’. Verificou-se que esses cultivares, apesar do diâmetro e comprimento reduzidos, apresentaram os maiores rendimentos de polpa, em razão de serem frutos com casca mais fina e delicada, portanto com menor massa de casca.

Nos frutos maduros, a relação polpa/casca teve aumento médio de 53% em relação aos frutos verdes, conseqüência da migração de água da casca para a polpa na maturação, em razão do gradiente de pressão osmótica, resultante da maior concentração de açúcares na polpa, em relação à casca. Além disso, a casca perde água para o meio ambiente, pelo processo de transpiração, o que reduz a massa da casca e provoca incremento na relação polpa/casca (MATSUURA; FOLEGATTI, 2001). Ademais, as médias oscilaram de 1,43 a 4,18 (Tabela 3), com valores próximos à faixa encontrada por Cerqueira et al. (2002), de 1,53 a 3,77; e Jesus et al.

(2004), de 1,60 a 4,09 para frutos no estágio 6. Pinheiro et al. (2006) também observaram aumento considerável da relação polpa/casca em frutos no estágio 7, em relação ao estágio 3. A ‘Ouro’ apresentou a maior relação polpa/casca quando madura e, conseqüentemente, maior rendimento de polpa. Nota-se que esse cultivar, apesar do diâmetro e comprimento reduzidos, apresentou maior rendimento de polpa, devido ao fato de a casca ser mais fina e delicada, apresentando massa reduzida.

O rendimento de polpa é parâmetro de qualidade importante tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria de produtos concentrados. Os cultivares cujas frutas têm alto rendimento de polpa apresentam maiores rendimentos no processamento dos produtos finais (concentrados), o que pode representar maior lucratividade para as indústrias (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Observaram-se mudanças nos aspectos físicos da casca madura em relação à casca verde, como a redução na média geral da massa fresca e na espessura da casca e acréscimo no percentual de matéria seca, em razão da perda de água pela casca, com o amadurecimento dos frutos (Tabela 4). Além disso, verificou-se aumento da relação polpa/casca nos frutos maduros, ocasionado pela redução da massa fresca da casca madura. A casca da ‘Marmelo’ apresentou a maior massa fresca, tanto verde quanto madura. As menores médias para massa fresca, em ambos os estádios de maturação, foram da ‘Ouro’ e da ‘Mysore’ mais a ‘Maçã’ na casca verde (Tabela 4).

Para a porcentagem de matéria seca na casca, houve aumento de 19% com o amadurecimento dos frutos (Tabela 4); isso reflete a perda de água da casca madura pela transpiração e migração para a polpa, ao contrário do que ocorre na polpa. A ‘Marmelo’ e ‘Maçã’ apresentaram maior porcentagem de matéria seca em ambos os estádios de maturação, além da ‘Ouro’, que também apresentou alta porcentagem na casca madura. É oportuno ressaltar que a ‘Maçã’ e a ‘Ouro’, apesar de exibirem massa fresca reduzida, nos dois estádios de maturação, apresentaram-se entre os cultivares com as maiores médias de porcentagem de matéria seca da casca nos dois estádios.

A ‘Marmelo’ e ‘Prata-Graúda’ destacaram-se com a casca mais espessa nos dois estádios de maturação, juntamente com a ‘Caru-Roxa’, que também apresentou casca espessa quando verde. Verificou-se redução na espessura da casca verde para a madura, com a ‘Caju’ e ‘Marmelo’ apresentando menor variação na espessura entre os dois estádios, com 0,68 mm e 0,79 mm, respectivamente; já a ‘Nanica’, com 1,69 mm, apresentou maior variação (Tabela 4).

Tabela 3 – Valores médios da massa fresca dos frutos, massa fresca da polpa, porcentagem de matéria seca da polpa, relação polpa/casca e respectivos coeficientes de variação (CV%) dos frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Massa fresca do fruto		Massa fresca da polpa		Matéria seca da polpa		Polpa/casca	
	Verde	Maduro	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
	-----g-----				-----%-----		-----	
Ouro	60,60 d	51,81 e	40,57 d	41,84 e	33,63 b	31,88 b	2,00 a	4,18 a
Nanica	133,92 c	114,57 d	73,22 c	76,40 d	26,63 d	24,75 d	1,20 c	2,03 c
Nanicão	178,20 b	155,18 c	100,48 b	106,77 c	29,25 c	26,38 c	1,29 c	2,21 c
Caru-Verde	200,55 b	192,12 b	123,26 b	131,76 b	26,50 d	25,88 d	1,60 b	2,18 c
Caru-Roxa	248,74 a	234,56 a	156,55 a	164,43 a	24,63 d	23,63 d	1,72 b	2,59 b
Caipira	106,83 c	103,11 d	68,05 c	74,06 d	25,75 d	24,88 d	1,75 b	2,60 b
Prata	120,27 c	117,92 d	72,20 c	80,46 d	32,13 b	28,88 c	1,50 c	2,15 c
Prata-Anã	111,71 c	103,38 d	63,08 c	68,20 d	32,00 b	31,25 b	1,30 c	1,97 c
Maçã	109,19 c	107,07 d	77,69 c	79,32 d	29,88 c	30,00 b	2,26 a	2,82 b
Mysore	79,85 d	75,69 e	50,18 d	56,73 e	29,25 c	27,38 c	1,67 b	2,98 b
Pacovan	139,46 c	123,53 d	74,99 c	77,82 d	33,38 b	31,75 b	1,18 c	1,72 c
Terrinha	153,41 c	149,85 c	87,19 c	97,18 d	39,38 a	37,38 a	1,31 c	1,84 c
Marmelo	241,26 a	221,99 a	130,82 b	130,47 b	33,00 b	33,63 b	1,18 c	1,43 c
Prata-Graúda	189,76 b	166,79 c	108,67 b	108,33 c	25,88 d	24,00 d	1,33 c	1,86 c
Caju	111,05 c	104,55 d	66,81 c	73,14 d	29,63 c	27,75 c	1,50 c	2,41 c
Média	145,65	134,80	86,25	91,12	30,06	28,62	1,52	2,33
CV (%)	14,40	13,94	17,17	15,63	4,51	6,77	11,43	15,63

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

Tabela 4 – Valores médios da massa fresca, porcentagem de matéria seca, espessura da casca e respectivos coeficientes de variação (CV%) da casca verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Massa fresca da casca		Matéria seca da casca		Espessura da casca	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
	-----g-----		-----%-----		-----mm-----	
Ouro	20,03 f	9,97 e	12,62 b	17,75 a	2,84 d	1,53 c
Nanica	60,70 d	38,17 d	10,37 c	14,13 b	4,63 b	2,94 b
Nanicão	77,72 c	48,40 c	12,37 b	15,25 b	4,71 b	3,13 b
Caru-Verde	77,28 c	60,36 b	13,87 b	15,63 b	4,88 b	3,52 b
Caru-Roxa	91,06 b	70,12 b	12,75 b	15,00 b	5,22 a	3,68 b
Caipira	38,78 e	29,05 d	11,25 c	12,38 b	3,74 c	2,27 c
Prata	48,07 e	37,46 d	11,65 c	13,75 b	4,63 b	2,98 b
Prata-Anã	48,62 e	35,18 d	12,50 b	14,00 b	4,23 b	3,10 b
Maçã	34,12 f	27,75 d	16,12 a	18,13 a	3,45 c	2,28 c
Mysore	29,68 f	18,96 e	12,37 b	16,25 b	3,14 d	1,63 c
Pacovan	64,47 d	48,70 d	12,50 b	14,38 b	4,69 b	3,43 b
Terrinha	66,21 d	52,67 c	13,22 b	14,25 b	4,35 b	3,29 b
Marmelo	110,43 a	91,52 a	16,75 a	20,13 a	5,38 a	4,59 a
Prata-Graúda	81,09 c	58,45 b	10,75 c	12,88 b	5,32 a	4,09 a
Caju	48,24 e	31,40 d	13,75 b	15,88 b	3,93 c	3,25 b
Média	59,76	43,87	12,85	15,31	4,34	3,04
CV (%)	11,36	14,62	7,89	14,16	9,63	17,24

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

Na polpa verde os cultivares Caipira, Maçã e Marmelo apresentaram menores índices do coeficiente C^* e elevados índices do ângulo Hue^* , demonstrando ser os cultivares de polpas mais claras. Entretanto, os parâmetros de cor indicam que a ‘Terrinha’ e a ‘Caru-Roxa’, mesmo no estágio de cor 1, apresentaram a coloração da polpa alaranjada, diferente dos demais cultivares de polpa clara (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios dos parâmetros de cor da polpa verde e madura, cor da polpa madura e respectivos coeficientes de variação (CV%) de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Polpa verde		Polpa madura		Cor da polpa madura
	C*	Hue*	C*	Hue*	
Ouro	30,81 b	85,74 a	36,96 a	82,70 c	Amarela
Nanica	26,85 c	87,09 a	34,16 a	85,93 c	Amarela
Nanicão	27,79 c	87,00 a	34,65 a	84,30 c	Amarela
Caru-Verde	30,42 b	80,46 b	36,55 a	78,25 d	Alaranjada
Caru-Roxa	30,97 b	77,71 c	35,76 a	75,74 d	Alaranjada
Caipira	23,20 d	88,84 a	29,35 b	88,36 b	Creme
Prata	26,48 c	85,34 a	33,85 a	87,02 c	Creme
Prata-Anã	27,35 c	85,85 a	33,63 a	85,21 c	Creme
Maçã	24,20 d	90,11 a	29,84 b	89,14 b	Creme
Mysore	28,67 c	82,41 b	35,57 a	83,08 c	Amarela
Pacovan	26,28 c	86,34 a	32,97 a	85,66 c	Creme
Terrinha	35,62 a	73,44 c	38,87 a	72,10 e	Alaranjada
Marmelo	21,35 d	93,29 a	23,71 c	94,72 a	Branco
Prata-Graúda	26,98 c	89,25 a	31,97 a	89,71 b	Creme
Caju	27,79 c	85,71 a	36,63 a	82,60 c	Amarela
Média	27,65	85,23	33,63	84,30	-----
CV (%)	7,80	3,60	8,27	2,70	-----

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

Com a maturação dos frutos, verificou-se na polpa, aumento da intensidade de cor (C*), enquanto o ângulo Hue* reduziu-se (Tabela 5). Isso indica que a polpa fica mais amarela/alaranjada com o amadurecimento. A polpa da ‘Marmelo’, mesmo madura, continua na cor branca. No entanto, a polpa da ‘Terrinha’ quando madura apresentou maior intensidade da cor amarela/alaranjada. Dos cultivares avaliados, grande parte apresentaram a polpa amarela ou creme. Constatou-se que os cultivares com polpa alaranjada, tanto nos frutos verdes quanto maduros, apresentaram o maior teor de carotenoides em comparação com aqueles de polpa branca ou creme, como mostrado no Capítulo 3. Fungo e Pillay (2011) também verificaram essa tendência.

Para a casca verde, a diferença mais acentuada foi observada em ‘Caru-Roxa’, que apresenta, naturalmente, coloração diferenciada da dos demais cultivares, com casca roxo- escura (Tabela 6). Para os demais cultivares, foi pequena a variação da cor verde, uma vez que se procurou colher os cachos no mesmo estágio de desenvolvimento de todos os cultivares. Pequenas variações na tonalidade de verde são devidas a características de cada cultivar avaliado.

Tabela 6 – Valores médios dos parâmetros de cor e respectivos coeficientes de variação (CV%) da casca verde e madura de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Casca verde		Casca madura	
	C*	Hue*	C* ¹	Hue*
Ouro	26,13 a	119,59 a	40,34 a	83,68 b
Nanica	23,12 b	119,91 a	30,63 b	93,37 a
Nanicão	23,77 b	121,18 a	33,01 b	94,87 a
Caru-Verde	23,66 b	119,87 a	32,60 b	84,91 b
Caru-Roxa	8,65 c	66,42 b	21,42 c	50,93 c
Caipira	23,20 b	119,89 a	33,12 b	86,97 b
Prata	27,06 a	118,05 a	37,97 a	87,53 b
Prata-Anã	25,95 a	118,54 a	37,53 a	87,63 b
Maçã	28,21 a	118,36 a	39,07 a	86,45 b
Mysore	25,03 a	119,58 a	38,46 a	85,01 b
Pacovan	23,17 b	119,79 a	35,59 a	87,42 b
Terrinha	25,20 a	118,17 a	33,54 b	85,61 b
Marmelo	23,20 b	116,55 a	32,88 b	82,85 b
Prata-Graúda	23,53 b	119,06 a	37,77 a	85,59 b
Caju	22,04 b	122,17 a	36,58 a	85,07 b
Média	23,46	108,60	34,70	84,52
CV (%)	7,16	2,01	7,83	2,51

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,05$).

A casca madura apresentou coloração amarela intensa, demonstrada pelos valores do ângulo Hue*, com exceção da 'Nanica', 'Nanicão' e 'Caru-Roxa'. A 'Nanica' e 'Nanicão' exibiram coloração próxima ao amarelo-esverdeado, mesmo com a polpa já macia. A 'Caru-Roxa' apresentou os menores valores de intensidade de cor e Hue*, indicando casca com coloração vermelha nos frutos maduros (Tabela 6).

A mudança de cor da casca do estágio de cor 1 para 6 é caracterizada pelo decréscimo nos teores de clorofila, evidenciando o aparecimento da coloração amarela. Essa mudança de cor é consequência da ação enzimática na estrutura da clorofila, permitindo a evidenciação dos carotenoides (NEWILAH et al., 2009) sem, no entanto, haver síntese mensurável, como verificado na polpa.

A cor está ligada à atratividade para o consumidor. A banana apresentando coloração mais intensa e brilhante parece atrair mais. Além disso, remete ao fato de que adquirindo um fruto com casca totalmente amarela pode ser a garantia de que o fruto está maduro, e com todas as características organolépticas presentes, além de poder ser consumido imediatamente.

Ao questionarem 30 provadores quanto à cor da casca de banana Prata-Anã no momento da compra, Viviani e Leal (2007) observaram maior índice de preferência para os frutos que apresentavam coloração considerada ideal para consumo (amarelo intenso), em comparação com frutos com a casca amarela com partes verdes. No caso da 'Caru Roxa', a coloração vermelha da casca e amarela/alaranjada da polpa poderia ser fator de atração do consumidor no ato da compra do fruto, desde que o consumidor deixasse de associar a coloração roxa da casca com cultivares comumente adquiridos para cozimento ou fritura, como observado por Matsuura et al. (2004).

Os resultados do teor de sólidos solúveis e acidez titulável da polpa e da casca estão apresentados na Tabela 7. A diferença entre os teores de sólidos solúveis é dependente do cultivar e do estágio de maturação dos frutos.

Tabela 7 – Teores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e respectivos coeficientes de variação (CV%) da polpa e da casca verde e madura de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Polpa				Casca	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
	SS (°Brix) ¹	SS (°Brix) ¹	AT (%) ¹	AT (%) ¹	AT (%) ²	AT (%) ¹
Ouro	3,84 b	29,04 a	0,23 a	0,44 c	0,15 b	0,33 b
Nanica	3,95 b	24,37 c	0,25 a	0,35 c	0,17 b	0,27 b
Nanicão	5,06 b	25,34 b	0,23 a	0,37 c	0,15 b	0,24 b
Caru-Verde	4,13 b	24,92 b	0,22 a	0,45 c	0,12 b	0,31 b
Caru-Roxa	4,74 b	22,62 c	0,24 a	0,34 c	0,17 b	0,29 b
Caipira	6,30 a	22,01 c	0,21 a	0,41 c	0,13 b	0,22 b
Prata	3,87 b	27,92 a	0,17 b	0,61 b	0,16 b	0,35 b
Prata-Anã	4,88 b	27,54 a	0,21 a	0,61 b	0,15 b	0,37 a
Maçã	5,88 a	25,68 b	0,14 b	0,56 b	0,20 a	0,41 a
Mysore	5,90 a	25,09 b	0,28 a	0,70 a	0,21 a	0,47 a
Pacovan	5,76 a	27,64 a	0,17 b	0,61 b	0,16 b	0,29 b
Terrinha	6,22 a	29,53 a	0,18 b	0,73 a	0,21 a	0,45 a
Marmelo	4,37 b	22,41 c	0,16 b	0,62 b	0,18 a	0,30 b
Prata-Graúda	3,66 b	23,39 c	0,20 a	0,52 b	0,21 a	0,37 a
Caju	5,02 b	25,11 b	0,21 a	0,59 b	0,14 b	0,32 b
Média	4,90	25,50	0,20	0,52	0,16	0,33
CV (%)	17,59	5,86	14,48	11,99	21,24	19,67

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,05$).

A polpa verde apresentou baixo teor de sólidos solúveis, com média geral cerca de cinco vezes inferior à polpa madura. A ‘Caipira’, ‘Maçã’, ‘Mysore’, ‘Pacovan’ e ‘Terrinha’ foram agrupados no grupo com as maiores médias na polpa verde (Tabela 7). Em Uganda, Ferris et al. (1999) avaliaram diferentes cultivares de banana e não encontraram diferenças no teor de sólidos solúveis dos frutos no estágio 1 (casca totalmente verde). Entretanto, para os frutos entre os estádios 3 (casca mais

verde que amarela) e 7 (casca amarela com áreas marrons), as diferenças tornaram-se mais evidentes. Os frutos verdes apresentam grande porcentagem de amido, que é hidrolisado com o amadurecimento, resultando no acúmulo de açúcares, sendo o teor de sólidos solúveis indicativo do teor de açúcares existente na fruta.

Para a polpa madura, as médias oscilaram de 22,01 a 29,53 °Brix (Tabela 7), pouco acima das relatadas por Jesus et al. (2004), de 19,8 a 27,4%, com destaque para a ‘Ouro’ (AA) e ‘Prata’, ‘Prata-Anã’, ‘Pacovan’ e ‘Terrinha’ (AAB).

Com relação à acidez titulável, houve acréscimo considerável na polpa madura, em relação à verde (Tabela 7), o que também foi observado por Nascimento Junior et al. (2008). Entretanto, Pinheiro et al. (2006) observaram pequena variação entre o estágio de cor 3 para o estágio 7, para banana ‘Maçã’.

As médias variaram de 0,14 a 0,28% para polpa verde (Tabela 7), sendo superiores aos relatados por Ramos et al. (2009) de 0,08 a 0,18% para frutos de 12 cultivares. Para a polpa madura, as médias oscilaram de 0,34 a 0,73%, sendo próximas ao relatado por Gomes et al. (2007), com médias oscilando de 0,38 a 0,81%, e superiores ao observado por Jesus et al. (2004), com médias de 0,25 a 0,54%, e ambos avaliaram a polpa madura de 10 genótipos de banana. Na polpa madura, a presença do genótipo B nos cultivares parece resultar em aumento da acidez (Tabela 7). No caso da ‘Mysore’ (AAB), a elevada acidez pode ser facilmente percebida quando se consome o fruto. Da mesma forma, a baixa acidez pode ser percebida quando se consome a ‘Nanica’ e ‘Nanicão’ (AAA).

Na casca houve a formação de apenas dois grupos de médias para a porcentagem de acidez em ambos os estádios de maturação, com destaque para ‘Maçã’, ‘Mysore’, ‘Terrinha’, ‘Marmelo’ e ‘Prata-Graúda’, nos dois estádios, mais a ‘Prata-Anã’ na casca madura (Tabela 7). Segundo Bleinroth (1995), a banana no estágio verde caracteriza-se por apresentar baixa acidez, que aumenta com o decorrer do amadurecimento até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para posteriormente decrescer, indicando início da senescência.

A altura média das plantas variou de 2,25 a 6,15 m. A ‘Nanica’ apresentou o menor porte, enquanto a ‘Prata’, ‘Pacovan’, ‘Caru-Roxa’ e ‘Caru-Verde’ foram os cultivares de maior porte (Tabela 8). Moreira (1999) classificou a altura da bananeira em quatro portes: plantas com até 2 m (baixo), 2 a 3,5 m (médio), 3,5 a 6 m (alto) e acima de 6 m (muito alto). Os cultivares mais difundidos no Brasil, ‘Nanica’, ‘Nanicão’ e ‘Prata-Anã’, apresentaram as menores alturas, juntamente com a ‘Terrinha’ e a ‘Ouro’.

