



PAULO ROGÉRIO SIRIANO BORGES

**CARACTERIZAÇÃO DE PUÇÁ-PRETO (*Mouriri
pusa* GARDNER) AO LONGO DO SEU
DESENVOLVIMENTO**

LAVRAS - MG

2012

PAULO ROGÉRIO SIRIANO BORGES

**CARACTERIZAÇÃO DE PUÇÁ-PRETO (*Mouriri pusa* Gardner) AO
LONGO DO SEU DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Borges, Paulo Rogério Siriano.

Caracterização de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) ao longo do seu desenvolvimento / Paulo Rogério Siriano Borges. – Lavras: UFLA, 2011.

76 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Cerrado. 2. Características. 3. Vitamina C. 4. Compostos fenólicos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.8044

PAULO ROGÉRIO SIRIANO BORGES

**CARACTERIZAÇÃO DE PUÇÁ-PRETO (*Mouriri pusa* Gardner) AO
LONGO DO SEU DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 5 de outubro de 2011.

Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho UFT

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
Orientador

LAVRAS - MG

2011

À minha mãe, que é a única pessoa do mundo que está mais feliz que eu com essa conquista. Muito obrigado por acreditar em mim e compartilhar os meus sonhos (*in memoriam*).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por ter me dado as oportunidades que me trouxeram até aqui e as habilidades necessárias para aproveitá-las, por ter me mostrado que tanto as coisas boas quanto as ruins acontecem na hora certa e que nem tudo que parece ser ruim de fato é, depois de ter sido superado.

A minha mãe, Maria Cleides Siriano de Sousa, que sempre se manteve distante o suficiente para que eu me encontrasse e próxima o suficiente para que eu não me perdesse. Por me ensinar que se consegue tudo o que se precisa com trabalho duro, que a verdade tem que ser dita mesmo que traga duras consequências e por me ensinar que o respeito é adquirido e não imposto.

Aos meus familiares, Nélia G. de Souza, Silvia Leide S. de Souza, Anália S. Silva e Thaynara S. Montel, pelo apoio.

Aos meus amigos de Gurupi, Letícia Rodrigues, Diego Rodrigues, Rogéria B. dos Santos, Oneide B. dos Santos, Larissa B. Motta, Emanuelle C. Araújo, Priscila C. dos Santos, Yan Leonello e Elonha Rodrigues.

Aos meus amigos de Lavras, João M. B. Pinto, Alexsandro C. de O. Silva, Fabrício L. Alves, Abiah Narumi, Marina F. Ramos, Poliana G. Tosato, Fernanda Becker, Isabela C Guimarães e Aline P Marques.

Aos meus amigos da linha de pesquisa, Juliana P. de Lima, Ana Clara G. Guimarães, Camila A. Fante, Caroline R. F. Pires, Andrea L. R. P. Xisto, Rita de C. Nassur, Flávia Della Lucia, Juliana A. Alvarenga, Daniela O. Braga e Kelly M. Pinto.

Aos amigos do laboratório Tina, Flávia, Lucas, Adriana, Juliana Ribeiro e Renato.

Aos amigos da cantina, Alessandra, Angélica, Carol, Matheus, Gustavo, Clorofila, Adrielly, Jessyca, Esther, João (Judeu), Sabrina, Samantha (Gigi),

Flávio (Ninfa), Luiz Paulo e todas as pessoas que fizeram o meu intervalo e minha vida mais feliz.

Ao meu irmão do coração, porque o melhor amigo Deus permite que a gente escolha, Jairo Azevedo Júnior.

Ao Flávio A. R. Resende, pelo companheirismo, paciência e dedicação.

À Universidade Federal do Tocantins, pelo ensino superior de qualidade, pela bolsa de estudos durante o curso de graduação e pelo apoio durante o experimento de Mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de uma formação de alta qualidade e com recursos que permitiram desenvolver minhas habilidades como profissional.