Tabela 8 – Altura da planta (ALT), diâmetro do pseudocaule (DIA), comprimento do pecíolo (CP), comprimento do limbo foliar (CLF), largura do limbo foliar (LLF), relação comprimento do limbo foliar e largura do limbo foliar (CLF/LLF), posição das folhas (PF) e respectivos coeficientes de variação (CV%) de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	ALT	DIA	CP	CLF	LLF	CLF/LLF	PF
	--m--	-----cm-----					
Ouro	3,73 d	23,55 c	46,20 c	249,80 c	65,80 b	3,82 b	Ereta
Nanica	2,25 e	28,26 b	27,00 d	185,80 d	84,20 a	2,21 d	Pendente
Nanicão	3,72 d	29,63 b	40,60 c	259,80 c	91,20 a	2,85 c	Pendente
Caru-Verde	5,76 a	35,26 a	55,40 b	288,80 b	82,60 a	3,52 b	Pendente
Caru-Roxa	6,09 a	36,73 a	60,40 b	288,40 b	90,00 a	3,21 c	Pendente
Caipira	4,63 b	27,82 b	69,20 a	305,00 b	85,80 a	3,55 b	Pendente
Prata	6,15 a	35,34 a	65,20 a	325,00 a	88,60 a	3,67 b	Pendente
Prata-Anã	3,68 d	34,69 a	45,20 c	220,00 d	84,40 a	2,60 d	Pendente
Maçã	4,08 c	26,99 b	73,60 a	251,40 c	70,40 b	3,54 b	Arcada
Mysore	4,41 b	24,70 c	50,80 c	216,00 d	72,20 b	2,98 c	Pendente
Pacovan	6,15 a	34,50 a	66,60 a	351,60 a	84,00 a	4,21 a	Pendente
Terrinha	3,69 d	22,02 c	44,80 c	219,20 d	81,80 a	2,68 d	Pendente
Marmelo	4,43 b	25,02 c	49,40 c	231,20 c	75,80 b	3,04 c	Arcada
Prata-Graúda	4,33 b	34,25 a	49,80 c	234,60 c	82,60 a	2,84 c	Arcada
Caju	4,02 c	26,47 b	58,80 b	239,80 c	80,00 a	3,00 c	Pendente
Média	4,47	29,68	53,53	257,76	81,29	3,18	-----
CV (%)	5,56	7,78	14,94	8,90	7,49	9,45	-----

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

A altura da bananeira é importante do ponto de vista fitotécnico e de melhoramento, pois influencia na densidade de plantio, no manejo da cultura e no tombamento de plantas, interferindo diretamente na produção (SANTOS et al., 2006). A altura elevada de alguns cultivares pode influenciar a perda de área foliar das plantas em função da ação do vento, sobretudo em regiões onde há ocorrência de ventos fortes. Eckstein (1994), citado por Robinson e Saúco (2010), avaliando o efeito da dilaceração pelo vento (em segmentos de limbo de 100, 50, 25 e 12 mm de

largura), de folhas de bananeira ‘Nanica’, observaram que a eficiência fotossintética foi reduzida em 11%, 20% e 33% para folhas segmentadas a cada 50, 25 e 12 mm, respectivamente. A perda de área foliar fotossinteticamente ativa, devido ao fendilhamento das folhas, produz perdas significativas de produção.

Quanto ao diâmetro do pseudocaule, observou-se que os cultivares com maior diâmetro são também os mais altos, com exceção da ‘Prata-Anã’ e ‘Prata-Graúda’, que se destacaram no grupo com maiores diâmetros (Tabela 8). O diâmetro do pseudocaule é uma característica importante no melhoramento genético da bananeira, pois está relacionado ao vigor e reflete a capacidade de sustentação do cacho pela planta (SILVA et al., 2002).

A ‘Prata’ e a ‘Pacovan’ apresentaram os maiores comprimentos totais de plantas, ultrapassando os 10 m, quando somados à altura do pseudocaule, o comprimento do pecíolo e o comprimento do limbo foliar. Para a largura do limbo, 11 cultivares foram agrupados no grupo com as maiores larguras, incluída a ‘Prata’ e ‘Pacovan’, tendo este último cultivar a maior relação comprimento/largura do limbo.

A área foliar total das plantas é importante, sendo responsável pela produção de assimilados, implicando maior massa do cacho (MOREIRA, 1999). Segundo esse autor, não se pode extrapolar, para diferentes cultivares, a relação entre o peso do cacho e a área foliar, pois essas relações são específicas. Esse pode ser o caso da ‘Nanica’, que, apesar de apresentar limbo curto, produz cachos com peso considerável. Entretanto, a ‘Prata’, apesar de possuir limbo foliar extenso, produz cacho pequeno. A posição das folhas predominantes nos cultivares avaliados é do tipo pendente.

4. CONCLUSÕES

O cultivar, bem como o estágio de maturação, influenciou todas as características avaliadas nos frutos, com exceção do comprimento total e comercial, que não variou com o amadurecimento dos frutos.

O cultivar ‘Ouro’ (AA) apresenta os frutos mais curtos e com menor diâmetro, além de mais firmes quando verdes.

Os frutos e a polpa da ‘Caru-Roxa’ (AAA) apresentam massa fresca superior aos demais cultivares analisados. Entretanto, os frutos da ‘Terrinha’ (AAB) e a casca da ‘Marmelo’ (ABB) apresentam maior massa seca e massa fresca, respectivamente nos dois estádios de maturação.

O teor de sólidos solúveis na polpa madura é cinco vezes maior que na polpa verde. A polpa possui maior porcentagem de acidez titulável, se comparada à casca, em ambos os estádios de maturação.

Os cultivares com maior diâmetro do pseudocaule são também os mais altos, com exceção da ‘Prata-Anã’ e ‘Prata-Graúda’, que apresentaram apenas diâmetros maiores. A ‘Prata’ e a ‘Pacovan’ são os cultivares mais altos.

5. REFERÊNCIAS

BLEINROTH E. W. Matéria-prima. In: **Banana** - Matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas, SP: ITAL, 1995. p. 133-196.

CERQUEIRA, R. C.; SILVA, S. O.; MEDINA, V. M. Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 654-657, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785 p.

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

EMBRAPA. **Sistema de produção da bananeira irrigada**. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fonteshtml/Banana/BananeiraIrigada/cultivares.htm>>. Acesso em: 5 Ago. 2014.

FERRIS, R. S. B.; ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. Fruit quality evaluation of plantains, plantain hybrids, and cooking bananas. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 1, p. 73-81, 1999.

FUNGO, R.; PILLAY, M. β -carotene content of selected banana genotypes from Uganda. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 28, p. 5423-5430, 2011.

GOMES, M. C.; VIANA, A. P.; OLIVEIRA, J. G.; PEREIRA, M. G.; GONCALVES, G. M.; FERREIRA, C. F. Avaliação de germoplasma elite de bananeira. **Revista Ceres**, v. 54, n. 312, p. 185-190, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. p. 83-160 e 739-758. (1^a. Ed. Digital).

JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, v. 63, n. 3, p. 315-323, 2004.

MATSUURA, F. C. A.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. I. S. *Marketing* de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 48-52, 2004.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Banana: pós-colheita.** 1. ed. Brasília: EMBRAPA-SCT; EMBRAPA-CNPMF, 2001. 71 p. (Frutas do Brasil, 16).

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1260, 1992.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1999. 657 p.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B.; OZORIO, L. P.; REZENDE, C. M.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 649-658, 2008.

NEWILAH, G. N.; DHUIQUE-MAYER, C.; ROJAS-GONZALEZ, J.; TOMEKPE, K.; FOKOU, E.; ETOA, F. X. Carotenoid contents during ripening of banana hybrids and cultivars grown in Cameroon. **Fruits**, v. 64, n. 4, p. 197-206, 2009.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; SILVA, S. O.; CECON, P. R.; PUSCHMANN, R.; JESUS, O. N.; CERQUEIRA, R. C. Susceptibilidade à queda natural e caracterização dos frutos de diversos genótipos de bananeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 3, 2004.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; MESQUITA, C. T.; DOLL, E. T. Pós-colheita de bananas-maça submetidas ao 1-mcp e armazenadas à temperatura ambiente. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 323-328, 2006.

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. Edição Especial.

ROBINSON, J. C.; SAÚCO, G. V. **Bananas and plantains.** 2. ed. Oxford: CAB International, 2010. 311 p. (Crop production science in horticulturae series, 19).

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira 'Prata Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 755-762, 2009.

RUIZ, G. A. C. **Relação entre componentes da parede celular e atividade enzimática no pedicelo e a suscetibilidade de bananas ao despencamento natural**. 2003. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SAEG – **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.

SALOMÃO, L. C. C. **Efeitos do envoltório plástico no desenvolvimento e na maturação pós-colheita de frutos de banana (*Musa AAB*) ‘Mysore’**. 1995. 104 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

SANTOS, S. C.; CARNEIRO, L. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; PANIAGO JUNIOR, E.; FREITAS, H. G.; PEIXOTO, C. N. caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes a sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no Sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 449-453, 2006.

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 da Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 152 p. (Documentos, 90).

SILVA, S. O.; FLORES, J. C.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, 2002.

SILVA, S. O.; SANTOS-SEREJO, J. A.; CORDEIRO, Z. J. M. Variedades. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. 1. ed. Cruz das Almas, BA, 2004. p. 45-55.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; MARTIN, R. L. Caracterização do cultivar de bananeira ‘Figo-Cinza’ em dois ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 461-465, 2011. Volume especial.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana Prata-Anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.

CAPÍTULO 2

CARBOIDRATOS, COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPAS E CASCAS VERDES E MADURAS DE 15 CULTIVARES DE BANANA

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram quantificar e comparar os teores de carboidratos e de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante na polpa e na casca de bananas de 15 cultivares, em dois estádios de maturação. Foram colhidos quatro cachos por cultivar, na fase pré-climatérica (casca do fruto verde), sendo utilizados seis frutos por unidade amostral. Os frutos foram analisados na fase pré-climatérica e após o amadurecimento (casca do fruto completamente amarela). Foram avaliados os teores de açúcares solúveis totais, redutores e não redutores, de amido e de compostos fenólicos totais, além da atividade antioxidante. O cultivar, bem como o estágio de maturação, influenciou todas as características avaliadas. A polpa e casca verdes apresentam pequena porcentagem de açúcares, porém alta porcentagem de amido, com destaque para a ‘Terrinha’ e a ‘Marmelo’. Os cultivares dos grupos genômicos AAB e ABB apresentam maior porcentagem de amido, em comparação com os cultivares dos grupos AA e AAA. Houve aumento significativo na porcentagem de açúcares na casca e na polpa com a maturação dos frutos, em razão da hidrólise do amido. Os cultivares Terrinha e Marmelo apresentaram ampla predominância de

açúcares redutores, em relação aos açúcares não redutores, na polpa madura. Os frutos desses dois cultivares apresentaram, mesmo na polpa madura, elevada porcentagem de amido, o que é típico das bananas do tipo plátano. Para os compostos fenólicos totais, o maior teor foi observado na casca madura, seguida pela polpa madura, casca e polpa verdes, com destaque para a ‘Terrinha’, em todas as partes e estádios avaliados. O potencial antioxidante foi maior na casca madura, seguida pela casca verde, polpa madura e verde. A casca madura apresenta potencial três vezes maior em relação à polpa verde. Frutos dos cultivares Terrinha, Marmelo, Maçã, Ouro e Caru-Verde se destacaram quanto a carboidratos, compostos fenólicos e atividade antioxidante, o que poderia justificar ações para ampliar a área plantada e o consumo desses frutos.

Palavras-chave: *Musa* spp.; Açúcares; Amido; Atividade antioxidante; Polpa; Casca.

CHAPTER 2

CARBOHYDRATES, PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN UNRIPE AND RIPE PULP AND PEEL OF 15 BANANA CULTIVARS

ABSTRACT

The objective was to quantify and compare the levels of carbohydrates and total phenolic compounds and the antioxidant activity in the pulp and peel of 15 banana cultivars in two ripening stages. Four bunches were harvested by cultivar in the pre-climacteric stage (peel color green), six fruits were used by sample unit. The fruits were analyzed in the pre-climacteric stage and after ripening (peel color completely yellow). The total, reducing and non-reducing soluble sugars, starch and total phenolic compounds were evaluated, besides to antioxidant activity. The cultivar and the ripening stages influenced all characteristics analyzed. The unripe pulp and peel had small percentage of sugar, but high percentage of starch, especially 'Terrinha' and 'Marmelo'. The cultivars of AAB and ABB genomic groups presented the highest percentages of starch, when compared to cultivars of the AA and AAA groups. There was a significant increase in the percentage of sugar in the peel and pulp along the ripening of fruits, due to the hydrolysis of starch. Terrinha and Marmelo cultivars showed wide predominance of reducing sugars in relation to non-reducing sugars in ripe pulp. The fruits of these two cultivars showed, even in the

ripe pulp, high percentage of starch, which is typical of plantains type. For the phenolic compounds, the highest content was observed in ripe peel, followed by ripe pulp and unripe peel and pulp, highlighting the ‘Terrinha’ in all parts and stages evaluated. The antioxidant potential was higher in ripe peel, followed by unripe peel, ripe and unripe pulp. The ripe peel has a antioxidant potential three times higher compared to the green pulp. Fruits of the cultivars Terrinha, Marmelo, Maçã, Ouro and Caru-Verde stood out as for the carbohydrates, phenolic compounds and antioxidant activity, which could be the reasons to expand the planted area and the consumption of the fruit.

Keywords: *Musa* spp.; Sugars; Starch; Antioxidant activity; Pulp; Peel.

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta importante em diversas regiões do mundo, em razão de ser um produto relativamente barato, além de poder ser consumida longe dos locais onde é produzida, sendo, portanto, acessível às populações de todas as regiões e classes sociais. A casca da banana constitui-se em uma embalagem individual, higiênica e de fácil remoção, tornando o manuseio prático e conveniente. A ausência de sementes e a disponibilidade durante todo o ano também contribuem para a sua aceitação (LICHTENBERG, 1999).

Na grande maioria das vezes, o fruto é consumido maduro, devido ao seu alto teor de açúcar e aos aspectos sensoriais, ou verdes, em pratos da culinária típica de algumas regiões, devido ao alto teor de amido (RODRÍGUEZ-AMBRIZ et al., 2008). A polpa de banana, quando verde, não apresenta sabor agradável, por tratar-se de massa com alto teor de amido e baixos teores de açúcares e compostos aromáticos (RAMOS et al., 2009), sendo, portanto, necessária a utilização como farinhas da polpa e da casca (verde e madura) para aproveitar os nutrientes (ALKARKHI et al., 2011). A utilização pode ser feita de diversas formas, como a incorporação da farinha do fruto verde em vários produtos, como biscoitos (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). O consumo de bananas verdes (casca e polpa) confere efeitos benéficos para a saúde humana, devido ao elevado teor de amido resistente, o qual age no organismo como fibra alimentar (RODRÍGUEZ-AMBRIZ et al., 2008). Além disso, farinha de banana pode

ser importante fonte de polifenóis, compostos considerados antioxidantes naturais (VERGARA-VALENCIA et al., 2007).

Além da importância dos carboidratos, atenção tem sido direcionada para o estudo da atividade antioxidante presente nos mais diversos frutos. A presença de componentes antioxidantes, como os compostos fenólicos, na dieta humana está associada a efeitos protetores contra algumas doenças crônico-degenerativas relacionadas ao estresse oxidativo (HASSIMOTTO et al., 2005; MANACH et al., 2005), isto é, prevenindo a ação danosa dos radicais livres sobre proteínas, DNA e lipídios (ISABELLE et al., 2010). Ademais, os compostos antioxidantes apresentam ação comprovada em efeitos sinérgicos e propriedades de proteção contra várias doenças degenerativas, incluindo câncer, acidente vascular cerebral, doenças cardiovasculares, Parkinson e Alzheimer (KAWASAKI et al., 2008; ABDEL-HAMEED, 2009).

Na literatura científica, estão disponíveis número razoável de estudos com diversas frutas, objetivando a quantificação de compostos fenólicos e outros com potencial antioxidante, como em manga (RIBEIRO et al., 2008; KIM et al., 2010), uva (SPIGNO et al., 2009), maçã (VIEIRA et al., 2009), citros (XU et al., 2008), frutas nativas e exóticas (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011).

Alguns trabalhos demonstraram a ocorrência de diferentes tipos de antioxidantes, tanto em polpa quanto em cascas de banana (SOMEYA et al., 2002; MÉLO et al., 2006; LIM et al., 2007; GONZÁLEZ-MONTELONGO et al., 2010; FATEMEH et al., 2012; SHIAN et al., 2012). No entanto, em sua maioria são trabalhos com poucos cultivares, que avaliam os frutos em apenas um estágio de maturação e, em geral, apenas a polpa é avaliada. Portanto, há um número grande de cultivares de bananas, principalmente no Brasil, que ainda não foram estudados quanto à quantificação de compostos fenólicos e à avaliação da atividade antioxidante dos frutos, tanto na polpa quanto na casca, em diferentes estágios de maturação.

Dessa forma, objetivo-se com este estudo quantificar e comparar a porcentagem de carboidratos, o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante na polpa e na casca de 15 cultivares de banana em dois estágios de maturação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O local de coleta, as partes dos frutos utilizadas, os cultivares, os estádios de maturação, a quantidade de pencas e de frutos, a seleção e os tratamentos pós-colheita dos frutos foram os mesmos descritos no Capítulo 1. As amostras compostas para polpa e casca verde e madura foram acondicionadas em envoltório de alumínio e pesadas em balança semianalítica, identificadas, submetidas ao congelamento em nitrogênio líquido e acondicionadas em ultra-freezer a -80 °C até o momento das análises.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos (cultivares) e com quatro repetições (cachos), sendo seis frutos por unidade amostral. De cada cultivar, analisaram-se polpa verde e madura e casca verde e madura. Cada parte do fruto, bem como cada estágio de maturação, foi considerada um ensaio distinto, sendo avaliadas as seguintes características: açúcares solúveis totais, redutores e não redutores, amido, compostos fenólicos totais e potencial antioxidante.

Para determinação dos açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido, amostras de 500 mg da polpa e da casca dos frutos de cada cultivar, nos estádios de maturação 1 e 6, foram homogeneizadas em almofariz com etanol 80% a quente. Para facilitar a destruição do tecido, foi acrescentada areia lavada e esterilizada. Em seguida, o material foi transferido para tubos de centrífuga e centrifugado a 2000 g por 10 min. O precipitado sofreu mais três lavagens com etanol 80% a quente e foi centrifugado por mais três vezes, coletando-se os sobrenadantes e completando-se seus volumes combinados para 25 mL. Após, 10 mL

do extrato foram evaporados até a secura, em evaporador rotativo a vácuo com temperatura do banho ajustada para 50 °C, e o resíduo ressuspensionado em 5 mL de água destilada e armazenado em freezer a -20 °C até o momento das quantificações. Do extrato ressuspensionado, foram retiradas alíquotas para determinação dos açúcares solúveis totais, por reação com antrona (HODGE; HOFREITER, 1962).

O resíduo das extrações alcoólicas foi tratado com ácido perclórico 52% e água na proporção de 1: 1,3 e centrifugado a 2.000 g por 10 min, por três vezes, permitindo-se tempos de reação, anteriores à centrifugação, de 20, 30 e 20 min, para as três extrações, respectivamente. Os sobrenadantes obtidos foram combinados, completando-se o volume para 50 mL com água destilada, e utilizados para quantificação de amido pelo método de McCready et al. (1950), modificado por Patel (1970).

A quantificação de açúcares solúveis totais e de amido foi feita pela reação com antrona (9,10-dihydro-9-oxoanthracene), alterando-se a concentração do reagente para 0,1% em ácido sulfúrico (H₂SO₄ 28N) (Merk). Em tubos de ensaio com tampa rosqueável, foram tomadas alíquotas variando de 0,02 a 1,0 mL dos extratos da casca e da polpa, verde e madura, sendo o volume, quando necessário, completado para 1,0 mL com água destilada. Em seguida, com os tubos em banho de gelo, adicionaram-se a cada amostra 5 mL do reativo de antrona gelado, sendo o conteúdo homogeneizado em agitador de tubos. Após, os tubos foram mergulhados em recipiente com água fervente por 12 min e resfriados à temperatura ambiente em banho de gelo. Em seguida, fez-se a leitura da absorvância no comprimento de onda de 620 nm em espectrofotômetro. A curva-padrão para determinação espectrofotométrica dos açúcares e do amido foi feita com D-glicose, na concentração de 0,02 a 0,1 mg L⁻¹.