À Capes, pela bolsa de estudos no programa de mestrado e doutorado e pela oportunidade de mudança de nível, bem como à FAPEMIG e ao CNPq, pelo apoio financeiro concedido.

Aos professores e amigos Elisângela Elena Nunes de Carvalho, Susana Cristine Siebeneichler, Rita de Cassia Cunha Saboya e Luciano Marcelo Fallé Saboya, por terem feito parte do meu desenvolvimento como profissional e como pessoa.

Ao meu orientador, Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, por combinar as características de excelente profissional sendo exigente como orientador e humano como pessoa. Sem essa combinação de exigência e compreensão este trabalho dificilmente teria sido concluído.

RESUMO

O puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), também conhecido como jabuticaba-do-cerrado, é uma fruta apreciada pelos povos de parte do norte, nordeste e centro-oeste do Brasil. Seus frutos são adocicados e considerados os mais saborosos do gênero *Mouriri*. Suas folhas são utilizadas na medicina popular para tratamento contra úlceras, sua madeira tem utilidade apenas como lenha e carvão e a árvore é recomendada para o cultivo em pomares e no paisagismo. O presente estudo teve como objetivo a caracterização química e física do puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), ao longo do seu desenvolvimento. Essa caracterização visou o melhor entendimento do comportamento pré-colheita desses frutos, o que pode servir de base para a decisão do melhor ponto de colheita, na adoção de técnicas adequadas de produção e conservação e no uso desses frutos para a elaboração de novos produtos, minimizando perdas. O desenvolvimento do puçá-preto é marcado pela degradação de clorofila, com consequente perda da coloração verde, aumento do teor de carotenoides com aparecimento da cor amarela na polpa, escurecimento da casca, aumento dos açúcares e amaciamento do fruto, sendo o amadurecimento a fase de modificações mais intensas. Também foi observada a redução nos compostos centesimais, vitamina C, fenólicos e minerais, exceto potássio e enxofre, em muito associada ao aumento da umidade. O puçá-preto é uma fonte potencial de vitamina C e de fenólicos e pode contribuir para a ingestão diária de minerais, principalmente o magnésio.

Palavras-chave: Cerrado. Caracterização. Compostos fenólicos. Vitamina C.

ABSTRACT

The puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) also known as the 'jabuticaba do cerrado' is a fruit enjoyed by people of part of the North, Northeast and Midwest of Brazil, its fruits are sweet and are considered the tastiest of the gender *Mouriri*, its leaves are used in folk medicine for treatment for ulcers, its wood is useful only as firewood and charcoal and the tree is recommended for cultivation in gardens and landscaping. This study aimed to characterize the chemical and physical compounds of puçá-preto, throughout its development, which starts from the fertilization is followed by steps such as formation, growth, maturation, including maturing. This characterization was aimed at better understanding the behavior of pre-harvest fruit, which can serve as a basis for deciding the best point of harvest, the adoption of appropriate techniques of production and conservation and use of these fruits to the development of new products, minimizing losses. The development of puçá-preto is marked by the degradation of chlorophyll, with consequent loss of green color, carotenoid content increased with the appearance of yellow color in the flesh, darkening of the skin, increase in sugars and fruit softening, and the maturation phase has a more intense modifications. It was also observed a reduction in chemical compounds, vitamin C, phenolics and minerals except potassium and sulfur, greatly associated with increased humidity. The puçá-preto is a potential source of vitamin C and phenolic compounds and may contribute to the daily intake of minerals, especially magnesium.

Keywords: Cerrado. Characterization. Phenolic compounds. Vitamin C.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1: Caracterização de puçá-preto (<i>Mouriri pusa</i> Gardner) ao longo do seu desenvolvimento	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	O cerrado	13
2.2	Os frutos do cerrado	14
2.3	O puçá-preto (<i>Mouriri pusa</i> Gardner)	15
2.3.1	Características botânicas	15
2.3.2	Usos do puçá-preto (<i>Mouriri pusa</i> Gardner)	17
2.4	Estádios de desenvolvimento	20
3.5	Caracterização física e química	21
	REFERÊNCIAS	23
	CAPÍTULO 2: Definição dos estádios e caracterização do desenvolvimento	26
1	INTRODUÇÃO	28
2	MATERIAL E MÉTODOS	30
2.1	Obtenção dos frutos, montagem e condução do experimento	30
2.2	Análises realizadas	33
2.2.1	Massa, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e firmeza	33
2.2.2	Coloração	33
2.2.3	Sólidos solúveis, acidez titulável, <i>ratio</i> e pH	33
2.2.4	Pectina solúvel	34
2.2.5	Pectina total	35
2.2.6	Solubilização da Pectina	35
2.2.7	Açúcares totais	35
2.2.8	Clorofila total	36
2.2.9	Carotenoides	36
2.3	Análise estatística	37
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	52
	CAPÍTULO 3: Aspectos nutricionais e caracterização do desenvolvimento	56
1	INTRODUÇÃO	58
2	MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1	Obtenção dos frutos, montagem e condução do experimento	60
2.2	Análises realizadas	63
2.2.1	Umidade	63

2.2.2	Extrato etéreo.....	63
2.2.3	Proteína bruta.....	63
2.2.4	Fibra bruta.....	63
2.2.4	Cinza.....	64
2.2.5	Fração glicídica.....	64
2.2.6	Minerais.....	64
2.2.7	Vitamina C.....	65
2.2.8	Fenólicos totais.....	65
2.3	Análise estatística.....	66
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS	74

CAPÍTULO 1

Caracterização de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) ao longo do seu desenvolvimento

1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado, atualmente conhecido como o celeiro do mundo por ser uma das últimas fronteiras agrícolas exploráveis, guarda, além deste potencial para a agricultura convencional, uma fonte ainda inexplorada e inesgotável de matéria-prima com múltipla finalidade. A fauna e a flora do cerrado, já conhecidas pelas comunidades que o habitam como fonte de alimentos, energia e substâncias com fins terapêuticos, entre outros, tem perdido cada vez mais lugar para atividades ditas mais rentáveis, como a monocultura e a criação de gado de corte.

Aliada a esses problemas, a falta de estudos científicos a respeito desses recursos tem colocado os conhecimentos já adquiridos empiricamente pela população em risco, uma vez que a maior comodidade proporcionada pelo modo de vida moderno acaba diminuindo o interesse dos mais jovens por estas informações. Prova disso é o fato de ser comum, em alguns locais, filhos não conhecerem alimentos que eram consumidos pelos pais em épocas não muito distantes.

Nesse sentido, as pesquisas sobre o aproveitamento de uso múltiplo das espécies do cerrado, em geral, têm inexorável importância, principalmente no estudo do aproveitamento alimentar de espécies já conhecidas regionalmente e no desenvolvimento de novos produtos com a finalidade de agregar valor a estas matérias-primas. Busca-se, assim, a solução do problema da desnutrição que hoje atinge grande parte da população brasileira e uma fonte de renda que

permita a exploração do cerrado de forma consciente em direção à sustentabilidade ou até na criação de novas cultivares para a agricultura.

Os frutos do cerrado, alguns bem conhecidos e largamente consumidos em determinadas regiões do Brasil, têm grande potencial no comércio local e externo devido aos seus sabores peculiares altamente desejados pelos padrões de consumo no exterior, principalmente Europa e Estados Unidos da América, atualmente os nossos maiores importadores de frutas. Para isto, torna-se de fundamental importância o estudo a respeito do desenvolvimento dos frutos do cerrado, a fim de se conhecer melhor sua constituição, aceitação, propriedades nutricionais e para o prolongamento de sua vida pós-colheita.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de realizar a caracterização química e física do puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), ao longo do seu desenvolvimento, dando origem a informações relevantes para a exploração dos frutos de maneira mais adequada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O cerrado