A quantificação de açúcares redutores foi realizada pelo método de Nelson (NELSON, 1944; SOMOGY, 1952). Alíquotas de 0,02 a 0,5 mL dos extratos da casca e da polpa, verde e madura, foram pipetadas em tubos de ensaio com tampa rosqueável, sendo o volume, quando necessário, completado para 0,5 mL, com água destilada, seguido da adição de 0,5 mL do reativo de Nelson. Em seguida, os tubos foram acondicionados em recipiente com água fervente por 20 min e resfriados à temperatura ambiente em banho de gelo. Após, adicionou-se 0,5 mL da solução arsenomolibdica, agitando-se os tubos por 3 min. Decorrido o tempo, adicionaram-se 3,5 mL de água destilada, seguida da leitura da absorvância no comprimento de onda

de 540 nm em espectrofotômetro. A curva-padrão para a determinação espectrofotométrica dos açúcares redutores foi feita com D-glicose, na concentração de 0,01 a 0,5 mg L⁻¹.

Os açúcares não redutores foram determinados por diferença entre os açúcares solúveis e açúcares redutores. Os resultados para açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido foram expressos em porcentagem com base na matéria fresca de cada parte avaliada.

Para a extração dos compostos fenólicos na polpa e casca, verde e madura, adotou-se a metodologia de Bloor (2001). Tomou-se 1,000 g do material vegetal, que foi macerado em almofariz com areia lavada. Após, o macerado foi transferido para erlemeyer de 50 mL, ao qual foram acrescentados 20 mL de uma mistura de metanol: água (80:20 v/v), deixando o sistema em repouso durante 16 h. Decorrido esse período, os extratos foram filtrados por gravidade em papel-filtro com poros de 28 µm de diâmetro. Depois, os solventes foram evaporados até a secura, em evaporador rotativo a vácuo, com temperatura ajustada para 55 °C, e o resíduo foi retomado em 5 mL da mesma mistura de solventes de onde havia sido extraído. Os extratos foram depositados em frascos de vidro envoltos em papel-alumínio.

O teor de fenólicos totais extraíveis foi determinado imediatamente após a extração, utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, USA), de acordo com a metodologia proposta por Singleton et al. (1999). Alíquotas de 0,5 mL de extrato foram colocadas em tubos de ensaio de 10 mL envoltos com papel-alumínio. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (20% v/v), procedeu-se à homogeneização em agitador de tubos, imediatamente após foi adicionado 0,5 mL de solução aquosa de carbonato de sódio (7,5%, m/v) e, novamente, procedeu-se à homogeneização. Esses tubos foram mantidos em repouso por 30 min no escuro. Decorrido o tempo, realizou-se a leitura das absorvâncias da mistura no comprimento de onda de 765 nm, em espectrofotômetro. O mesmo procedimento foi realizado com a utilização de um “branco”, que constou de uma solução constituída por todos os reagentes, substituindo-se o extrato vegetal por igual volume de metanol:água destilada (80:20, v/v). Quando necessário, os extratos foram diluídos. Uma curva-padrão de ácido gálico (Sigma-Aldrich, USA) variando de 0,01 a 0,09 mg mL⁻¹ foi usada para estimar os resultados, os quais foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de tecido vegetal (polpa e casca), com base na matéria úmida.

A atividade antioxidante foi avaliada usando o teste do DPPH (radical 2,2-difenil-2-picrilhidrazil) (Sigma-Aldrich, USA), conforme metodologia de Blois (1958). Alíquotas de 0,5 mL dos extratos metanólicos da polpa e de 0,25 mL dos extratos da casca foram depositadas em tubos de ensaio de 10 mL envoltos com papel-alumínio e, em seguida, adicionou-se 1,5 mL da solução metanólica de DPPH 0,1 mM. A mistura de reação foi homogeneizada em agitador de tubos e mantida em repouso, em local escuro, por 30 min. A absorvância da mistura foi lida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 517 nm. Um branco foi preparado com todos os reagentes, exceto o DPPH. Além disso, preparou-se um controle, com todos os reagentes, à exceção da amostra-teste (partes do fruto).

Os resultados foram expressos em percentual de retirada de radical (ARR%) em relação ao controle, ao qual foi atribuído o valor de 100%, com base na matéria fresca de cada parte do fruto avaliada, como apresentado a seguir:

$$\text{Atividade de retirada de radical (\%)} = (A_{\text{amostra}} - A_{\text{branco da amostra}} / A_{\text{controle}}) \times 100$$

em que A_{controle} é a absorvância do controle (solução de DPPH sem a amostra); A_{amostra} é a absorvância da amostra-teste (solução de DPPH mais a amostra-teste); e $A_{\text{branco da amostra}}$ é a absorvância da amostra apenas (solvente de extração, sem o DPPH).

Nos ensaios de extração e quantificação de fenólicos totais e atividade antioxidante, todas as etapas do processo foram realizadas ao abrigo da luz direta, sendo todos os recipientes utilizados, envoltos em papel-alumínio.

Os dados das variáveis referentes à comparação entre cultivares foram submetidos à análise de variância e as médias, agrupadas pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$), utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG 9.1 (SAEG, 2007). As comparações entre partes do fruto e estádios de maturação foram feitas por meio de estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas, observou-se que os resultados são dependentes da parte do fruto avaliada, do estágio de maturação e do cultivar utilizado.

Constatou-se na polpa verde que o percentual de açúcares solúveis totais (AST) é inferior a 1%, enquanto o percentual de amido é, geralmente, maior que 20%. As bananas ‘Marmelo’ e ‘Terrinha’, do tipo plátano, se destacaram com o maior percentual de amido, e a ‘Caipira’ apresentou a menor porcentagem. Os cultivares dos grupos genômicos AAB e ABB apresentaram maior porcentagem de amido em comparação com os cultivares dos grupos AA e AAA (Tabela 1). De acordo com Emaga et al. (2007), os plátanos apresentam elevado teor de amido na polpa verde e, mesmo maduro, mantém o elevado teor, necessitando de preparo, como o cozimento ou a fritura para consumo. Leonel et al. (2011) observaram, para AST e açúcares redutores (AR) na polpa verde, porcentagens semelhantes às verificadas neste trabalho. Além disso, esses autores também observaram menor porcentagem de amido na banana ‘Caipira’ e valor semelhante em ‘Marmelo’, ao avaliarem oito cultivares de banana.

De forma geral, na polpa verde, notou-se predominância de açúcares redutores sobre os não redutores em cultivares do grupo AAB, além da Prata-Graúda (AAAB), ao contrário dos demais, em que predominam os açúcares não redutores (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagens médias de açúcares solúveis totais, redutores, não redutores e amido com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV%) da polpa verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Açúcares solúveis		Açúcares redutores		Açúcares não redutores		Amido	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
	-----%-----							
Ouro	0,29 d	21,73 a	0,11 c	11,27 b	0,17 c	10,45 d	21,52 e	4,51 d
Nanica	0,36d	22,45 a	0,07 c	5,06 f	0,22 b	18,39 a	22,08 d	0,56 f
Nanicão	0,38 d	22,17 a	0,12 c	11,77 a	0,17 c	10,39 d	21,08 e	0,30 f
Caru-Verde	0,35 c	16,77 c	0,16 c	4,46 f	0,18 c	12,30 c	26,18 b	2,97 e
Caru-Roxa	0,61 a	21,51 a	0,26 b	11,83 a	0,35 a	9,68 d	21,21 e	3,22 e
Caipira	0,34 c	18,18 b	0,06 c	4,18 f	0,27 b	13,99 b	16,09 f	3,26 e
Prata	0,37 c	22,55 a	0,32 a	4,94 f	0,05 d	17,61 a	26,37 b	5,55 c
Prata-Anã	0,38 c	23,06 a	0,32 a	10,68 b	0,05 d	12,38 c	25,29 b	2,85 e
Maçã	0,27 d	17,28 c	0,11 c	9,78 c	0,16 c	7,49 e	25,81 b	5,68 c
Mysore	0,50 b	22,50 a	0,39 a	12,58 a	0,11 d	9,91 d	22,89 d	0,84 f
Pacovan	0,32 d	22,55 a	0,23 b	11,18 b	0,08 d	11,37 c	22,66 d	3,85 e
Terrinha	0,53 b	10,90 d	0,36 a	10,47 b	0,16 c	0,43 f	29,16 a	12,60 b
Marmelo	0,43 c	11,50 d	0,15 c	11,21 b	0,27 b	0,29 f	27,93 a	13,33 a
Prata-Graúda	0,34 c	18,69 b	0,23 a	7,66 e	0,10 d	11,03 c	24,16 c	0,85 f
Caju	0,62 a	19,62 b	0,25 b	8,48 d	0,36 a	11,14 c	24,10 c	3,35 e
Média	0,40	19,50	0,21	9,04	0,1856	10,45	23,72	4,25
CV (%)	10,69	4,00	20,55	7,03	21,35	10,01	3,49	8,26

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

A composição de carboidratos das bananas muda consideravelmente durante o amadurecimento. O amido é o componente principal de bananas verdes. A porcentagem média de amido diminui de 70 a 80% (base na matéria seca), no período pré-climatério (antes da desagregação) para menos de 1%, no final do período do climatério, enquanto os açúcares solúveis, principalmente os não redutores, acumulam mais de 10% do peso da fruta fresca. A porcentagem de açúcares solúveis totais pode chegar a valores da ordem de 23% do peso fresco da polpa, indicando alta taxa de conversão (Tabela 1).

Em todos os cultivares analisados houve aumento na porcentagem de açúcares na polpa durante a maturação dos frutos, em razão da hidrólise do amido. O percentual de AST variou significativamente entre os cultivares, com médias de 10,9% a 23,06%, e o percentual médio de todos os cultivares foi de 19,50% (Tabela 1). Jesus et al. (2004), em Cruz das Almas, BA, observaram médias de AST, variando de 18,8% a 24,9%. O percentual de açúcar é responsável pelo grau de doçura da banana e, quando associado com a acidez, é uma medida correlacionada com a qualidade do sabor da fruta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A ‘Terrinha’ e a ‘Marmelo’ apresentaram ampla predominância de açúcares redutores, em relação aos não redutores. Entretanto, em ‘Nanica’, ‘Caru-Verde’, ‘Caipira’, ‘Prata’, ‘Prata-Graúda’ e ‘Caju’ houve predomínio dos açúcares não redutores em relação aos redutores (Tabela 1). Jesus et al. (2004) observaram, em 10 cultivares, percentuais de açúcares redutores, bastante superiores em comparação com os não redutores.

A ‘Marmelo’ e a ‘Terrinha’, mesmo na polpa madura, apresentaram porcentagem de amido, aproximadamente o triplo da média geral, sendo comum nas bananas do tipo plátano a manutenção de alto teor de amido, mesmo nos frutos maduros (Tabela 1). Com exceção desses dois cultivares, as médias estão abaixo das relatadas por Jesus et al. (2004). Nesses cultivares, fica evidente que, mesmo estando a casca amarela, a polpa pode não estar completamente madura. De acordo com Mota et al. (1997), a diferença nos teores residuais de amido na polpa madura, entre os cultivares, está relacionada às diferenças estruturais dos grânulos de amido ou à atividade enzimática que degrada o amido durante a maturação.

Como observado na polpa verde, a porcentagem de açúcares solúveis totais na casca verde foi bastante reduzida, menos da metade do valor médio encontrado na polpa verde. Exceto na ‘Ouro’ e na ‘Nanicão’, os açúcares redutores predominaram sobre os não redutores. Quanto ao amido, ‘Marmelo’ e ‘Maçã’ alcançaram as

maiores médias, enquanto ‘Nanica’, ‘Caipira’ e ‘Prata-Graúda’ atingiram as menores (Tabela 2).

Na casca madura, a ‘Maçã’ destacou-se com a maior porcentagem de AST. Em geral, nos cultivares com a presença de parte do genoma de *M. balbisiana* (B) e na banana ‘Caju’, observou-se predominância dos açúcares redutores sobre os não redutores, com exceção de ‘Maçã’ e ‘Terrinha’. Os não redutores predominaram nos genótipos AA e AAA, à exceção da ‘Caipira’. O amido, assim como na polpa madura, também se reduziu drasticamente, comparado com a casca verde; no entanto, ‘Marmelo’ e ‘Terrinha’, mesmo maduras, ainda apresentaram porcentagem de amido bastante superior à dos demais cultivares (Tabela 2).

Emaga et al. (2007) investigaram o efeito do estágio de maturação e de cultivares na composição química das cascas de banana e de plátanos oriundos de Camarões. Esses autores observaram redução no teor de amido do estágio 1 para os estádios 5 (casca amarela com extremidades verdes) e 7 (casca amarela com algumas manchas marrons), enquanto o teor de açúcares solúveis aumentou do estágio 1 para o 5. No entanto, para o teor de glicose e frutose, houve aumento do estágio 1 para o 7. A ‘Caipira’ (AAA) e a ‘Grande Naine’ (AAA) apresentaram o menor teor de amido (baseado na matéria seca) no estágio 1 (14 e 11%, respectivamente), quando comparadas com os plátanos ‘French Clair’ (AAB), ‘Big Ebanga’ (AAB), ‘Pelipita’ (ABB) e ‘CRBP039’ (AAAB), que apresentaram, respectivamente, 35,4; 39,3; 36,0; e 37,6%, com base na matéria seca. Nas bananas e plátanos no estágio 7, o teor de amido variou de 0,3% a 3,3%, respectivamente.

O amido de banana apresenta grande potencial de uso industrial, por causa de suas propriedades específicas e do baixo custo de produção, devido ao elevado teor na polpa verde e à possibilidade de se poderem utilizar as bananas impróprias para a comercialização *in natura*. A polpa verde de banana contém até 70-80% de amido em peso (base na matéria seca), uma porcentagem comparável à do endosperma de grãos de milho e da polpa de batata (ZHANG et al., 2005). Ademais, o amido de bananas e de plátanos é conhecido por apresentar alto percentual de amido resistente, com digestão lenta e baixo índice glicêmico, sendo característica importante para a incorporação em alimentos com “baixos teores” de carboidratos (ZHANG et al., 2005). Além das suas propriedades funcionais, o amido pode ser aplicado em alimentos processados, produtos farmacêuticos, papel, plástico e em outros setores industriais (ZHANG et al., 2005; NWOKOCHA et al., 2009).

Tabela 2 – Porcentagens médias de açúcares solúveis totais, redutores, não redutores e amido com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV%) da casca verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Açúcares solúveis		Açúcares redutores		Açúcares não redutores		Amido	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
	-----%-----							
Ouro	0,21 a	4,26 d	0,11 c	1,84 e	0,19 b	2,41 d	6,00 e	1,43 c
Nanica	0,16 b	6,36 b	0,11 c	2,89 c	0,05 c	3,47 c	5,18 f	0,34 d
Nanicão	0,23 a	5,41 c	0,10 c	2,29 d	0,13 a	3,11 c	5,83 e	0,51 d
Caru-Verde	0,16 b	6,17 b	0,09 c	2,70 c	0,06 b	3,47 c	7,64 d	0,55 d
Caru-Roxa	0,15 b	6,13 b	0,11 c	2,01 d	0,04 c	4,12 b	7,21 d	0,59 d
Caipira	0,15 b	2,03 e	0,11 c	1,13 e	0,04 c	0,89 e	4,07 f	0,52 d
Prata	0,19 a	4,05 d	0,12 c	1,39 e	0,07 b	0,56 e	5,44 e	0,60 d
Prata-Anã	0,23 a	3,96 d	0,17 b	3,41 b	0,06 c	0,55 e	5,75 e	0,59 d
Maçã	0,22 a	7,66 a	0,17 b	1,41 e	0,05 c	6,25 a	11,26 b	1,50 c
Mysore	0,23 a	6,21 b	0,21 a	3,47 b	0,02 d	2,74 d	7,04 d	0,54 d
Pacovan	0,22 a	3,16 e	0,19 a	2,49 c	0,03 d	0,33 e	5,36 e	1,46 c
Terrinha	0,18 b	4,34 d	0,15 b	2,07 d	0,02 d	2,27 d	7,61 d	1,97 b
Marmelo	0,14 b	5,21 c	0,12 c	4,65 a	0,01 d	0,76 e	12,69 a	2,66 a
Prata-Graúda	0,16 b	2,36 e	0,14 b	1,69 e	0,01 d	0,67 e	4,78 f	0,69 d
Caju	0,14 b	5,15 c	0,13 c	4,44 a	0,01 d	0,50 e	9,60 c	1,26 c
Média	0,18	4,67	0,13	2,52	0,056	2,14	7,16	1,04
CV (%)	10,67	8,80	11,87	11,65	35,59	13,48	7,61	12,98

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

A busca por polímeros naturais biodegradáveis e renováveis, em substituição ao uso de materiais não biodegradáveis, coloca o amido como fonte potencial para a produção de embalagens ecológicas, em razão do baixo custo, da abundância na natureza e da não toxicidade (LEONEL et al., 2011; PELISSARI et al., 2013). A utilização de banana verde (casca e polpa) com maior porcentagem de amido ou, mesmo, os frutos considerados como descartes para a obtenção de amido pode proporcionar um produto competitivo no mercado e melhorar o aproveitamento da banana, além de reduzir as perdas com o descarte dos refugos no momento da colheita, seleção e embalagem.

A polpa verde apresentou o menor teor de compostos fenólicos em comparação com as outras partes avaliadas, com maiores valores encontrados para ‘Terrinha’ (AAB) e ‘Marmelo’ (ABB). Na polpa madura, a ‘Terrinha’ e a ‘Ouro’ pertencem ao grupo com os maiores teores. Além disso, verificou-se que na polpa madura o menor teor observado é superior ao maior teor encontrado na polpa verde (Tabela 3). O fato de a polpa madura apresentar alto teor de compostos fenólicos pode ser um estímulo a mais para aumentar o consumo de banana, independentemente do cultivar.

Para a casca verde, a ‘Terrinha’ também se destacou com maior média, com teor aproximadamente duas vezes maior que o observado na ‘Ouro’ (AA). Os maiores teores de fenólicos totais foram verificados na casca madura, novamente com destaque para a ‘Terrinha’. Baseando na média geral da polpa e da casca, nos dois estádios, observou-se que essas partes, quando maduras, apresentam aproximadamente o dobro do teor das mesmas partes quando verdes (Tabela 3). O fato de a ‘Terrinha’ apresentar os maiores teores de compostos fenólicos na polpa e na casca, nos dois estádios aponta para a necessidade de incentivar o aumento do consumo de frutos desse cultivar pela população e, conseqüentemente, da área plantada, por ser importante alimento funcional, devido à presença de compostos com reconhecida ação antioxidante.

Sulaiman et al. (2011) observaram teores de fenólicos totais em oito cultivares de banana na Malásia, variando de 0,09 a 20,47 mg de EAG/100 g, na polpa e na casca, respectivamente. Patthamakanokporn et al. (2008) também observaram teor de fenólicos na polpa de banana (14 mg de EAG/100 g) na Tailândia, valores esses bastante reduzidos ao serem comparados com os teores verificados neste trabalho. No entanto, Alothman et al. (2009) obtiveram médias de

27,0 a 72,2 mg de EAG/100 g para polpa madura, porcentagens próximas às observadas neste trabalho. Mélo et al. (2006) verificaram, na polpa madura da ‘Pacovan’ (52,02 mg de EAG/100 g), teor semelhante ao observado no mesmo cultivar neste estudo. Os diferentes cultivares de banana, assim como os métodos de extração e análise, podem contribuir para a variação nos teores de compostos fenólicos relatados.