O bioma Cerrado ocupa uma área de 2.036.488 km², representando cerca de 23,92% do território nacional continental (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2004). Trata-se do bioma de Savana mais rico de biodiversidade do mundo, contendo um terço de toda a biodiversidade existente no Brasil com uma enorme riqueza em espécies vegetais, além de conter nascentes de grandes bacias hidrográficas. Atividades agropecuárias transformaram sua área contínua, originalmente com biota natural, em uma paisagem cada vez mais fragmentada. Estimam-se, atualmente, em 40% as perdas de cobertura vegetal natural (SANO et al., 2008).

A flora do cerrado guarda variedades silvestres de plantas cultivadas comercialmente, como maracujá, caju, mandioca, abacaxi, goiaba, amendoim e outras que podem ser utilizadas em pesquisas de melhoramento genético que permitem desenvolver plantas com características mais resistentes (BELLON et al., 2007). Embora o Cerrado seja um bioma altamente diverso em paisagens e espécies da flora e da fauna, ainda há carência de estudos voltados para a identificação de espécies com potencial econômico, a elaboração de planos de manejos para espécies exploradas e a caracterização da dinâmica do extrativismo vegetal (PARRON et al., 2008).

Com base no fato de as plantas nativas representarem, em algumas áreas, a base do sustento de várias famílias, o bioma Cerrado deve ser palco de ações efetivas visando ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas à conservação da biodiversidade e ao estudo de espécies com potencial econômico (BELLON et al., 2007). Segundo Almeida, Costa e Silva (2008), a população do

Cerrado e a do Brasil dispõem de significativa oferta de alimentos no banco de espécies vegetais nativas, com importantes nutrientes. De maneira geral, são fontes de calorias, vitaminas, proteínas, cálcio, fósforo e ferro, entre outras. Essas frutas podem, então, funcionar como fontes alternativas de nutrientes, compondo cardápios regionalizados, até mesmo na merenda escolar.

2.2 Os frutos do cerrado

O estudo da composição química de alimentos nativos contribui para uma melhor compreensão da relação entre a nutrição e a biodiversidade, especialmente em termos de produção de alimentos e processamento para alimentação humana (FERNANDES et al., 2010). Os frutos do cerrado podem contribuir em porções consideráveis com a ingestão dietética recomendada, sendo fontes alternativas de nutrientes (SILVA, M. et al., 2008). A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) recomenda o uso sustentável da biodiversidade em programas relacionados à segurança alimentar e nutricional da população, bem como estimular a preservação e a conservação do bioma natural (ESQUINAZ-ALCÁZAR, 2005).

Caramori, Lima e Fernandes (2004), ao analisarem sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.), jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var *courbaril*), vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth.), maminha-de-porca (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.), pau-jangada (*Apeiba tibourbou* Aubl.), bacupari (*Salacia crassiflora* (Mart.) G Don) e carvoeiro (*Sclerobium paniculatum* Vog.), coletadas em Goiânia e Jataí, GO, concluíram que o uso potencial dessas plantas e suas enzimas na indústria de alimentos poderia resultar em aplicações e no aparecimento de novos produtos a partir das matérias-primas tradicionais, além do uso de novas fontes de alimentos.

Rufino et al. (2010), com base nos valores consideráveis de vitamina C encontrados em camu-camu e acerola; antocianinas em murta, jambolão, jabuticaba e camu-camu; carotenoides em muriri, puçá preto e puçá-coroa-de-frade, indicam perspectivas para a exploração desses frutos com consideráveis quantidades de nutrientes e capacidade antioxidante. Entretanto, estudos acerca de características de frutos de cerrado são escassos, sendo necessárias mais pesquisas que determinem a composição em macronutrientes, vitaminas e minerais, a biodisponibilidade destes nutrientes e a utilização de frutos no processamento do alimento com elevação do valor agregado (RUFINO et al., 2010; SILVA, M. et al., 2008).