Tabela 3 – Teores médios de compostos fenólicos totais extraíveis (mg de EAG) e respectivos coeficientes de variação (CV%) na polpa e casca, nos dois estádios de maturação dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Fenólicos totais (mg de EAG)*			
	Polpa		Casca	
	Verde	Madura	Verde	Madura
Ouro	27,98 b	73,28 a	29,02 g	78,98 e
Nanica	25,91 b	47,79 d	39,33 d	104,73 b
Nanicão	26,56 b	48,62 d	48,16 b	107,83 b
Caru-Verde	23,15 c	42,39 d	43,37 c	81,76 d
Caru-Roxa	28,05 b	42,87 d	41,77 c	72,79 f
Caipira	24,62 c	66,08 b	32,07 f	76,69 e
Prata	24,48 c	59,48 c	35,02 e	88,02 c
Prata-Anã	28,00 b	52,68 c	38,15 d	87,95 c
Maçã	26,77 b	50,74 c	40,97 c	108,46 b
Mysore	27,76 b	50,22 c	40,97 c	82,91 d
Pacovan	26,25 b	53,27 c	37,57 d	73,77 f
Terrinha	33,28 a	77,07 a	61,00 a	115,70 a
Marmelo	31,56 a	50,28 c	36,42 e	60,39 h
Prata-Graúda	23,87 c	53,88 c	39,72 d	86,50 c
Caju	27,11 b	54,63 c	36,03 e	66,73 g
Médias	27,02	54,88	39,97	86,21
CV	5,55	6,67	3,97	2,49

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

*Valores expressos como Equivalentes de Ácido Gálico (EAG), em miligramas por 100 g de matéria fresca.

Na literatura científica são relatados maiores teores de compostos fenólicos na casca que na polpa de frutos – como verificado em banana (SULAIMAN et al., 2011), manga (KIM et al., 2010), maçã (VIEIRA et al., 2009), frutas exóticas da Colômbia (CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011), *Citrus poonensis* e *Citrus paradisi* (XU et al., 2008) e tomate (TOOR; SAVAGE, 2005) – e também neste trabalho. Os compostos fenólicos tendem a acumular-se nos tecidos dérmicos das diversas partes da planta (folhas e frutos), devido ao seu importante papel na proteção contra as radiações ultravioletas, agindo como atrativos na dispersão de frutos e como substâncias de defesa contra patógenos, predadores e insetos (TOOR; SAVAGE, 2005). Em maçãs, Petkovsek et al. (2007) e Vieira et al. (2009) observaram que cultivares resistentes à sarna possuem maior teor de compostos fenólicos totais na casca, em comparação com cultivares suscetíveis.

Em relação ao estágio de maturação, Patthamakanokporn et al. (2008) constataram em manga madura teores de compostos fenólicos 1,5 vez maior do que na polpa verde, semelhante ao observado neste trabalho, tanto na polpa quanto na casca madura. Entretanto, Fatemeh et al. (2012) verificaram, em dois cultivares de banana na Malásia, maior teor de compostos fenólicos na polpa e cascas verdes em relação às mesmas partes maduras, diferindo do encontrado neste trabalho. Kim et al. (2010) relataram maior teor de compostos fenólicos na casca verde em relação à casca madura em manga. Xu et al. (2008) observaram redução nos teores de compostos fenólicos na polpa e na casca com o avanço do amadurecimento em *Citrus poonensis* e *Citrus paradisi*.

Com base na média geral, verificou-se que a ordem decrescente de atividade de retirada de radical pelo teste do DPPH foi a seguinte: casca madura > casca verde > polpa madura > polpa verde, sugerindo que os compostos fenólicos podem ser os maiores responsáveis pelo potencial antioxidante das partes e estádios avaliados (Tabela 4). Entretanto, é preciso avaliar outros compostos com potencial antioxidante, como os carotenoides e vitamina C presentes na polpa e casca para confirmação.

A polpa verde demonstrou distintas capacidades de retirada de radical nos diferentes cultivares analisados. A ‘Terrinha’ e a ‘Ouro’ estão presentes no grupo com maior porcentagem de retirada do radical dos extratos; no entanto, a ‘Caru-Roxa’ e a ‘Caru-Verde’ (AAA) foram menos eficientes na retirada desse radical dos extratos, portanto com menor capacidade antioxidante (Tabela 4).

Na polpa madura, a ‘Ouro’ mostrou-se superior aos demais cultivares analisados, apresentando aproximadamente 100% de retirada do radical, portanto com maior potencial antioxidante. No entanto, a ‘Marmelo’ foi a menos eficiente na retirada do radical. De forma geral, a polpa madura apresentou-se com maior potencial antioxidante quando comparado com a polpa verde, com exceção dos cultivares Nanica, Mysore, Terrinha, Marmelo e Prata-Graúda (Tabela 4). Para a casca verde houve a formação de sete grupos, com médias variando de 54,75% a 89,64%, respectivamente em ‘Caipira’ (AAA) e ‘Mysore’ (AAB) (Tabela 4). Ademais, com exceção da ‘Ouro’, ‘Caipira’ e ‘Caju’, em todos os outros cultivares a casca verde apresentou maior capacidade de retirada do radical, em comparação com a polpa verde.

Com relação à casca madura, 10 cultivares foram agrupados no grupo com maior capacidade de retirada de radical. Comparando apenas as médias gerais, notou-se que a casca madura apresenta o maior potencial antioxidante, em comparação com as outras partes e estágio de maturação. Isso demonstra o grande potencial antioxidante presente na casca da banana, pois, mesmo utilizando a metade da alíquota de extrato utilizado para a análise da polpa, a casca madura apresentou-se com maior capacidade de retirada de radical, em comparação com a polpa. Em uma análise global, a banana ‘Terrinha’ exibiu a maior, e as bananas ‘Marmelo’ e ‘Caju’ apresentaram as menores atividades antioxidantes entre os cultivares avaliados.

Fatemeh et al. (2012) relataram para Cavendish e Dream, na Malásia, médias variando de 26 a 52% de retirada de radical para polpa madura e casca verde, respectivamente. Shian et al. (2012), também na Malásia, verificaram porcentagens variando de 3,2 a 63,1% na polpa madura, nas bananas ‘Berangan’ (AA), ‘Mas’ (AA) e ‘Raja’ (ABB). Essas diferenças podem estar relacionadas com a quantidade e variedade de antioxidantes presentes nos diferentes cultivares, com o procedimento de obtenção dos extratos, com o tipo de solvente utilizado para extração dos compostos e com as alíquotas dos extratos utilizados.

A casca, com poucas exceções, apresentou maior capacidade de retirada de radical em todos os estádios e cultivares. Fatemeh et al. (2012) também observaram maior capacidade da casca na retirada de radical nos extratos, nos dois cultivares avaliados (Cavendish e Dream, Malásia). No entanto, esses autores relataram que a casca e a polpa verdes apresentaram capacidade de eliminação maior do que as partes maduras. González-Montelongo et al. (2010) não observaram diferenças na capacidade de retirada de radical na casca madura de duas cultivares ‘Grande Naine’ e ‘Gruesa’, ambas AAA, na Espanha.

Tabela 4 – Porcentagem média de retirada de radical (DPPH) e respectivos coeficientes de variação (CV%) dos extratos da polpa e casca nos dois estádios de maturação dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Retirada de radical (%) *			
	Polpa		Casca	
	Verde	Madura	Verde	Madura
Ouro	88,50 a	95,36 a	65,31 e	86,66 b
Nanica	71,36 b	62,61 g	89,36 a	87,59 b
Nanicão	66,72 c	69,44 e	85,28 b	87,96 b
Caru-Roxa	52,07 e	65,63 f	88,88 a	89,56 a
Caru-Verde	53,76 e	72,69 d	89,18 a	90,01 a
Caipira	63,34 d	79,85 c	54,75 g	88,77 a
Prata	58,90 d	63,08 g	76,54 c	90,04 a
Prata-Anã	61,80 d	65,17 f	74,16 c	90,22 a
Maçã	59,35 d	66,70 f	85,81 b	89,39 a
Mysore	64,91 c	61,06 h	89,64 a	89,90 a
Pacovan	60,75 d	73,76 d	75,32 c	90,24 a
Terrinha	88,57 a	85,21 b	89,52 a	90,38 a
Marmelo	61,76 d	44,41 i	71,45 d	69,40 c
Prata-Graúda	60,82 d	58,35 h	85,98 b	90,24 a
Caju	61,47 d	63,28 g	60,66 f	86,83 b
Média	64,93	68,44	78,78	87,81
CV	3,33	2,66	2,12	1,18

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

*Nas análises foram utilizadas alíquotas de 0,5 mL dos extratos metanólicos da polpa e de 0,25 mL dos extratos da casca.

A casca da banana apresenta grande potencial para uso na alimentação humana, em razão de possuir açúcares, amido, compostos fenólicos e ação antioxidante. O aproveitamento e utilização da casca de bananas verdes e maduras incluem a produção de farinha (ALKARKHI et al., 2011), para ser adicionada em produtos como *cupcake*, bolos e similares, podendo ser oferecidos aos consumidores, apresentando boa possibilidade de industrialização (CARVALHO et al., 2012). Além disso, a casca de banana pode ser utilizada na fabricação de doces de banana em massa, com a incorporação de 20% de casca junto com a polpa (OLIVEIRA et al., 2009).

4. CONCLUSÕES

O cultivar, bem como o estágio de maturação, influenciou os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores, amido, fenólicos totais e potencial antioxidante da polpa e da casca.

Frutos dos cultivares Terrinha, Marmelo, Maçã, Ouro e Caru-Verde se destacaram quanto aos maiores teores de carboidratos, compostos fenólicos e, ou, ação antioxidante, justificando ações para ampliar a área plantada e o consumo desses frutos.

Os cultivares Terrinha e Marmelo apresentaram ampla predominância de açúcares redutores, em relação aos açúcares não redutores, na polpa madura.

Cultivares dos grupos genômicos AAB e ABB tiveram maior porcentagem de amido em comparação com os cultivares dos grupos AA e AAA.

A casca madura apresenta maior potencial antioxidante, sendo três vezes maior que o da polpa verde.

5. REFERÊNCIAS

ABDEL-HAMEED, E. S. S. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. **Food Chemistry**, v. 114, n. 4, p. 1271-1277, 2009.

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, n. 1, p. 177-182, 2012.

ALKARKHI, A. F. M.; RAMLI, S. B.; 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, n. 2, p. 312-318, 2011.

ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A. A. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. **Food Chemistry**, v. 115, n. 3, p. 785-788, 2009.

APARICIO-SAGUILAN, A.; SAYAGO-AYERDI, S. G.; VARGAS-TORRES, A.; JUSCELINO, T.; ASCENCIO-OTERO, T. E.; BELLO-PEREZ, L. A. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 175-181, 2007.

BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, v. 181, p. 1199-1200, 1958.

BLOOR, S. Overview of methods for analysis and identification of flavonoids. **Methods in Enzymology**, v. 335, p. 3-14, 2001.

CARVALHO, K. H.; BOZATSKI, L. C.; SCORSIN, M.; NOVELLO, D.; PEREZ, E.; DALLA SANTA, H. S.; SCORSIN, G.; BATISTA, M. G. Desenvolvimento de *cupcake* adicionado de farinha da casca de banana: características sensoriais e químicas. **Alimento e Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 475-481, 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785 p.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2047-2053, 2011.

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, n. 2, p. 590-600, 2007.

FATEMEH, S. R.; SAIFULLAH, R.; ABBAS, F. M. A.; AZHAR, M. E. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 3, p. 1041-1046, 2012.

GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1030-1039, 2010.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.

HODGE, J. E.; HOFREITER, B. T. Determination of reducing sugars and carbohydrates. In: WHISTLER, R. L.; WOLFROM, M. L. (Ed.). **Methods in carbohydrates chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 380-394.

ISABELLE, M.; LEE, B. L.; LIM, M. T.; KOH, W. P.; HUANG, D.; ONG, C. N. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, v. 123, n. 1, p. 77-84, 2010.

JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, v. 63, n. 3, p. 315-323, 2004.

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, n. 3, p. 131-137, 2006.

KAWASAKI, B. T.; HURT, E. M.; MISTREE, T.; FARRAR, W. L. Targeting cancer stem cells with phytochemicals. **Molecular Intervention**, v. 8, n. 4, p. 174-184, 2008.

KIM, H.; MOON, J. Y.; KIM, H.; LEE, D. S.; CHO, M.; CHO, H. K.; KIM, Y. S.; MOSADDIK, A.; CHO, S. K. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. **Food Chemistry**, v. 121, n. 2, p. 429-436, 2010.

LEONEL, M.; CARMO, E. L.; LEONEL, S.; FRANCO, C. M. L.; CAMPANHA, R. B. Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 599-605, 2011. Volume especial.

LICHTEMBERG, L. A. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 73-90, 1999.

LIM, Y. Y.; LIM, T. T.; TEE, J. J. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. **Food Chemistry**, v. 103, n. 3, p. 1003-1008, 2007.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; RE´ME´SY, C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, n. 1, p. 230S-242S, 2005. Suppl.

McCREDY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVIERA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylose in vegetables: Application in Peas. **Analytical Chemistry**, v. 22, n. 9, p. 1156-1158, 1950.

MÉLO, N. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. C. S.; CAETANO, A. C. S.; LEAL, F. L. L. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.

MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa* spp.) durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 94-97, 1997.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 153, p. 375-380, 1944.

NWOKOCHA, L. M.; WILLIAMS, P. A. Some properties of white and yellow plantain (*Musa paradisiaca*, Normalis) starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 76, n. 1, p. 33-138, 2009.

OLIVEIRA, I.; BAPTISTA, P.; MALHEIRO, R.; CASAL, S.; BENTO, A.; PEREIRA, J. A. Influence of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit ripening stage on chemical composition and antioxidant activity. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1401-1407, 2011.

OLIVEIRA, L. F.; BORGES, S. V.; NASCIMENTO, J.; CUNHA, A. C.; JESUS, T. B.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE W. A. Utilização de casca de banana na fabricação de doces de banana em massa - avaliação da qualidade. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 581-589, 2009.

PATEL, R. Z. A note on the seasonal variations in starch content of different parts of coffea Arabica trees. **East African Agricultural and Forestry Journal**, v. 36, n. 1, p. 1-4, 1970.

PATTHAMAKANOKPORN, O.; PUWASTEIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 3, p. 241-248, 2008.

PELISSARI, F. M.; ANDRADE-MAHECHA, M. M.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 2, p. 681-690, 2013.

PETKOVSEK, M. M.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh). **Scientia Horticulturae**, v. 114, n. 1, p. 37-44, 2007.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p. 479-483, 2009.

RIBEIRO, S. M. R.; BARBOSA, L. C. A.; QUEIROZ, J. H.; KNÖDLER, M.; SHIEBER, A. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Food Chemistry**, v. 110, n. 3, p. 620-626, 2008.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, v. 107, n. 4, p. 1515-1521, 2008.

SAEG – **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.

SHIAN, T. E.; ABDULLIAH, A.; MUSA, K. H.; MASKAT, M. Y.; GHANI, M. A. Antioxidant properties of three banana cultivars (*Musa acuminata* ‘Berangan’, ‘Mas’ and ‘Raja’) Extracts. **Sains Malaysiana**, v. 41, n. 3, p. 319-324, 2012.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMAUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidantes by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOMEYA, S.; YOSHIKI, Y.; OKUBO, K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). **Food Chemistry**, v. 79, n. 3, p. 351-354, 2002.

SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 95, p. 19-23, 1952.

SOTHORNVIT, R.; PITAK, N. Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 365-370, 2007.

SPIGNO, G.; TRAMELLI, L.; De FAVERI, D. M. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. **Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 1, p. 200-208, 2007.

SULAIMAN, S. F.; YUSOFF, N. A. M.; ELDEEN, I. M.; SEOW, E. M.; SAJAK, A. A.; SUPRIATNO, B.; OOI, K. L. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa* sp.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. p. 1-10, 2011.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. **Food Research International**, v. 38, n. 5, p. 487-494, 2005.

VIEIRA, F. G. K.; BORGES, G. S. C.; COPETTI, C.; GONZAGA, L. V.; NUNES, E. C.; FETT, R. Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the wholefruit, flesh and peel of three apple cultivars. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 59, n. 1, p. 101-106, 2009.

VERGARA-VALENCIA, N.; GRANADOS-PÉREZ, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; RUALES, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 40, n. 4, p. 722-729, 2007.

XU, G.; YE, X.; LIU, D.; MA, Y.; CHEN, J. Composition and distribution of phenolic acids in Ponkan (*Citrus poonensis* Hort. ex Tanaka) and Huyou (*Citrus paradisi* Macf. Changshanhuoyou) during maturity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 5, p. 382-389, 2008.

ZHANG, P.; WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N.; HAMKER, B. R. Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility-a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 59, n. 4, p. 443-458, 2005.

CAPÍTULO 3

CAROTENOIDES E VITAMINA C EM POLPAS E CASCAS DE BANANAS DE 15 CULTIVARES EM DOIS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência e o teor de carotenoides e de vitamina C na polpa e na casca de 15 cultivares de banana em dois estádios de maturação. Foram colhidos quatro cachos por cultivar, na fase pré-climatérica (casca do fruto verde), sendo utilizados seis frutos por unidade amostral. Os frutos foram analisados na fase pré-climatérica e após o amadurecimento (casca do fruto completamente amarela). Analisaram-se a ocorrência e teor de luteína, α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina e licopeno - por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), com detecção em UV-visível, o teor de carotenoides totais por espectrofotometria e a vitamina C por titulação com reagente de Tillman. O cultivar, as partes do fruto e o estágio de maturação influenciaram o teor dos carotenoides avaliados. Na polpa verde, a 'Ouro' destacou-se com teor de luteína 13 vezes maior que a 'Marmelo'. Para o α -caroteno e β -caroteno, a 'Terrinha' se destacou com teor bastante expressivo. Os carotenoides totais oscilaram de 159,66 a 2.553,51 μg (100 g)⁻¹, para 'Caipira' e 'Terrinha', respectivamente. Na polpa madura, houve acréscimo de 36% no teor médio de luteína em relação à polpa verde e redução de 7,3 e 8,5% nos teores médios de α -caroteno e de β -caroteno, respectivamente. O teor

médio de carotenoides totais encontrado na polpa madura foi 17% superior ao encontrado na polpa verde. O valor médio de vitamina A foi 12% inferior ao da polpa verde. Na casca verde, verificou-se a predominância da luteína. A ‘Terrinha’ destacou-se com teores de α -caroteno e β -caroteno, superiores aos demais cultivares. Quanto aos carotenoides totais, a casca verde apresentou teor elevado, se comparado com a polpa verde e a madura. Na casca madura, o teor de luteína praticamente não se alterou, no entanto houve discreta redução nos teores de α -caroteno e β -caroteno com o amadurecimento dos frutos. A ‘Ouro’ e a ‘Caju’ são os cultivares com maior teor de luteína na casca madura. A ‘Ouro’ e ‘Terrinha’ destacaram-se com os maiores teores de α -caroteno e β -caroteno. O teor de carotenoides totais na casca madura foi superior a todos os estádios e partes do fruto, com exceção da polpa verde da ‘Terrinha’. Para a vitamina C, o teor médio foi ligeiramente maior na polpa verde em relação à polpa madura, com algumas exceções. Na casca, o teor médio é semelhante nos dois estádios. Além disso, o teor médio na casca é ligeiramente superior ao da polpa em ambos os estádios. Na polpa verde, a ‘Caipira’ e a ‘Mysore’ destacaram-se com o maior teor de vitamina C, com acréscimo da ‘Ouro’ na polpa madura. Na casca, houve pouca variação no teor da referida vitamina entre os cultivares.

Palavras-chave: *Musa* spp.; Vitamina A; Luteína; α -caroteno; β -caroteno; Vitamina C.