2.3 O puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

2.3.1 Características botânicas

Trata-se de uma planta de 4-8 m, dotada de copa pequena e rala, de tronco curto e tortuoso, de 20-30 cm de diâmetro, revestido por casca grossa e muito suberosa, de cor pardo-acinzentada, com fissuras longitudinais irregulares, descamando em placas finas (Figura 1 – A e B). As folhas são simples e opostas, quase sésseis. A lâmina é oblongo-elíptica ou oval de ápice subarredondado, mucronulado e base agudo-obtusa, subcoriácea, glabra em ambas as faces, com as nervuras laterais inteiramente obscuras, de 3-6 cm de comprimento. As flores são solitárias ou em fascículos de 2-5, dispostas sobre ramos lenhosos nas áreas desprovidas de folhas, com pétalas brancas e estames longos (Figura 1 – C). O fruto é uma baga globosa e lisa, com 1-4 sementes envoltas por polpa carnosa amarela de sabor adocicado (Figura 1 – D). É planta caducifólia, pioneira, heliófila e seletiva higrófila quanto à exigência de água, característica e exclusiva das formas de vegetação baixa e rala do nordeste e Brasil Central

sobre terrenos pedregosos e arenosos. Não obstante sua ampla dispersão, é irregularmente distribuída, podendo ocorrer em abundância em determinadas áreas e inexistir completamente em outras. Floresce de março a agosto. Os frutos amadurecem, predominantemente, de julho a dezembro (LORENZI, 2009).



Figura 1 Características botânicas de plantas de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) da fazenda experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. A, árvore; B, casca; C, flores e D, fruto

2.3.2 Usos do puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

O puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), também conhecido como jabuticaba-do-cerrado, é uma fruta apreciada pelos povos de parte do norte, nordeste e centro-oeste do Brasil. Seus frutos são adocicados e considerados os mais saborosos do gênero *Mouriri*, suas folhas são utilizadas na medicina popular para tratamento contra úlceras, sua madeira tem utilidade apenas como lenha e carvão e a árvore é recomendada para o cultivo em pomares e em paisagismo (ANDREO et al., 2006; LORENZI, 2009; VASCONSELOS et al., 2007).

Rufino et al. (2010), em seu estudo com componentes bioativos e capacidade antioxidante de 18 frutos não-tradicionais no Brasil, detectaram valores excelentes de antocianina para puçá-preto maduro ($103 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) comparáveis ao das mirtáceas murta ($143 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), jambolão ($93,3 \text{ mg}/100\text{g}$), jabuticaba ($58,1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e camu-camu ($42,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Ainda segundo os autores, estes valores se encontravam no mesmo patamar de outras frutas fontes de antocianinas já bem conhecidas, como morango ($21 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), uva vermelha ($27 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), framboesa vermelha ($92 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), cereja ($122 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), amora ($245 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e mirtilos ($387 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), conforme encontrado por Wu et al. (2006). Os compostos bioativos e atividade antioxidante de puçá-preto se encontram na Tabela 1.

Silva, M. et al. (2008) quantificaram umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibra alimentar, resíduo mineral fixo e valor energético total, além dos minerais cálcio, zinco e ferro para onze espécies de frutos do cerrado, entre elas o puçá-preto maduro (Tabela 2) e afirmaram que a caracterização física e química desses frutos não é suficiente para considerá-los de alto valor nutricional, já que características como a biodisponibilidade dos nutrientes é

essencial na determinação do valor nutritivo do alimento, tornando assim necessários mais estudos a respeito.

Tabela 1 Compostos bioativos (mg.100g⁻¹) e atividade antioxidante de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) em base úmida

Compostos bioativos (mg.100g ⁻¹)	
Vitamina C	28,9±1,4
Yellow flavonoids	143±12,6
Antocianinas totais	103±21,6
Carotenoides totais	4,2±0,4
Clorofila	5,6±1,1
Polifenóis*	868±51,0
Atividade antioxidante	
DPPH* EC50 (g/g DPPH)	414±14,4
ABTS+ (µmol Trolox/g)	125±9,7
FRAP (µmol Fe ₂ SO ₄ /g)	208±3,9
Sistema β-caroteno/ácido linoleico (%)	85,9±7,4

¹ Dados apresentados como média±desvio padrão de três replicatas/amostra, frutos coletados em Ipiranga, PI (RUFINO et al., 2010)

* equivalente a ácido gálico

Tabela 2 Características nutricionais (g.100g⁻¹) de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) em base úmida

Composição centesimal (g.100g ⁻¹)	
Valor energético total ¹	34,15
Umidade ^{1,2}	85,13±19; 64,1±0,8
Proteínas ¹	1,02±0,06
Lipídeos ¹	0,31±0,03
Carboidratos ¹	6,64±1,61
Fibra alimentas ¹	6,05±1,59
Resíduo mineral fixo ¹	0,4±0,02
Minerais (mg.100g ⁻¹)	
Cálcio ¹	21,0± 0,01
Zinco ¹	0,5± 0,12
Ferro ¹	0,21±0,02

¹ Dados apresentados como média±desvio padrão de três replicatas/amostra, com exceção da fibra alimentar com quatro replicatas/amostra, analisados em Goiânia, GO, 2005 (SILVA, G. et al., 2008)

² Dados apresentados como média±desvio padrão de três replicatas/amostra, frutos coletados em Ipiranga, PI (RUFINO et al., 2010)

Na medicina popular, as folhas de puçá-preto, assim como outras plantas do gênero *Mouriri*, são utilizadas para o tratamento de úlceras gástricas. Ensaios biológicos feitos em ratos com extratos dessas folhas demonstraram atividade antiúlcera gástrica, estando este efeito relacionado com o aumento do mecanismo de defesa da mucosa gastrintestinal contra fatores agressivos. Os principais compostos envolvidos foram taninos, catequinas e flavonoides, indicando a necessidade de mais estudos sobre o potencial para utilização fitoterápica (ANDREO et al., 2006; VASCONSELOS et al., 2007).

2.4 Estádios de desenvolvimento

A avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento auxilia no estabelecimento de índices de maturidade. O conhecimento das fases do desenvolvimento é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estágio de maturação adequado para a colheita comercial (COOMBE, 1976; ESPOSTI; SIQUEIRA; CECON, 2008). Em muitos trabalhos descrevem-se as mudanças físicas e químicas durante o desenvolvimento do fruto, podendo os estádios de desenvolvimento ser determinados com base nos dias após a antese (MARTINS; SILVA; FIGUEIRAS, 2003; RODRIGUES et al., 2009; SILVA et al., 2009), na soma de graus térmicos recebidos pela planta mãe (BERILLI et al., 2007) ou com base nas mudanças físico-químicas de fácil medição, como coloração, tamanho, massa, formato e textura, entre outros (OMS-LIU et al., 2011).

O crescimento, a maturação, o amadurecimento e a senescência são as fases mais importantes no desenvolvimento de frutos e hortaliças, que pode ser resumido em fertilização, formação, crescimento, maturação e senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A fase de crescimento é a etapa na qual ocorrem as alterações quantitativas que resultam no aumento de peso e volume desse órgão. Tal fase é bastante influenciada por fatores do ambiente, como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores genéticos intrínsecos de cada material vegetal (BERILLI et al., 2007). O estudo do crescimento dos frutos tem grande importância para o conhecimento das diferentes fases fenológicas envolvidas no seu desenvolvimento, como a época de maior ganho de massa ou o momento de início da maturação, para definir os períodos de colheita. Quando os frutos são colhidos verdes ou fisiologicamente imaturos, não amadurecem, enrugam e apresentam exsudação da seiva; ou, quando o amadurecimento ocorre, a qualidade dos frutos é prejudicada (HULME, 1970).