CHAPTER 3

CAROTENOIDS AND VITAMIN C IN BANANA PULP AND PEEL OF 15 CULTIVARS IN TWO RIPENING STAGES

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the occurrence and the content of carotenoids and vitamin C in the pulp and peel of 15 banana cultivars in two ripening stages. Four bunches were harvested by cultivar in the pre-climacteric stage (peel color green), six fruits were used by sample unit. The fruits were analyzed in the pre-climacteric stage and after ripening (peel color completely yellow). We analyzed the occurrence and content of lutein, α -carotene, β -carotene, β -cryptoxanthin, and lycopene – by high performance liquid chromatography (HPLC) with UV-visible detection, the content of total carotenoids by spectrophotometry and vitamin C by titration with Tillman's reagent. The cultivar, the parts of the fruit and the ripening stages influenced the content of the evaluated carotenoids. In unripe pulp, 'Ouro' was highlighted with lutein content 13 times higher than the 'Marmelo'. For the α -carotene and β -carotene, 'Terrinha' stood out with very expressive content. The total carotenoids ranged from 159.66 to 2553.51 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$ for 'Caipira' and 'Terrinha', respectively. At the ripe pulp, there was a 36% increase in the average content of lutein when compared to the unripe pulp and reduction of 7.3 and 8.5% in average levels of α -carotene and β -carotene, respectively. The average content of total

carotenoids found in the ripe pulp was 17% higher than the one found in unripe pulp. The average value of vitamin A was 12% lower than the unripe pulp. In unripe peel, there is a predominance of lutein. The 'Terrinha' stood out with α -carotene and β -carotene contents higher than other cultivars. With respect to total carotenoids, unripe peel showed high levels when compared to unripe and ripe pulp. In ripe peel, the lutein content hardly changed, however there was a slight reduction in α -carotene and β -carotene contents with the ripening of fruits. The 'Ouro' and 'Caju' are the cultivars with higher content of lutein in ripe peel. The 'Ouro' and 'Terrinha' stood out with the highest levels of α -carotene and β -carotene. The total carotenoids content in the ripe peel was superior to all stages and parts of the fruit, except for the unripe pulp of 'Terrinha'. For vitamin C, the average level was slightly higher in the unripe pulp when compared to the ripe pulp, with some exceptions. In the peel, the average content is similar in both stages. Furthermore, the average content in the peel is slightly superior to the pulp in both stages. In unripe pulp, the 'Caipira' and 'Mysore' stood out with the highest content of vitamin C, with an increase of 'Ouro' in the ripe pulp. In the peel, there was little variation in the content of such vitamin among all the cultivars.

Keywords: *Musa* spp.; Vitamin A; Lutein; α -carotene; β -carotene; Vitamin C.

1. INTRODUÇÃO

Os carotenoides são conhecidos por sua ampla distribuição, diversidade estrutural e várias funções (NEWILAH et al., 2009). Mais de 600 carotenoides já foram isolados e caracterizados a partir de fontes naturais, sendo apenas uma pequena fração desse total encontrada em alimentos (PALACE et al., 1999; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). Adicionalmente, os animais são incapazes de biossintetizar carotenoides e, por conseguinte, dependem de carotenoides dietéticos, que são absorvidos e convertidos em vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). Além de serem precursores da vitamina A, os carotenoides apresentam uma série de benefícios à saúde. Esses pigmentos apresentam outras funções fisiológicas, como prevenção de determinados tipos de câncer, ação inibidora contra úlceras gástricas, capacidade de prevenir a fotossensibilização em certas doenças de pele, aumento da resposta imunológica a determinados tipos de infecção e propriedades antienvelhecimentos (BAKÓ et al., 2002).

Os principais carotenoides presentes nos alimentos são β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, luteína, licopeno e zeaxantina (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). Apenas o β -caroteno, o α -caroteno e a β -criptoxantina são convertidos em vitamina A no organismo (DAVEY et al., 2009; NEWILAH et al., 2009). Desses carotenoides, têm sido relatados na banana a luteína, o α -caroteno e o β -caroteno (WALL, 2006; DAVEY et al., 2009; NEWILAH et al., 2009; EKESA et al., 2012; LOKESH et al., 2014), portanto dois carotenoides pró-vitâmicos são

encontrados na banana, além da luteína, conhecido como carotenoide macular, por ser responsável pela coloração amarela da mácula, região de elevada acuidade visual, responsável pela visão nítida das imagens (YEUM et al., 1995).

A deficiência de vitamina A é importante problema de saúde pública no mundo e mais pronunciada nos países em desenvolvimento, atingindo predominantemente crianças, mulheres em idade reprodutiva e gestantes (DAVEY et al., 2009; EKESA et al., 2012). Nesse contexto, as frutas amarelas e vermelhas com maior teor de carotenoides desempenham papel fundamental na prevenção dessa carência, sobretudo em regiões onde há pouca diversificação alimentar, ou são deficitárias em alimentos ricos em carotenoides pró-vitamínicos. Uma das formas sustentáveis de mitigar o problema da deficiência de vitamina A é incentivar o consumo de alimentos naturais ricos em carotenoides, como frutas e hortaliças de folhas verde-escuras (EKESA et al., 2012).

A vitamina C ou ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, sendo amplamente distribuída nos produtos de origem vegetal e encontrada, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças (ZHANG; HAMAUZU, 2004). Por apresentar excelente atividade antioxidante, a vitamina C faz parte da primeira linha de defesa contra radicais derivados do oxigênio (superóxidos, radicais hidroxilas e oxigênio singlete) em meio aquoso (HERNÁNDEZ et al., 2006) e pode regenerar a forma reduzida do tocoferol (NAGAOKA et al., 2007). O teor de vitamina C diminui com o processo de amadurecimento em manga, mas em mamões e maçãs ocorre o inverso (LEE; KADER, 2000; HERNÁNDEZ et al., 2006). Em adição, os níveis de vitamina C em frutas são influenciados pela disponibilidade de luz para a cultura e para os frutos individualmente. A diferença pode ser acentuada entre cultivares colhidos em um mesmo local e também dentro do mesmo cultivar (WALL, 2006).

A produção de banana no Brasil concentra-se principalmente em torno de seis cultivares: 'Prata-Anã', 'Nanica', 'Nanicão', 'Pacovan' e, em menor quantidade, 'Maçã' e 'Ouro'. No entanto, existe enorme diversidade de cultivares conhecidos pela população, mas que deixaram de ser cultivados, ou o são em escala de subsistência, em função de características agrônomicas pouco favoráveis. Grande parte desses cultivares, sobretudo no Brasil, não foram avaliados com relação à composição química dos frutos, tornando-se imperativo avaliar a ocorrência e quantificar o teor dos carotenoides e de vitamina C presentes em um número razoável de cultivares. Ademais, os trabalhos que avaliam a composição de cultivares

de bananas no Brasil apenas quantificam os carotenoides totais (AMORIM et al., 2009; AMORIM et al., 2011), não sendo possível expressar o teor de vitamina A fornecido.

Na grande maioria dos trabalhos, apenas a polpa madura é avaliada, não estando disponíveis informações acerca dos teores dos diferentes carotenoides e vitamina C na polpa verde, na casca verde e na casca madura. Isso demonstra a necessidade da realização de estudos com grande número de cultivares em diferentes estádios de maturação, uma vez que podem existir variações nos teores, dependendo do cultivar, das condições de manejo, das regiões de cultivo e do estágio de maturação dos frutos (LEE; KADER, 2000).

Dessa forma, objetivou-se com este estudo avaliar a ocorrência e o teor de carotenoides e de vitamina C na polpa e na casca de 15 cultivares de banana em dois estádios de maturação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O local de coleta, partes dos frutos utilizadas, cultivares, estádios de maturação, quantidade de pencas e de frutos, seleção e tratamentos pós-colheita dos frutos utilizados foram os mesmos descritos no Capítulo 1. As amostras compostas de polpa e casca verde e de casca madura foram acondicionadas em envoltório de alumínio e pesadas em balança semianalítica, identificadas, submetidas ao congelamento em nitrogênio líquido e acondicionadas em ultra-freezer a -80 °C até o momento das análises.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos (cultivares) com quatro repetições (cachos), sendo seis frutos por unidade amostral. De cada cultivar, analisaram-se polpa verde e madura e casca verde e madura. Cada parte do fruto, bem como cada estágio de maturação, foi considerada um ensaio distinto.

Todas as etapas do processo de quantificação dos carotenoides foram feitas ao abrigo da luz direta. Além disso, todas as vidrarias utilizadas foram envoltas em papel-alumínio. As amostras não passaram pelo processo de saponificação, devido ao fato de a banana apresentar baixo teor de gordura.

Foram avaliados a ocorrência e teor de α -caroteno, β -caroteno, luteína, β -criptoxantina e licopeno na polpa e casca verdes e maduras dos 15 cultivares. Os carotenoides foram extraídos de acordo com o método proposto por Rodriguez-Amaya (2001), com modificações. Foram pesados 5 g do material vegetal em tubos próprios para extração, protegidos da luz direta com papel-alumínio, adicionados de

60 mL de acetona PA resfriada (dividida em três volumes de 20 mL) e processado em homogeneizador Ultra-Turrax (modelo T18 Basic) por 6 min. A seguir, o extrato foi filtrado a vácuo em funil de Büchner, utilizando-se papel-filtro. Após, o extrato foi transferido, em três frações, para um funil de separação contendo 20 mL de éter de petróleo 30-60 °C PA resfriado, sendo cada fração lavada com água destilada para completa remoção da acetona. Acrescentou-se sulfato de sódio anidro PA ao extrato em éter de petróleo, para retirar qualquer resíduo de água ainda contido no extrato. Posteriormente, o extrato em éter de petróleo foi transferido para balão volumétrico de 25,0 mL, sendo o volume completado com éter de petróleo resfriado.

Para análise dos carotenoides, alíquotas de 5,0 mL do extrato de cada parte e estágio de maturação foram evaporadas sob fluxo de nitrogênio gás, sendo o resíduo seco retomado em 2,0 mL de acetona grau HPLC. Em seguida, os extratos foram filtrados em unidades filtrantes Milipore com porosidade de 0,45 µm, sendo injetados 100 µL no sistema cromatográfico para análise.

As análises dos carotenoides foram realizadas por cromatografia líquida de alta eficiência HPLC-DAD, sendo utilizadas as condições cromatográficas ajustadas por Pinheiro-Sant'Ana et al. (1998). O equipamento usado nas análises consistiu de um cromatógrafo SHIMADZU, equipado com uma bomba de alta pressão, modelo LC-10ATVP, com injetor automático modelo SIL-10AF e detector de arranjos de diodos UV-visível, modelo SPD-M10A, controlado pelo software Multi System, Class VP 6.12. A separação foi realizada em uma coluna cromatográfica RP-18 Phenomenex Gemini, 250 x 4,6 mm, com partícula interna de 5 µm, munida de coluna guarda Phenomenex ODS (C18), 4 mm x 3 mm, sendo a detecção feita em 450 nm. Utilizou-se fase móvel constituída de metanol:acetato de etila:acetonitrila:(80:10:10, v/v/v), grau HPLC (Tedia, Brasil), com fluxo de 2,0 mL min⁻¹ e tempo de corrida de 13 min.

A identificação dos picos de interesse foi feita por comparação dos tempos de retenção do padrão e das amostras e, principalmente, através do espectro de absorção. A quantificação foi feita por padronização externa, por meio de uma curva-padrão de luteína e β-caroteno (Sigma-aldrich, EUA). O α-caroteno foi identificado por meio do espectro de absorção. A quantificação foi realizada por meio de curvas-padrão com concentrações *versus* áreas dos picos dos padrões, sendo os resultados expressos em µg (100 g)⁻¹ de cada material vegetal, na base úmida.

O teor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do Institute of Medicine (2001), em que 1 é Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) correspondente a 1 µg de retinol, sendo calculado da seguinte forma: µg de β-caroteno/12 + µg de α-caroteno/24, sendo os dados expressos em µg (100 g)⁻¹ de cada parte vegetal e estágio de maturação com base na matéria úmida.

Os carotenoides totais foram estimados de acordo com a metodologia proposta por Higby (1962). Amostras de 2 g da polpa e da casca de cada cultivar nos dois estádios de maturação foram acrescidas de 20 mL de acetona PA e processadas em homogeneizador Ultra Stirrer (modelo D-500) por 6 min. A seguir, o extrato foi filtrado a vácuo em funil de Büchner, utilizando-se papel-filtro e completando o volume para 25 mL. A absorvância dos extratos foi lida em 450 nm, em um espectrofotômetro. O teor de carotenoides totais foi estimado mediante a equação descrita a seguir, sendo os resultados expressos em miligramas por 100 g de polpa.

$$\text{Carotenoides totais} = A_{450} \times 100 / 250 \times L \times W$$

em que:

A₄₅₀: absorvância a 450 nm;

250: absortividade;

L: comprimento da célula, em cm; e

W: quantidade da amostra em gramas, no volume final da diluição (5/25 mL).

Para quantificação do teor de vitamina C, foram tomadas amostras de 5 g da polpa e da casca, nos dois estádios de maturação. Em seguida, adicionaram-se 50 mL de ácido oxálico 1%, sendo o material triturado em homogeneizador Ultra Stirrer (modelo D-500) por 1 min. O teor de vitamina C foi determinado por titulação com reagente de Tillman [2,6 diclorofenolindofenol (sal sódico) 0,1%]. Os resultados foram expressos em mg (100 g)⁻¹ de ácido ascórbico, com base na matéria fresca da polpa e da casca, nos dois estádios de maturação.

Os dados das variáveis referentes à comparação entre cultivares foram submetidos à análise de variância e as médias, agrupadas pelo critério de Scott-Knott (p<0,01), utilizando-se do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG 9.1 (SAEG, 2007). As comparações entre partes do fruto foram feitas por meio de estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os carotenoides β -criptoxantina e licopeno não foram identificados em nenhuma parte do fruto ou estágio de maturação. Foram identificados e quantificados apenas luteína, α -caroteno e β -caroteno, o que também foi verificado em banana por outros autores (WALL, 2006; DAVEY et al., 2009; NEWILAH et al., 2009; EKESA et al., 2012; LOKESH et al., 2014). O cultivar e as partes do fruto, bem como o estágio de maturação, influenciaram o teor dos carotenoides avaliados. A Figura 1 apresenta o perfil cromatográfico característico dos carotenoides encontrados nas amostras.

Na polpa verde, os teores dos carotenoides variaram bastante entre os cultivares. Analisando apenas as médias gerais, observou-se ligeiro predomínio de β -caroteno em relação aos demais carotenoides estudados. Para a luteína, houve a formação de cinco grupos de médias, com a 'Ouro' pertencendo ao grupo com a maior média, enquanto 'Nanica', 'Caipira', 'Mysore' e 'Marmelo' apresentaram teor bastante reduzido, comparado com a 'Ouro'. Além disso, nos cultivares Ouro, Caipira, Prata, Maçã, Pacovan, Prata-Graúda e Caju o teor de luteína superou o de α -caroteno e de β -caroteno. Newilah et al. (2009) também observaram essa tendência ao avaliarem 19 cultivares de banana e plátanos em Camarões. Para teor de α -caroteno e de β -caroteno, notou-se variação entre os cultivares, e oito cultivares exibiram teores de α -caroteno superiores aos de β -caroteno (Tabela 1).

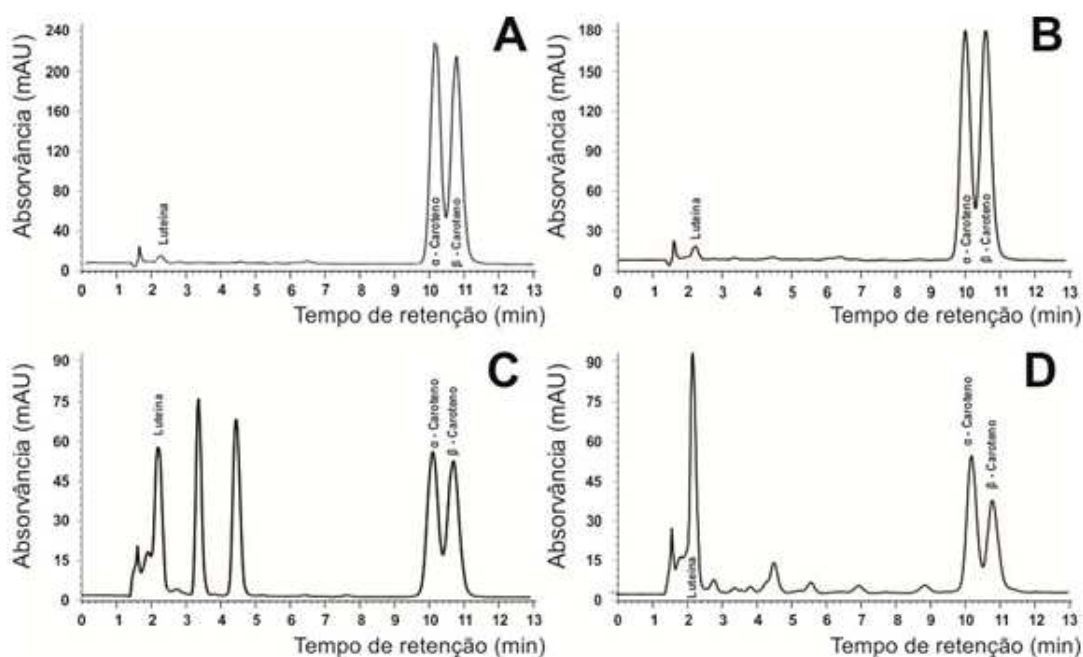


Figura 1 – Perfis cromatográficos dos carotenoides luteína, α -caroteno e β -caroteno, extraídos do cultivar Terrinha. (A) polpa verde, (B) polpa madura, (C) casca verde e (D) casca madura.

A ‘Terrinha’ destacou-se com teor expressivo de α -caroteno e β -caroteno em relação aos demais cultivares, nos dois estádios de maturação. Ademais, esse cultivar apresentou teor de luteína cerca de 12 vezes menor que os teores de α -caroteno e β -caroteno (Tabela 1). A ‘Caipira’ teve os menores teores de α -caroteno e β -caroteno nos dois estádios de maturação, apesar de ser agrupada juntamente com outros cultivares. Newilah et al. (2009) também verificaram teores bastantes reduzidos de α -caroteno e β -caroteno na polpa verde da ‘Caipira’ em Camarões. Além disso, é oportuno ressaltar que os teores de α -caroteno e β -caroteno na polpa verde da ‘Terrinha’ são, respectivamente, cerca de 4 e 3 vezes maiores em relação à ‘Caru-Roxa’ e ‘Caru-Verde’, ambas pertencentes ao grupo com o segundo maior teor, o que demonstra o grande potencial da ‘Terrinha’ como fonte dessas substâncias.

Para os carotenoides totais na polpa verde, verificou-se a formação de quatro grupos de médias, com teores oscilando de 159,66 a 2.553,51 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$ para ‘Caipira’ e ‘Terrinha’, respectivamente (Tabela 1). Na literatura científica são escassos os trabalhos que avaliam os diferentes carotenoides na polpa de banana verde.

Tabela 1 – Teores médios de luteína, α -caroteno, β -caroteno, carotenoides totais e Equivalentes de Atividade de Retinol (RAE) com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV%) da polpa verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Luteína		α -caroteno		β -caroteno		Carotenoides totais		RAE	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
	----- (μ g 100 g ⁻¹) -----									
Ouro	442,97 a	303,15 a	137,60 c	162,39 c	142,03 c	209,00 c	809,47 b	819,34 d	17,56 c	24,18 c
Nanica	86,63 e	151,74 c	104,24 c	134,22 d	58,35 d	103,10 e	384,62 c	501,47 e	9,20 d	14,18 d
Nanicão	122,35 d	142,04 c	130,61 c	106,45 d	66,37 d	63,97 f	447,21 c	476,74 e	10,97 d	9,76 e
Caru-Verde	132,05 d	219,28 b	255,25 b	281,79 b	290,79 b	307,18 b	895,10 b	1.075,53 c	34,86 b	37,34 b
Caru-Roxa	237,86 b	229,30 b	286,26 b	252,19 b	362,92 b	323,55 b	978,80 b	1.296,58 b	42,17 b	37,47 b
Caipira	65,71 e	101,26 c	6,95 d	13,89 g	3,61 d	15,29 f	159,66 d	183,88 f	0,59 d	1,85 f
Prata	132,16 d	133,42 c	103,78 c	57,66 e	116,68 c	61,36 f	462,50 c	398,41 e	14,04 c	7,51 e
Prata-Anã	104,34 d	238,97 b	124,59 c	75,99 e	149,41 c	65,93 f	493,71 c	563,40 e	17,64 c	8,66 e
Maçã	164,31 c	205,41 b	47,63 d	8,34 g	39,16 d	17,26 f	279,66 d	496,18 e	5,24 d	1,78 f
Mysore	70,38 e	184,05 c	94,89 c	117,32 d	174,73 c	152,14 d	407,09 c	604,92 e	18,51 c	17,56 d
Pacovan	137,86 d	220,79 b	104,70 c	73,21 e	99,32 c	51,65 f	437,05 c	563,29 e	12,64 c	7,35 e
Terrinha	99,31 d	192,49 b	1.195,30 a	1.073,03 a	1.126,11 a	1.051,84 a	2.553,51 a	2.583,23 a	143,64 a	132,36 a
Marmelo	33,33 e	111,28 c	7,28 d	7,41 g	91,60 c	26,76 f	167,20 d	279,79 f	7,93 d	2,53 f
Prata-Graúda	112,13 d	280,51 a	51,05 d	53,04 f	42,07 d	44,76 f	289,62 d	488,96 e	5,63 d	5,94 e
Caju	175,91 c	169,16 c	89,97 c	121,82 d	71,42 d	98,97 e	443,93 c	429,98 e	9,70 d	13,32 d
Média	141,15	192,19	182,67	169,24	188,97	172,85	613,94	717,44	23,35	20,61
CV (%)	19,73	16,57	26,83	13,76	24,73	16,20	16,56	12,16	24,27	13,26

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

Os teores de RAE na polpa verde seguiram a tendência dos teores de α -caroteno e de β -caroteno, com a ‘Terrinha’ se destacando em comparação com os demais cultivares avaliados (Tabela 1). Os teores de RAE foram próximos aos relatados por Newilah et al. (2009) em polpa verde, com teores variando de 16,02 a 147,99 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$ no cultivar Grande Naine e no plátano Mbouroukou nº1, respectivamente. O consumo de 100 g de polpa verde da ‘Terrinha’ fornece 20,52% e 15,96% da Ingestão Dietética de Referência (IDR) de vitamina A para homens e mulheres, respectivamente. Já na mesma quantidade de polpa madura do mesmo cultivar o fornecimento é de 18,90% e 14,7% para homens e mulheres, respectivamente, com base na IDR de 700 e 900 $\mu\text{g dia}^{-1}$ para homens e mulheres (19 a 50 anos), respectivamente (IOM, 2001).

Na polpa madura, verificou-se acréscimo de 36% no teor médio de luteína em relação à polpa verde. Em todos os cultivares analisados, com exceção da ‘Ouro’, ‘Caru-Roxa’ e ‘Caju’, houve incremento no teor de luteína na polpa, do estágio 1 para o 6 (Tabela 1). Esse comportamento parece ser dependente do cultivar e do estágio de maturação dos frutos, pois Newilah et al. (2009) observaram, em banana, aumento considerável no teor de luteína em 16 dos 19 cultivares avaliados, do estágio 1 para o 7. Além disso, na polpa madura de todos os cultivares, com exceção de ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde’ ‘Terrinha’ e ‘Caju’, o teor de luteína foi superior aos demais carotenoides avaliados (Tabela 1), concordando com Wall (2006), que também verificou maior teor de luteína em relação aos demais carotenoides presentes na banana, e Agócs et al. (2007), que verificaram a mesma tendência em seis espécies de citros. Newilah et al. (2009) e Lokesh et al. (2014) também verificaram em alguns cultivares de banana teor de luteína superior ao dos demais carotenoides. No entanto, Davey et al. (2009) e Ekesa et al. (2012) verificaram teor de luteína bastante inferior aos demais carotenoides presentes na banana madura.

Quanto aos outros carotenoides na polpa madura, houve redução de 7,3 e 8,5% nos teores médios de α -caroteno e β -caroteno, respectivamente, com o amadurecimento dos frutos (Tabela 1). O decréscimo nos teores desses carotenoides, durante o amadurecimento, pode ser devido à sua degradação, ou à síntese de outros carotenoides como a luteína. Essa tendência também foi verificada por Newilah et al. (2009) na polpa de banana.

Como verificado na polpa verde, a ‘Terrinha’ apresentou ampla predominância no teor de α -caroteno em relação aos demais cultivares na polpa

madura, com teor cerca de 144 vezes maior que na ‘Marmelo’, 128 vezes maior que na Maçã, 77 vezes maior que na Caipira (Tabela 1). Ademais, na ‘Nanica’, ‘Nanicão’, ‘Prata-Anã’, ‘Pacovan’, ‘Terrinha’, ‘Prata-Graúda’ e ‘Caju’, o teor de α -caroteno é ligeiramente superior ao teor de β -caroteno. Para o β -caroteno, houve a formação de seis grupos de médias, e novamente a ‘Terrinha’ se destacou dos demais; além disso, os teores de oito cultivares foram agrupados no grupo com as menores médias. Em outras frutas consideradas fontes de carotenoides para dieta humana, como a goiaba ‘Paluma’, mamão Formosa e manga ‘Tommy Atkins’, Oliveira et al. (2011) observaram teores de β -caroteno de 366,3; 548,6; e 1.557,1 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$, respectivamente, demonstrando o potencial de cultivares como a Caru-Roxa e Caru-Verde, com teores próximos; e a ‘Terrinha’, com teor superior ao da goiaba e do mamão.

Assim como na polpa verde, na polpa madura oito dos cultivares analisados apresentaram teores médios de β -caroteno superiores aos de α -caroteno (Tabela 1), o que também foi observado por Englberger et al. (2003), Englberger et al. (2010), Ekesa et al. (2012) e Lokesh et al. (2014). Entretanto, Wall (2006) e Newilah et al. (2009) encontraram teores de α -caroteno superiores aos de β -caroteno. Esse fato ilustra a importância de avaliar a ocorrência e quantificar os teores de carotenoides, para fornecimento de informações nutricionais mais precisas acerca de cada cultivar, incentivando o consumo de determinado cultivar com potencial nutritivo.

O teor médio de carotenoides totais da polpa madura foi 17% superior ao encontrado na polpa verde, com teores variando de 183,88 a 2.583,23 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$ (Tabela 1). A ‘Terrinha’ também apresentou elevado teor de carotenoides totais, com teor 14 vezes maior que o apresentado pela ‘Caipira’ e nove vezes maior que o teor da ‘Marmelo’, influenciado pelos elevados teores de α -caroteno e β -caroteno. Amorim et al. (2011) avaliaram 62 acessos de bananeira também no Brasil, incluindo diploides melhorados e selvagens, triploides e híbridos tetraploides, e observaram teor de carotenoides totais variando de 140 (AAA) a 1924 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$ (AAB), sendo o menor teor observado na ‘Caipira’. Verificou-se que o teor de carotenoides totais na polpa madura da banana varia muito em função do cultivar, como também foi observado por Amorim et al. (2009), que, ao avaliarem 42 acessos de bananeira no Brasil, constataram teores de carotenoides totais oscilando de 106 (‘Nanica’) a 1.924 $\mu\text{g (100 g)}^{-1}$ (‘Saney’) para banana de polpa branca e alaranjada, respectivamente. Já Englberger et al. (2010), na Micronésia, observaram teores variando de 130 a

9.400 μg (100 g)⁻¹. Lokesh et al. (2014), na Índia, encontraram teores de 60 a 2.100 μg (100 g)⁻¹.

Constatou-se que os cultivares com polpa alaranjada, tanto nos frutos verdes quanto maduros, apresentaram o maior teor de carotenoides, em comparação com aqueles de polpa branca ou creme, o que também foi verificado por outros autores (DAVEY et al., 2006; AMORIM et al., 2009; DAVEY et al., 2009; FUNGO; PILLAY, 2011) em banana.

O valor médio de vitamina A da polpa madura, expresso pelo valor de RAE, foi 12% inferior ao da polpa verde (Tabela 1), em consequência da redução dos teores de α -caroteno e de β -caroteno e da mudança na relação entre os dois carotenoides, que possuem diferentes pesos na conversão em vitamina A. Seguindo a tendência, a ‘Terrinha’ demonstrou elevado valor de vitamina A na polpa madura, no entanto o teor foi 17% menor que o apresentado na polpa verde. O valor de vitamina A encontrado neste estudo, na maioria dos cultivares, está próximo ao relatado por Englberger et al. (2010), que obtiveram valores oscilando de 8 a 435 μg (100 g)⁻¹. Entretanto, Newilah et al. (2009) constataram valores de 9,74 a 78,63 μg (100 g)⁻¹ e Lokesh et al. (2014), 4 a 114,6 μg (100 g)⁻¹, portanto inferior ao obtido para a ‘Terrinha’ nesta pesquisa.

Na casca verde, verificou-se ampla predominância da luteína diante dos outros carotenoides. Além disso, como constatado na polpa, o teor de β -caroteno é ligeiramente superior ao de α -caroteno, com exceção da ‘Ouro’, ‘Nanicão’, ‘Terrinha’ e ‘Caju’ (Tabela 2). Delgado-Pelayo et al. (2014) também observaram essa tendência ao avaliarem a casca de maçãs. De acordo com Pogson et al. (1998), a luteína é o carotenoide mais abundante nos tecidos fotossintéticos das plantas, representando até 50% do teor de carotenoides nas folhas, e a sua síntese é evolutivamente conservada, tanto em plantas terrestres quanto em algas verdes. Matos et al. (2009) relataram que a luteína foi o principal carotenoide observado nas folhas de cafeeiro, com teor 16% superior em folhas que receberam maior radiação, corroborando Matsubara et al. (2011), que relataram que a luteína desempenha papel importante na fotoproteção de folhas de abacateiro e atua na dissipação térmica, sendo os mecanismos ainda desconhecidos.

A ‘Ouro’ destacou-se com maior teor, enquanto a ‘Maçã’ e ‘Pacovan’, apresentaram teor inferior aos demais cultivares (Tabela 2). A luteína é um carotenoide amarelo e não tem atividade provitamina A (DAVEY et al., 2009). No

entanto, esse carotenoide desempenha importantes papéis no organismo humano. Conhecido como carotenoide macular, a luteína, juntamente com a zeaxantina, é responsável pela coloração amarela da mácula, região de elevada acuidade visual, responsável pela visão nítida das imagens (YEUM et al., 1995). A luteína e zeaxantina são os dois únicos carotenoides presentes no olho, em quantidade muito maior do que em qualquer outro tecido humano (YEUM et al., 1995). Além disso, outros benefícios são associados à luteína, como a redução do risco de desenvolvimento da degeneração macular relacionada à idade (DMRI), efeitos benéficos na proteção contra a aterosclerose, a catarata, o câncer e outras doenças (KOH et al., 2004). Segundo Stringheta et al. (2006), a perda da sensibilidade visual em pessoas com idade avançada e a baixa densidade do pigmento macular nos tecidos oculares podem desencadear algumas doenças dos olhos, incluindo a degeneração macular relacionada à idade (DMRI). Ademais, a luteína atua como antioxidante, protegendo as células dos danos oxidativos e, conseqüentemente, reduzindo o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas degenerativas (EL-AGAMEY et al., 2004).

Quanto aos outros carotenoides na casca verde, da mesma forma como verificado nas polpas verde e madura, a ‘Terrinha’ destacou-se com teores de α -caroteno e β -caroteno superiores aos dos demais cultivares (Tabela 2). Além disso, com exceção da ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde’, ‘Prata’, ‘Prata-Anã’, ‘Pacovan’ e ‘Terrinha’, o teor de α -caroteno na casca verde é superior ao da polpa verde. Já para o β -caroteno o teor na casca é superior ao da polpa, com exceção da ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde’ e ‘Terrinha’ (Tabela 2), provavelmente em razão de a polpa desses três cultivares apresentar coloração alaranjada intensa, representando alto teor de carotenoides.

Para os carotenoides totais na casca verde, houve a formação de cinco grupos, e a ‘Ouro’ pertence ao grupo com as maiores médias e com teor cerca de três vezes superior ao verificado nas polpas verde e madura do mesmo cultivar. No entanto, os menores teores foram observados na casca da ‘Marmelo’ e ‘Pacovan’ (Tabela 2).

O valor médio de vitamina A na casca verde foi semelhante ao verificado na polpa verde. Houve a formação de quatro grupos, com a ‘Terrinha’ novamente se destacando dos demais cultivares, com o maior valor. Ressalta-se, no entanto, que oito dos cultivares pertencem ao grupo com as menores médias, em razão do baixo teor dos carotenoides provitamínicos apresentado por esses cultivares. Na casca

verde, o valor de vitamina A foi superior ao da polpa verde, com exceção da ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde’, ‘Prata’, ‘Prata-Anã’, ‘Pacovan’ e ‘Terrinha’.

Na casca madura, o teor de luteína praticamente não se alterou, no entanto houve discreta redução nos teores de α -caroteno e β -caroteno com o amadurecimento dos frutos. Essa redução pode ser em razão da síntese de outros carotenoides não identificados e quantificados neste trabalho, como verificado nos cromatogramas da casca verde (C) em relação à casca madura (D) (Figura 1). A síntese de outros carotenoides com o amadurecimento dos frutos refletiu no teor de carotenoides totais, que apresentaram discreto aumento do estágio 1 para o 6 (Tabela 2). Na casca madura, também houve ampla predominância de luteína diante dos outros carotenoides avaliados. O teor de β -caroteno é superior ao de α -caroteno em todos os cultivares, à exceção da ‘Nanicão’, ‘Maçã’ e ‘Terrinha’ (Tabela 2). Wang et al. (2008), avaliando a casca de sete espécies de citros, observaram predominância de β -caroteno perante outros carotenoides, como luteína zeaxantina e β -criptoxantina.

A ‘Ouro’ e a ‘Caju’ são os cultivares com maior teor de luteína na casca madura. A ‘Terrinha’ destacou-se com os maiores teores de α -caroteno e β -caroteno, enquanto os cultivares Caipira, Prata, Maçã e Pacovan apresentam os menores teores desses carotenoides, além dos cultivares Prata-Anã, Marmelo e Prata-Graúda, que também apresentam menores teores de α -caroteno (Tabela 2).

O teor médio de carotenoides totais na casca madura foi superior ao encontrado em todos os outros estádios e partes do fruto, com exceção das polpas verde e madura da ‘Terrinha’, que apresentou teor superior ao teor médio na casca madura, demonstrando o potencial desse cultivar no fornecimento de carotenoides. Houve incremento de 7,2% em relação à casca verde, com a ‘Ouro’ se destacando (Tabela 2). No entanto, a literatura relata não ocorrerem variações mensuráveis no teor de carotenoides totais na casca da banana com o amadurecimento dos frutos (MARRIOTT, 1980). Entretanto, Ajila et al. (2007) verificaram, na Índia, teor de carotenoides totais em casca madura de manga 4 a 8 vezes maior do que na casca verde.

O valor de vitamina A na casca madura foi semelhante ao obtido na polpa madura, com redução de 11% em relação à casca verde. A ‘Ouro’ e a ‘Terrinha’ se destacaram com os maiores valores, e os cultivares Caipira, Prata, Prata-Anã, Maçã, Pacovan, Marmelo e Prata-Graúda, com menor teor, em razão de terem apresentado baixos teores de α -caroteno e β -caroteno (Tabela 2).

Tabela 2 – Teores médios de luteína, α -caroteno, β -caroteno, carotenoides totais, Equivalentes de Atividade de Retinol (RAE) com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV%) da casca verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Luteína		α -caroteno		β -caroteno		Carotenoides totais		RAE	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
	----- (μ g 100 g ⁻¹) -----									
Ouro	2310,31 a	2587,93 a	222,62 c	248,77 b	209,73 c	461,98 a	2566,86 a	3182,13 a	26,75 c	48,86 a
Nanica	1832,04 b	1682,72 b	178,34 c	178,12 c	185,89 c	190,61 d	2007,93 c	2012,60 d	22,92 d	23,30 c
Nanicão	1561,22 c	1579,17 b	201,30 c	161,66 c	195,79 c	159,78 d	1778,91 d	1897,14 e	24,70 c	20,05 c
Caru-Verde	1806,19 b	1587,27 b	183,01 c	106,33 d	206,78 c	201,35 d	2052,37c	1796,38 e	24,85 c	21,21 c
Caru-Roxa	1780,92 b	1612,19 b	216,64 c	135,64 d	283,68 b	273,55 c	2328,36 b	1996,32 d	32,66 b	28,45 b
Caipira	1802,93 b	1579,95 b	113,37 d	51,34 e	146,56 d	96,81 e	1802,69 d	1785,88 e	16,93 d	10,20 d
Prata	1801,94 b	1653,52 b	82,16 e	57,27 e	118,81 d	93,05 e	1802,44 d	1723,19 e	13,32 d	10,14 d
Prata-Anã	1293,88 c	1248,62 c	80,21 e	56,80 e	163,93 c	88,76 e	1355,64 e	1438,12 f	17,00 d	9,76 d
Maçã	1282,40 d	1317,00 c	89,35 e	54,34 e	118,14 d	52,22 e	1338,07 e	1453,70 f	13,57 d	6,62 d
Mysore	1593,81 c	1555,30 b	138,81 d	107,86 d	244,69 b	212,65 d	1740,63 d	1898,04 e	26,17 c	22,22 c
Pacovan	1195,89 d	1004,57 c	72,98 e	57,31 e	117,71 d	72,12 e	1106,52 f	1216,26 f	12,85 d	8,40 d
Terrinha	1121,18 c	1431,92 b	389,95 a	398,62 a	360,48 a	395,10 a	1664,55 d	2247,69 c	46,28 a	49,53 a
Marmelo	994,88 c	995,10 c	62,88 e	49,50 e	185,14 c	96,70 e	1099,68 f	1260,88 f	18,04 d	10,12 d
Prata-Graúda	1273,13 c	1400,89 b	87,27 e	40,56 e	170,25 c	89,86 e	1365,22 e	1434,67 f	17,82 d	9,17 d
Caju	1948,47 b	2529,79 a	266,70 b	154,48 c	246,05 b	268,95 c	2264,94 b	2813,35 b	31,61 b	28,84 b
Média	1573,27	1584,39	156,17	124,57	196,90	183,56	1751,65	1877,09	22,92	20,45
CV (%)	11,65	12,33	16,19	15,36	17,59	14,04	8,42	7,19	16,48	12,03

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

Os resultados deste trabalho evidenciaram o potencial de uso de determinados cultivares de bananeira na promoção da saúde devido à presença de importantes pigmentos carotenoides. Alguns cultivares como ‘Terrinha’, ‘Caru-Roxa’, ‘Caru-Verde’ e ‘Ouro’ devem ser distinguidos em razão da elevada concentração de carotenoides, devendo ser incentivado o consumo de frutos desses cultivares. Ademais, podem ser utilizados em programas de melhoramento, a fim de obter cultivares biofortificados, contribuindo para o aumento da ingestão de nutrientes pelas populações de regiões em risco de carências.

Para a vitamina C, o teor médio foi maior na polpa verde em relação à polpa madura com algumas exceções (Tabela 3), o que está de acordo com o relatado por alguns autores, ao descreverem que o teor de vitamina C pode reduzir com o processo do amadurecimento para algumas frutas, como banana e manga (LEE; KADER, 2000; HERNÁNDEZ et al., 2006). Para a casca, o teor médio é semelhante nos dois estádios de maturação. Além disso, o teor médio na casca é ligeiramente superior ao observado na polpa em ambos os estádios de maturação (Tabela 3).

Com relação à polpa verde, ‘Caipira’ e ‘Mysore’ destacaram-se com os maiores teores de vitamina C e a ‘Ouro’, ‘Caipira’ e ‘Mysore’, na polpa madura. Jesus et al. (2005) também observaram maior teor de vitamina C na polpa madura da ‘Caipira’ ao avaliarem nove cultivares; além disso, relataram teor médio de 8 mg (100 g)⁻¹. Wall (2006) verificou teores de vitamina C de 4,5 a 12,7 mg (100 g)⁻¹ na polpa madura dos cultivares Williams e Nanica, respectivamente. Mélo et al. (2006) observaram teores de vitamina C oscilando de 4,63 a 9,83 mg (100 g)⁻¹ na polpa madura dos cultivares Pacovan e Comprida, respectivamente. Hernández et al. (2006) relataram teor de 6,61 mg (100 g)⁻¹ na polpa madura do cultivar Gran Enana. Amorim et al. (2011) citaram teores de vitamina C bastante superiores aos encontrados neste trabalho, com variação de 9,02 a 54,19 mg (100 g)⁻¹, ao avaliarem a polpa madura de 26 acessos diploides AA. Além disso, esses mesmos autores verificaram variação de 8,60 (AAAA) a 76,82 mg (100 g)⁻¹ (ABBB), ao avaliarem a polpa madura de 36 acessos tri e tetraploides. Na polpa verde, Borges (2003) encontrou teores bastante superiores aos observados neste trabalho em ‘Nanicão’ (17,58 mg 100 g)⁻¹ e ‘Prata’ (20,22 mg 100 g)⁻¹, e Hernández et al. (2006) relataram teor de 15,5 mg (100 g)⁻¹ na cultivar Gran Enana.

Tabela 3 – Teores médios de vitamina C com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV%) da polpa e da casca verde e madura dos frutos de 15 cultivares de bananeiras cultivados em Viçosa, Minas Gerais

Cultivares	Polpa		Casca	
	Verde	Madura	Verde	Madura
	----- (mg 100 g ⁻¹)-----			
Ouro	7,31 b	7,87 a	8,99 a	8,82 a
Nanica	5,04 c	5,06 c	5,91 b	7,69 a
Nanicão	5,64 c	5,31 c	6,47 b	6,47 b
Caru-Verde	6,16 c	6,16 b	7,64 a	8,06 a
Caru-Roxa	6,13 c	6,33 b	8,30 a	8,09 a
Caipira	9,12 a	7,58 a	7,62 a	6,44 b
Prata	7,11 b	6,44 b	8,00 a	7,66 a
Prata-Anã	7,52 b	6,69 b	8,33 a	8,13 a
Maçã	6,52 c	6,28 b	8,11 a	9,02 a
Mysore	9,70 a	8,21 a	9,34 a	9,53 a
Pacovan	7,81 b	6,82 b	7,68 a	8,44 a
Terrinha	6,12 c	4,05 c	5,67 b	4,38 b
Marmelo	5,77 c	4,71 c	6,67 b	6,24 b
Prata-Graúda	5,43 c	5,65 c	5,44 b	5,91 b
Caju	6,06 c	5,75 c	8,91 a	9,17 a
Médias	6,76	6,19	7,54	7,60
CV %	14,92	14,55	18,56	13,38

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,01$).

Na casca, houve pouca variação entre os cultivares, formando-se apenas dois grupos de médias. Em ambos os estádios, 10 cultivares pertencem ao grupo com as maiores médias. Informações sobre o teor de vitamina C na casca de bananas são escassas na literatura científica. Damiani et al. (2009) também relataram maiores teores de vitamina C na casca da manga ‘Haden’ em relação à polpa.

4. CONCLUSÕES

O cultivar Ouro apresenta o maior teor de luteína na polpa e nas cascas verde e madura. A ‘Terrinha’ destaca-se com elevados teores de α -caroteno, β -caroteno e fornecimento de vitamina A, tanto na polpa quanto na casca verde e madura.

O teor médio de carotenoides totais aumentou 17% na polpa e 7,2% na casca com o amadurecimento dos frutos.

O cultivar Mysore apresenta o maior teor de vitamina C na polpa e cascas verde e madura.

Os cultivares Terrinha, Caru-Roxa, Caru-Verde e Ouro poderiam ser implantados em regiões com deficiência de vitamina A.

5. REFERÊNCIAS

AGÓCS, A.; NAGY, V.; SZABÓ, Z.; MÁRK, L.; OHMACHT, R.; DELI, J. Comparative study on the carotenoid composition of the peel and the pulp of different citrus species. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, n. 3, p. 390-394, 2007.

AJILA, C. M.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J. S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p. 1006-1011, 2007.

AMORIM, E. P.; COHEN, K. O.; AMORIM, V. B. O.; PAES, N. S.; SOUSA, H. N.; SANTOS-SEREJO, J. A.; SILVA, S. O. Caracterização de acessos de bananeira com base na concentração de compostos funcionais. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 592-598, 2011.

AMORIM, E. P.; VILARINHOS, A. D.; COHEN, K. O.; AMORIM, V. B. O.; SANTOS-SEREJO, J. A.; SILVA, S. O.; PESTANA, K. N.; SANTOS, V. J.; PAES, N. S.; MONTE, D. C.; REIS, R. V. Genetic diversity of carotenoid-rich bananas evaluated by Diversity Arrays Technology (DArT). **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, n. 1, p. 96-103, 2009.

BAKÓ, E.; DELI, J.; TÓTH, G. HPLC study on the carotenoid composition of calendula products. **Journal of Biochemical and Biophysical Methods**, v. 53, n. 1-3, p. 241-250, 2002.

BORGES, M. T. M. R. **Potencial vitamínico da banana verde e produtos derivados**. 2003. 139 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; PAULA, M. L.; ASQUIERI, E. R. Avaliação química de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 177-184, 2009.

DAVEY, M. W.; BERGH, V. D.; MARKHAM, R.; SWNNEN, R.; KEULEMANS, J. Genetic variability in *Musa* fruit provitamin A carotenoids, lutein and mineral micronutrient contents. **Food Chemistry**, v. 115, n. 3, p. 806-813, 2009.

DELGADO-PELAYO, R.; GALLARDO-QUERRERO, L.; HOMERO-MÉNDEZ, D. Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. **Food Research International**, v. 65, p. 272-281, 2014.

EL-AGAMEY, A.; LOWE, G. M.; McGARVEY, D. J.; MORTENSEN, A.; PHILLIP, D. M.; TRUSCOTT, G.; YOUNG, A. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 430, n. 1, p. 37-48, 2004.

ENGLBERGER, L.; AALBERSBERG, W.; RAVI, P.; BONNIN, E.; MARK, G. C.; FITZGERALD, M. H.; ELYMORE, J. Further analyses on Micronesian banana, taro, breadfruit and other foods for provitamin A carotenoids and minerals. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 2, p. 219-236, 2003.

ENGLBERGER, L.; LYONS, G.; FOLEY, W.; DANIELLS, J.; AALBERSBERG, B.; DOLODOLOTAWAKE, U.; WATOTO, C.; IRAMU, E.; TAKI, B.; WEHI, F.; WARITO, P.; TAYLOR, M. Carotenoid and riboflavin content of banana cultivars from Makira, Solomon Islands. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 6, p. 624-632, 2010.

EKESA, B.; POULAERT, M.; DAVEY, M. W.; KIMIYWE, J.; VAN DEN BERGH, I.; BLOMM, G.; DHUIQUE-MAYER, C. Bioaccessibility of provitamin A carotenoids in bananas (*Musa* spp.) and derived dishes in African countries. **Food Chemistry**, v. 133, n. 4, p. 1471-1477, 2012.

FUNGO, R.; PILLAY, M. β -carotene content of selected banana genotypes from Uganda. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 28, p. 5423-5430, 2011.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. **Food Chemistry**, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes (DRIs)**: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 772 p.

JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 573-579, 2005.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LOKESH, V. L.; DIVYA, P.; PUTHUSSERI, B.; MANHUNATHA, G.; NEELWARNE, B. Profiles of carotenoids during post-climacteric ripening of some important cultivars of banana and development of a dry product from a high carotenoid yielding variety. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 59-66, 2014.

MARRIOTT, J. Bananas-physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 41-88, 1980.

MATOS, F. S.; WOLFGRAMM, R.; GONÇALVES, F. V.; CAVATTE, P. C.; VENTRELLA, M. C.; DaMATTa, F. M. Phenotypic plasticity in response to light in the coffee tree. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n. 2, p. 421-427, 2009.

MATSUBARA, S.; CHEN, Y. C.; CALIANDRO, R.; GOVINDJEE; CLEGG, R. M. Photosystem II fluorescence lifetime imaging in avocado leaves: Contributions of the lutein-epoxide and violaxanthin cycles to fluorescence quenching. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 104, n. 1-2, p. 271-284, 2011.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; CAETANO, A. C. S. LEAL, F. L. L. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.

NAGAOKA, S. I.; KAKIUCHI, T.; OHARA, K.; MUKAI, K. Kinetics of the reaction by which natural vitamin E is regenerated by vitamin C. **Chemistry and Physics of Lipids**, v. 146, n. 1, p. 26-32, 2007.

NEWILAH, G. N.; DHUIQUE-MAYER, C.; ROJAS-GONZALEZ, J.; TOMEKPE, K.; FOKOU, E.; ETOA, F. X. Carotenoid contents during ripening of banana hybrids and cultivars grown in Cameroon. **Fruits**, v. 64, n. 4, p. 197-206, 2009.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO-SANT'ANA. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

PALACE, V. P.; KHAPER, N.; QIN, Q.; SINGAL, P. K. Antioxidant potentials of vitamin a and carotenoids and their relevance to heart disease. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 5-6, p. 746-761, 1999.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1-2, p. 145-151, 1998.

POGSON, B. J.; NIYOGI, K. K.; BJÖRKMAN, O.; DELLAPENNA, D. Altered xanthophyll compositions adversely affect chlorophyll II accumulation and nonphotochemical quenching in *Arabidopsis* mutants. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA**, v. 95, n. 22, p. 13324-13329, 1998.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: International Life Sciences Institute Press, 2001. 71 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvest plus handbook for carotenoid analysis**. Washington: International Food Policy Research Institute and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2004. 63 p.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.

STRINGHETA, P. C.; NACHTIGALL, A. M.; OLIVEIRA, T. T.; RAMOS, A. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; GONÇALVES, M. P. J. C. Luteína: propriedades antioxidantes e benefícios à saúde. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 229-238, 2006.

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, n. 5, p. 434-445, 2006.

WANG, Y. C.; CHUANG, Y. C.; HSU, H. W. The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. **Food Chemistry**, v. 106, n. 1, p. 277-284, 2008.

YEUM, K. J.; TAYLOR, A.; TANG, G.; RUSSELL, R. M. Measurement of Carotenoids, Retinoids, and tocopherols in human lenses. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 36, n. 13, p. 2756-2761, 1995.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 503-509, 2004.

CAPÍTULO 4

TEORES DE MINERAIS EM POLPAS E CASCAS DE BANANAS DE 15 CULTIVARES*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a matéria seca, o teor de minerais e a capacidade de fornecimento de minerais com base na ingestão dietética de referência na polpa e casca de frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananeiras. Utilizaram-se quatro cachos por cultivar e seis frutos por unidade amostral. Foram coletadas amostras frescas da polpa e casca das 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 casca e na polpa, mas não entre frutos verdes e maduros. O cultivar Terrinha apresentou a maior porcentagem de matéria

* Artigo publicado: AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; RIBEIRO, S. M. R. Teores de minerais em polpas e cascas de frutos de cultivares de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 7, p. 546-553, 2014.

seca na polpa e os cultivares Marmelo e Maçã, na casca. Em N, P, Fe, Zn e Cu, a casca exibiu duas vezes o teor da polpa. O teor de K e Mn na casca foi de aproximadamente quatro vezes o da polpa. A polpa do cultivar Caipira (AAA) e a casca dos cultivares Prata e Pacovan (AAB) apresentam os maiores teores de minerais.

Palavras-chave: *Musa* spp.; Composição mineral; Composição nutricional; Ingestão dietética de referência.

CHAPTER 4

MINERAL CONTENT IN PULP AND PEEL OF 15 BANANA CULTIVARS

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the dry matter, the mineral content, and the ability to supply, 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, 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 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 Caipira cultivar, and the peel of the Prata and Pacovan cultivars show the highest mineral contents.

Keywords: *Musa* spp.; Mineral composition; Nutritional composition; Dietary reference intake.

1. INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das fruteiras mais cultivadas nos países de climas 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, com produção de 7,3 milhões de toneladas de banana e plátanos, em 481 mil hectares de área colhida (FAO, 2014).

Atualmente, há grande diversidade de cultivares de banana disponível no Brasil. Para alguns cultivares, como Pacovan, Prata-Anã, Caipira, Nanicão, Maçã, Nanica e Prata-Graúda, já são conhecidas as características agronômicas, as propriedades organolépticas e a composição química dos frutos (GOMES et al., 2007; RAMOS et al., 2009).

Em relação à quantificação de minerais e à porcentagem de matéria seca na polpa e na casca, são, entretanto, 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), avaliando a polpa e a casca de 47 genótipos de bananas e plátanos, provenientes de Camarões, de Uganda, dos Estados Unidos, das Filipinas e do Camboja, observaram grande variação nos teores dos minerais, nos diferentes genótipos. Esses autores relataram que alguns genótipos acumularam até três vezes mais o teor de minerais do que outros. Davey et al. (2007), ao analisarem a polpa e a casca de cinco cultivares de banana e plátanos em Camarões, constataram variações nos teores de minerais entre os cultivares, e os teores na casca foram

superiores ao da polpa. Wall (2006) encontrou teores de matéria seca de 31,5 e 26,2%, respectivamente, na polpa madura dos cultivares Nanica e Williams, nos Estados Unidos. Esse mesmo autor concluiu que os dois cultivares estudados podem ser considerados 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 poucos ou de apenas um cultivar; portanto não são representativos do grande número de cultivares. 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 diversos cultivares pode fornecer mais informações a cerca do teor de minerais na banana, para indicação dos cultivares que melhor satisfaçam a ingestão diária recomendada de minerais. Assim, a análise da casca pode servir de estímulo para a sua utilização na alimentação humana e animal.

Novas estratégias econômicas para aumentar a utilização de banana incluem: a produção de farinha de polpa e cascas verde e madura (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.

Objetivou-se com este trabalho determinar a 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.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Cachos de 15 cultivares de bananeiras (*Musa* spp.) foram colhidos de janeiro a abril de 2013, em plantas espaçadas de 3,5 m x 2,5 m, em pomar experimental, com 5 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 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. Os cultivares e grupos genômicos avaliados foram: Ouro (AA), Nanica (AAA), Nanicão (AAA), Caru-Verde (AAA), Caru-Roxa (AAA), Caipira (AAA), Prata (AAB), Prata-Anã (AAB), Maçã (AAB), Mysore (AAB), Pacovan (AAB), Terrinha (AAB), Marmelo (ABB), Prata-Graúda (AAAB) e Caju (não definido).

A condução do bananal, coleta dos cachos, quantidade de pencas e frutos utilizados, tratamentos pós-colheita dos frutos e formas de armazenamento foram realizados conforme descrito no Capítulo 1.

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 analisados como experimentos distintos.

A porcentagem 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 (AOAC, 1990), e, no extrato nitroperclórico, quantificaram-se P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn e Se. O P foi determinado por colorimetria, conforme Braga e Defelipo (1974), e os demais nutrientes foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, em espectrofotômetro, modelo SpectrAA 220FS (Varian Medical Systems, Belrose, Austrália), nas condições instrumentais recomendadas. Foram utilizados padrões Merk (Merk Brasil, Rio de Janeiro) para preparo das curvas-padrão de K e Ca, em concentração na faixa de 0 a 20 mg L⁻¹; Mg, Zn e Cu, na faixa de 0 a 2 mg L⁻¹; e Fe e Mn, na faixa de 0 a 15 mg L⁻¹; os resultados foram expressos em g kg⁻¹ e mg kg⁻¹, para macro e micronutrientes, respectivamente, com base na matéria seca.

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

Os dados das variáveis referentes à comparação entre cultivares foram submetidos à análise de variância e as médias, agrupadas pelo critério de Scott-Knott a 1% de probabilidade, tendo-se utilizando o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG 9.1 (SAEG, 2007).

Cada cultivar foi ranqueado quanto ao teor dos minerais avaliados. Para tanto, na polpa e na casca, atribuiu-se uma nota para cada mineral, a partir do critério de Scott-Knott, em que as letras correspondentes a cada média foram utilizadas para ranquear os cultivares: a = 1, b = 2, c = 3, d = 4 e = 5 e, assim, sucessivamente. Dessa forma, para a polpa e casca de cada cultivar foi feito o somatório das notas de todos os minerais. Esse somatório representou a nota geral, a qual foi usada no ranqueamento dos cultivares, sendo os mais ricos em minerais os que receberam as menores notas.

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 o cultivar com o maior teor de minerais, em comparação com os outros três cultivares mais difundidos no Brasil. Os cálculos foram realizados apenas com base na IDR para homens adultos (IOM, 2001; 2004).

3. 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 ‘Terrinha’ (AAB), enquanto as menores percentagens foram verificadas nos cultivares Nanica, Caru-Roxa, Caru-Verde, Caipira (AAA) e Prata Graúda (AAAB). Wall (2006) obteve percentagem de matéria seca na polpa madura da ‘Nanica’ (31,5%) e ‘Williams’ (26,2%), semelhante ao observado na maioria dos cultivares avaliados. Na casca, os cultivares Marmelo (ABB) e Maçã (AAB) se destacaram com os maiores percentuais (Tabela 1).

Não houve variação significativa entre os teores de minerais nos frutos verdes e maduros; assim, os dados referentes aos macro e 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 ranqueamento dos 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 2), o que a ‘Caipira’ (AAA) e a ‘Ouro’(AA) são, respectivamente, os cultivares avaliados com maior e menor teor global de minerais na polpa.

Tabela 1 – Porcentagens médias de matéria seca da polpa e da casca dos dois estádios de maturação e respectivos coeficientes de variação (CV%) de frutos verdes e maduros de 15 cultivares de bananas

Cultivares/Grupo genômico	Matéria seca de frutos (%)	
	Polpa	Casca
Ouro/AA	32,75 b	15,19 b
Nanica/AAA	25,69 e	12,25 c
Nanicão/AAA	27,81d	13,81 b
Caru-Verde/AAA	26,19 e	14,75 b
Caru-Roxa/AAA	24,12 e	13,88 b
Caipira (Yangambi-km5)/AAA	25,31 e	11,81 c
Prata/AAB	30,50 c	12,69 c
Prata-Anã/AAB	31,63 b	13,13 c
Maçã/AAB	29,94 c	17,13 a
Mysore/AAB	28,31 d	14,31 b
Pacovan/AAB	32,56 b	13,44 b
Terrinha/AAB	38,38 a	13,74 b
Marmelo/ABB	33,31 b	18,44 a
Prata-Graúda (SH-3640)/AAAB	24,94 e	11,81 c
Caju/Não definido	28,69 d	14,81 b
Médias	29,34	14,08
CV (%)	4,94	9,30

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Na polpa, a ‘Nanica’(AAA) apresentou maior teor de N. Para K, os cultivares Caru-Roxa (AAA), Caru-Verde (AAA) e Caipira (AAA) apresentaram os maiores teores. Já para Mg, a ‘Maçã’ (AAB), ‘Mysore’ (AAB) e ‘Pacovan’ (AAB) se destacaram. Os teores de P e Ca foram maiores na polpa da ‘Caipira’, enquanto o teor de Mn exibiu ampla predominância na ‘Caju’, com teor aproximadamente 17 vezes maior que na ‘Nanica’. Para o teor de Cu, não houve diferença entre os cultivares, com exceção da ‘Nanicão’, ‘Terrinha’ e ‘Marmelo’, que apresentaram menor teor (Tabela 2). Davey et al. (2009), ao avaliarem os frutos nos estádios de maturação 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 neste trabalho.

Tabela 2 – Teores médios de macronutrientes, micronutrientes, somatório das notas, ranqueamento e respectivos coeficientes de variação (CV%) da polpa dos frutos de 15 cultivares de bananeiras

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

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

⁽¹⁾Somatório das notas em cada cultivar quanto aos teores de minerais, de acordo com o seguinte critério: as letras correspondentes a cada média foram utilizadas para ranquear os cultivares, considerando as notas a = 1, b = 2, c = 3, d = 4 e = 5, assim sucessivamente para cálculo da nota geral.

De acordo com o critério proposto para ranqueamento dos cultivares, a ordem decrescente do teor de macro e micronutrientes na casca é a seguinte: ‘Prata’ = ‘Pacovan’ > ‘Mysore’ = ‘Caipira’ > ‘Prata-Anã’ > ‘Ouro’ > ‘Prata-Graúda’ = ‘Caju’ > ‘Caru-Roxa’ = ‘Nanica’ > ‘Terrinha’ > ‘Nanicão’ = ‘Caru-Verde’ > ‘Marmelo’ > ‘Maçã’ (Tabela 3). Entre os cultivares avaliados, Prata (AAB) e Pacovan (AAB) apresentaram os maiores teores de minerais na casca, enquanto Maçã (AAB) é o mais pobre em minerais.

Na casca, os maiores teores de K e Mg foram obtidos nos cultivares Ouro (AA) e Pacovan (AAB), respectivamente. Semelhantemente ao observado na polpa, a ‘Caju’ apresentou teor de Mn aproximadamente 6,5 vezes maior que o da ‘Nanica’. Para os demais minerais, os teores variaram entre os cultivares (Tabela 3). Kalemelawa et al. (2012), realizando a quantificação de minerais na casca de banana madura em cultivar não informado, observaram maior teor de K ($66,40 \text{ g kg}^{-1}$), teores de Ca ($2,11 \text{ g kg}^{-1}$) e Mg ($1,02 \text{ g kg}^{-1}$) próximos e teores de P ($0,22 \text{ g kg}^{-1}$) e N ($10,5 \text{ g kg}^{-1}$), bastante inferiores aos obtidos neste trabalho. Emaga et al. (2007) relataram teores de K (47 a 63 g kg^{-1}) e Ca ($1,5$ a $7,2 \text{ g kg}^{-1}$) superiores, entretanto, para P, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, esses autores obtiveram teores bastante inferiores. Gondim et al. (2005), ao estudarem a composição mineral das cascas de sete frutas maduras, incluindo a banana, cujo cultivar não foi informado, obtiveram teores de K, Ca, Mg, Fe, Zn e Cu muito inferiores aos deste 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 de cada cultivar (DAVEY et al., 2007), uma vez que alguns são capazes de acumular teores até três vezes mais elevados de determinado mineral em seus frutos nas mesmas condições de cultivo (DAVEY et al., 2009).

K e N foram os macronutrientes mais absorvidos e exportados pelas bananeiras, seguidos por Mg e Ca e P (Tabela 4). Soares et al. (2008) também observaram que K e N são os macronutrientes mais exportados, mas houve menor exportação de Mg. Os micronutrientes Fe e Zn foram os mais acumulados nos frutos, seguidos por Mn e Cu (Tabela 4).

Tabela 3 – Teores médios de macronutrientes, micronutrientes, somatório das notas, ranqueamento e respectivos coeficientes de variação (CV%) da casca dos frutos de 15 cultivares de bananeiras

Cultivares	Macronutrientes (g kg ⁻¹ mat. seca)					Micronutrientes (mg kg ⁻¹ mat. seca)				Soma das notas ⁽¹⁾	Ranqueamento
	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu		
Ouro	22,75 a	6,82 b	51,47 a	1,20 d	1,98 b	67,38 a	56,57 a	33,62 e	8,86 a	18	4
Nanica	25,32 a	6,22 b	40,96 b	0,83 e	1,25 c	77,05 a	56,55 a	17,15 f	7,18 b	23	6
Nanicão	20,28 b	4,85 c	40,34 b	1,17 d	1,62 c	67,77 a	55,65 a	23,89 f	5,22 c	25	8
Caru-Verde	16,50 b	6,81 b	31,89 c	0,94 e	1,68 c	56,00 b	46,18 b	52,76 c	6,06 c	25	8
Caru-Roxa	16,10 b	7,81 a	30,38 c	1,19 d	1,95 b	56,87 b	42,84 b	37,76 e	7,49 b	23	6
Caipira	18,87 b	7,37 a	44,91 b	1,10 d	2,19 b	66,40 a	56,11 a	93,60 b	10,21 a	16	2
Prata	22,69 a	8,35 a	35,79 c	1,58 b	2,84 a	68,52 a	64,17 a	55,36 c	7,43 b	15	1
Prata-Anã	23,18 a	4,76 c	30,90 c	1,67 b	2,24 b	65,46 a	59,48 a	53,67 c	9,72 a	17	3
Maçã	19,27 b	4,87 c	32,94 c	1,02 d	1,50 c	48,32 b	40,52 b	21,10 f	4,80 c	28	10
Mysore	19,50 b	6,55 b	41,39 b	1,73 b	2,41 a	71,14 a	50,28 a	55,39 c	7,68 b	16	2
Pacovan	21,85 a	6,35 b	34,99 c	2,09 a	2,55 a	66,85 a	55,76 a	58,69 c	7,83 b	15	1
Terrinha	26,55 a	4,97 c	39,83 b	0,86 e	0,92 d	64,35 a	57,88 a	41,68 d	6,16 c	24	7
Marmelo	16,54 b	8,59 a	22,95 c	1,04 d	0,81 d	45,31 b	43,99 b	24,10 f	4,93 c	27	9
Prata-Graúda	26,12 a	4,51 c	27,27 c	1,14 c	1,61 c	72,03 a	53,41 a	56,06 c	7,51 b	20	5
Caju	15,84 b	6,52 b	31,46 c	0,73 e	2,23 b	48,60 b	38,60 b	111,37 a	8,53 a	20	5
Médias	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	-----	-----

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

⁽¹⁾Somatório das notas em cada cultivar quanto aos teores de minerais, de acordo com o seguinte critério: as letras correspondentes a cada média foram utilizadas para ranquear os cultivares, considerando as notas a = 1, b = 2, c = 3, d = 4 e e = 5, e assim sucessivamente para cálculo da nota geral.

Tabela 4 – Valores médios das quantidades de macronutrientes e micronutrientes exportados por tonelada de frutos (base úmida) e respectivos coeficientes de variação (CV%) de 15 cultivares de bananeira

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

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

⁽¹⁾Somatório das notas em cada cultivar quanto aos teores de minerais, de acordo com o seguinte critério: as letras correspondentes a cada média foram utilizadas para ranquear os cultivares, considerando as notas a = 1, b = 2, c = 3, d = 4 e e = 5, e assim sucessivamente para cálculo da nota geral.

Os teores médios de minerais exportados pelos 15 cultivares avaliados são maiores do que os relatados por Teixeira et al. (2008), ao analisarem 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 com os 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 ‘Pacovan’ apresenta maior exportação dos minerais quantificados, enquanto a ‘Prata-Graúda’ e a ‘Marmelo’ exportam menos minerais pelos frutos (Tabela 4). O teor de minerais presentes na casca da ‘Pacovan’ contribuiu fortemente para a quantidade exportada pelos frutos desse cultivar. Hoffmann et al. (2010) também constataram maior acúmulo de micronutrientes para ‘Pacovan’.

Quanto ao fornecimento de minerais pelos cultivares, nos quais foram calculadas as porcentagens de fornecimento, observou-se que a polpa da ‘Caipira’ e da ‘Ouro’ se destacou no fornecimento de K (Tabela 5). Os maiores percentuais de fornecimento de P, Ca e Mn também foram obtidos com o consumo da polpa da ‘Caipira’. Entretanto, para Fe e Zn, a ‘Caipira’ foi a que menos contribuiu. Na casca, a ‘Ouro’ foi a que mais forneceu K e P. Para Mg e Mn, o maior fornecimento foi da ‘Prata-Anã’ e da ‘Caipira’, respectivamente. Para os outros minerais, a porcentagem variou entre os cultivares. Wall (2006), ao estudar a polpa madura dos cultivares Nanica e Williams, obteve porcentagem de fornecimento de K, P, Mn e Cu superior à encontrada neste trabalho; para Ca e Mg, as porcentagens foram próximas, enquanto para Fe e Zn a porcentagem observada por esse 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).

Tabela 5 – Porcentagem de minerais fornecidos por 100 g de polpa e 100 g de casca fresca dos cultivares Caipira, Prata-Anã, Nanicão e Ouro, com base na ingestão dietética de referência (IDR)

Cultivar	Fornecimento de minerais (%) ⁽¹⁾							
	K	P	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Polpa dos frutos								
Caipira	6,04 a	0,37 a	0,70 a	7,14 b	9,66 b	4,77 b	20,65 a	15,62 a
Prata-Anã	4,83 b	0,24 b	0,63 b	8,83 a	11,39 a	6,37 a	11,55 b	17,08 a
Nanicão	4,97 b	0,23 b	0,38 c	8,19 a	11,20 a	5,88 a	6,63 c	10,55b
Ouro	5,45 a	0,22 b	0,30 d	7,40 b	11,51 a	6,50 a	5,68 c	16,38 a
CV (%)	5,97	6,43	4,58	4,03	5,32	9,71	14,03	11,48
Casca dos frutos								
Caipira	11,33 b	0,25 b	2,58 b	4,05 c	4,77 b	5,79 b	57,33 a	13,40 a
Prata-Anã	8,64 c	0,17 c	2,92 a	6,83 a	6,37 a	7,05 a	30,35 b	13,96 a
Nanicão	12,05 b	0,19 c	2,23 b	5,06 b	5,88 a	6,71 a	14,45 c	7,91 b
Ouro	16,52 a	0,28 a	2,93 a	5,55 b	6,50 a	7,41 a	20,65 c	14,44 a
CV (%)	4,46	6,32	7,51	5,56	9,71	8,21	10,31	8,38

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas para polpa e casca pertencem ao mesmo grupo, pelo critério de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

⁽¹⁾ Fornecimento de minerais com base na IDR para homens adultos (IOM 2001; 2004).

4. CONCLUSÕES

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

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

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

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

5. 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, n. 1, p. 177-182, 2012.

ALKARKHI, A. F. M.; RAMLI, S. B.; 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, n. 2, p. 312-318, 2011.

AOAC – Association of Official Analytical Chemist. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, Virginia, EUA, 1990. 684 p.

APARICIO-SAGUILAN, A.; SAYAGO-AYERDI, S. G.; VARGAS-TORRES, A.; JUSCELINO, T.; ASCENCIO-OTERO, T. E.; BELLO-PEREZ, L. A. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 175-181, 2007.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

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

DAVEY, M. W.; BERGH, V. D.; MARKHAM, R.; SWNNEN, R.; KEULEMANS, J. Genetic variability in *Musa* fruit provitamin A carotenoids, lutein and mineral micronutrient contents. **Food Chemistry**, v. 115, n. 3, p. 806-813, 2009.

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 Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 7, p. 2633-2644, 2007.

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, n. 2, p. 590-600, 2007.

FAO – Food and Agricultural Organization. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339;default.aspx>>. Acesso em: 22 Fev. 2014.

GOMES, M. C.; VIANA, A. P.; OLIVEIRA, J. G.; PEREIRA, M. G.; GONCALVES, G. M.; FERREIRA, C. F. Avaliação de germoplasma elite de bananeira. **Revista Ceres**, v. 54, n. 312, p. 185-190, 2007.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. 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, n. 4, p. 825-827, 2005.

HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. P.; ARRUDA, J. A. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 536-544, 2010.

IOM – Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington, DC: National Academy Press, 2001. p. 258-289.

IOM – INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate**. Washington, DC: National Academy Press, 2004.

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, n. 3, p. 131-137, 2006.

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.

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. Edição Especial.

SAEG – **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.

SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; ALVES, A. N.; SILVA, F. V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine'. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2054-2058, 2008.

SOTHORNVIT, R.; PITAK, N. Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 365-370, 2007.

TEIXEIRA, L. A. J.; VAN RAIJ, B.; NETO, J. E. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 540-545, 2008.

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, n. 5, p. 434-445, 2006.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de caracterizar física e quimicamente a polpa e casca de bananeira, foram analisados 15 cultivares em dois estádios de maturação, sendo um diploide AA, cinco triploides AAA, seis triploides AAB, um triploide ABB, um tetraploide AAAB e a ‘Caju’, cujo grupo genômico não foi definido. Os frutos foram colhidos em bananal da coleção da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Quanto à caracterização dos frutos, verificou-se que, com exceção do comprimento total e comercial, eles não diferiram com o amadurecimento, e o estádio de maturação influenciou todas as características avaliadas. Os frutos da ‘Caru-Roxa’ foram os de maior diâmetro nos dois estádios, com acréscimo da ‘Caru-Verde’ e ‘Marmelo’ nos frutos maduros. A ‘Nanicão’, ‘Terrinha’ e ‘Marmelo’, quando verdes, apresentaram os maiores frutos entre os avaliados; no entanto, quando os frutos amadureceram, somente os frutos da ‘Terrinha’ se destacaram. Apesar de apresentar os frutos com menor diâmetro e menores comprimentos, tanto verdes quanto maduros, a polpa verde da ‘Ouro’ foi a mais firme. Com a mudança do estádio de maturação de 1 para o 6, a ‘Terrinha’, em função do elevado teor de amido restante após o amadurecimento, apresentou a polpa mais firme.

A ‘Caru-Roxa’ apresentou a maior massa dos frutos e da polpa nos dois estádios, com acréscimo da ‘Marmelo’, que também apresentou os frutos com maior massa nos dois estádios. A maior massa de matéria seca nos dois estádios foi da ‘Terrinha’. A ‘Ouro’ apresentou a maior relação polpa/casca nos dois estádios, juntamente com a ‘Maçã’, nos frutos verdes, em razão de esses cultivares possuírem

casca fina e delicada, correspondendo na ‘Ouro’ a 33 e 19% dos frutos verdes e maduros, respectivamente; a casca verde da ‘Maçã’ representou apenas 31% do fruto. Entretanto, a menor relação polpa/casca foi obtida na ‘Marmelo’, em função de a casca representar 45 e 41% da massa fresca dos frutos verde e maduro, respectivamente. Na casca, a ‘Marmelo’ apresentou maior massa fresca e matéria seca nos dois estádios, juntamente com a ‘Maçã’, que também acumulou mais matéria seca nos dois estádios; e a ‘Ouro’, quando madura. A casca madura da ‘Marmelo’ e da ‘Prata-Graúda’ são as mais espessas nos dois estádios, com acréscimo da ‘Caru-Roxa’, quando os frutos estão verdes; com isso, a relação polpa/casca nesses cultivares mostrou-se reduzida.

A polpa verde apresentou baixo teor de sólidos solúveis, com média geral cerca de cinco vezes inferior à polpa madura. ‘Caipira’, ‘Maçã’, ‘Mysore’, ‘Pacovan’ e ‘Terrinha’ foram agrupados no grupo com as maiores médias. Os frutos verdes apresentam grande porcentagem de amido e, com o amadurecimento do fruto, ocorreu a hidrólise do amido e acúmulo de açúcares solúveis, sendo o teor de sólidos solúveis indicativo do teor de açúcares na fruta. Com o amadurecimento dos frutos, houve aumento da acidez titulável em cerca de 2,6 e 2,06 vezes na polpa e casca, respectivamente.

Na polpa verde, observou-se que os cultivares Caipira, Maçã e Marmelo apresentaram menores índices do coeficiente C^* e elevados do ângulo Hue*, demonstrando ser os cultivares de polpas mais claras. Entretanto, a ‘Terrinha’ e a ‘Caru-Roxa’, mesmo no estágio de cor 1, apresentaram polpa alaranjada. Em adição, seis cultivares exibiram a polpa madura na cor creme, cinco foram de polpa amarela, três de polpa alaranjada e uma de cor branca. Quanto à casca verde ou madura, foi pequena a variação da cor, e pequenas variações na tonalidade de verde ou amarelo são devidas a características de cada cultivar. Exceção é a ‘Caru-Roxa’, cuja casca é roxo-escura na fase pré-climatérica e vermelha no fruto maduro.

Em geral, plantas que apresentam maior comprimento de pseudocaule exibem também o maior diâmetro, com exceção da ‘Prata-Anã’ e ‘Prata-Graúda’, com diâmetros maiores, mas com alturas medianas.

Os teores de açúcares solúveis, redutores e não redutores na polpa e casca verde foram bastante reduzidos, não atingindo 1%. No entanto, o teor de amido nas duas partes verdes é bastante expressivo, chegando a 29,16 e 27,93% na polpa da ‘Terrinha’ e ‘Marmelo’, respectivamente; e 12,69% na casca da ‘Marmelo’. Ao

contrário da polpa verde, a madura apresentou porcentagens de açúcares solúveis, redutores e não redutores superiores aos de amido, com exceção da ‘Terrinha’ e da ‘Marmelo’, que mesmo maduras tiveram alta porcentagem de amido na polpa. Quanto à casca, verificou-se a mesma tendência, no entanto o percentual de amido foi inferior ao dos açúcares solúveis.

Para o teor de fenólicos totais, a casca verde apresentou teor 47% maior do que a polpa verde. Já na casca madura o teor foi 57% superior ao da polpa madura. Na polpa e cascas verde e madura, o maior teor de fenólicos totais foi observado na ‘Terrinha’, com acréscimo da ‘Marmelo’ na polpa verde e da ‘Ouro’ na polpa madura.

Quanto à porcentagem de retirada de radical pelo teste com DPPH, a polpa ou casca madura apresentou os melhores resultados. A ‘Ouro’ destacou-se na polpa madura, com acréscimo da ‘Terrinha’ na polpa verde. Essa maior porcentagem de retirada de radicais pode ser função dos altos teores de carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C presentes nos dois cultivares. Quanto à casca verde, os cultivares Caru-Roxa, Caru-Verde, Mysore e Terrinha se destacaram; já, na casca madura, 10 cultivares se destacaram com teores estatisticamente iguais. Quanto aos carotenoides, verificou-se, para o teor de luteína, que a ‘Ouro’ se destacou na polpa e casca verdes e maduras, com acréscimo da ‘Prata-Graúda’ e da ‘Caju’ na casca madura. Na polpa verde, a ‘Terrinha’ destacou-se com teores de α -caroteno e β -caroteno, carotenoides totais e valor de vitamina A bastante expressivos em relação aos demais cultivares. Na polpa madura, houve acréscimo de 36% no teor médio de luteína em relação à polpa verde e, nos outros carotenoides, redução de 7,3 e 8,5% nos teores médios de α -caroteno e de β -caroteno, respectivamente. O teor médio de carotenoides totais foi próximo ao encontrado na polpa verde. Na casca verde, houve ampla predominância da luteína, com a ‘Terrinha’ destacando-se com teores de α -caroteno e β -caroteno. Na casca madura, o teor de luteína praticamente não se alterou, no entanto houve discreta redução nos teores de α -caroteno e β -caroteno com o amadurecimento dos frutos. A ‘Ouro’ e a ‘Caju’ são os cultivares com maior teor de luteína na casca madura. A ‘Ouro’ e a ‘Terrinha’ destacaram-se com os maiores teores de α -caroteno e β -caroteno. O teor de carotenoides totais na casca madura foi superior ao de todos os estádios e partes do fruto, com exceção da polpa verde da ‘Terrinha’. Para a polpa e casca verde e madura, a ‘Terrinha’ apresentou o maior valor de vitamina A. Constatou-se que os cultivares com polpa alaranjada, tanto nos

frutos verdes quanto maduros, exibiram maior teor de carotenoides, em comparação com aqueles de polpa branca ou creme.

Para a vitamina C, o teor médio foi ligeiramente maior na polpa verde em relação à polpa madura, com algumas exceções. Na casca, o teor médio é semelhante nos dois estádios. Além disso, o teor médio na casca é ligeiramente superior ao da polpa em ambos os estádios. O cultivar Mysore apresentou o maior teor de vitamina C na polpa e casca verde e madura.

Quanto ao teor de minerais, verificou-se que há diferenças entre cultivares de bananeira quanto à concentração de macro e micronutrientes na casca e na polpa, mas não entre frutos verdes e maduros. 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 cerca de quatro vezes o da polpa. A polpa do cultivar Caipira e a casca dos cultivares Prata e Pacovan apresentaram os maiores teores de minerais.

A caracterização dos 15 cultivares demonstrou ser bastante útil, pois gerou informações importantes acerca das características físicas e da composição química dos frutos que ainda não haviam sido investigadas ou disponibilizadas na literatura científica, sobretudo no Brasil, e em número considerável de cultivares. Os teores de açúcares totais, amido, compostos fenólicos, carotenoides, vitaminas, minerais e o potencial antioxidante observado poderão ser considerados para a ampliação ou retomada do plantio comercial dos cultivares Terrinha, Caru-Roxa e Caru-Verde, que acabaram perdendo espaço nos bananais. Dessa forma, poderão contribuir para a melhoria do valor nutricional da dieta de indivíduos que consumirem os frutos desses cultivares com os maiores teores de nutrientes.