A partir de estudos dessa natureza, podem-se revelar períodos críticos que possibilitem a produção de frutas com alta qualidade, satisfazendo, assim, os consumidores mais exigentes. Entretanto existem poucos estudos sobre o desenvolvimento de espécies nativas do cerrado (BERILLI et al., 2007; SILVA et al., 2009).

3.5 Caracterização física e química

O conhecimento a respeito da planta é importante para a sua inserção no mercado consumidor, preservação em seu estado natural e implantação de futuras lavouras comerciais (SILVA et al., 2009). Estudos de caracterização física de frutos fornecem importantes subsídios relativos ao manuseio e ao acondicionamento e para programas de melhoramento genético da espécie e, em fase mais avançada de exploração comercial, na agroindústria, auxiliam no dimensionamento de máquinas e equipamentos, contribuindo para o uso adequado e a aplicação de métodos tecnológicos ao seu aproveitamento (OLIVEIRA et al., 2009).

Além disso, a qualidade sensorial dos frutos também envolve um conjunto complexo de características físicas e químicas, envolvendo sabor, aroma e textura. O sabor é percebido por meio de uma combinação de odor e gosto e depende do equilíbrio entre açúcares, ácidos orgânicos, compostos voláteis e aminoácidos livres (LÉCHAUDEL; JOAS, 2007; PETRÓ-TURZA, 1986). As análises físico-químicas de pH, acidez titulável e sólidos solúveis, por exemplo, são comumente realizadas para a maioria das frutas, pois estas estão diretamente ligadas ao sabor apresentado, podendo influenciar a sua aceitação perante o consumidor (SILVA, G. et al., 2008).

Sabe-se, por exemplo, que a elaboração de escalas de cores para os frutos de cada variedade pode facilitar a sua padronização de acordo com a preferência do mercado consumidor ao qual o fruto se destina, uma vez que a coloração é frequentemente relacionada ao grau de maturação (GANGA et al., 2010). Da mesma forma, o peso médio de frutos também é uma característica importante para o mercado de frutas frescas, uma vez que os frutos mais pesados são também os de maiores tamanhos, tornando-se mais atrativos para os consumidores (LIRA JÚNIOR et al., 2005). Dessa forma, informações a respeito das características físicas e químicas dos frutos do cerrado são ferramentas básicas para avaliação do consumo, formulação de novos produtos e obtenção do padrão de qualidade exigido pelo consumidor (SILVA, G. et al., 2008).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P. de; COSTA, T. da S. A.; SILVA, J. A. da. Frutas nativas do cerrado caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, F. J. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 351-378.
- ANDREO, M. A. et al. Effect of Mouriri pusa extracts on experimentally induced gastric lesions in rodents: role of endogenous sulfhydryls compounds and nitric oxide in gastroprotection. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 107, n. 3, p. 431-441, 2006.
- BELLON, G. et al. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims com base em marcadores RADP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 124-127, jan./abr. 2007.
- BERILLI, S. da S. et al. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 11-14, jan./abr. 2007.
- CARAMORI, S. S.; LIMA, C. S.; FERNANDES, K. F. Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian Savannas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 253-259, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.
- ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos da tangerineira 'poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, set. 2008.
- ESQUINAS-ALCÁZAR, J. Science and society: protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. **Nature Reviews Genetics**, London, v. 12, n. 6, p. 946-953, Dec. 2005.

FERNANDES, D. C. et al. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 90, n. 10, p. 1650-1655, Oct. 2010.

GANGA, R. M. D. et al. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 101-113, mar. 2010.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. 618 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas do Brasil**: primeira aproximação. Rio de Janeiro, 2004. 1 mapa. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 25 set. 2011.

LÉCHAUDEL, M.; JOAS, J. An overview of preharvest factors influencing mango fruit growth, quality and postharvest behavior. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 287-298, 2007.

LIRA JÚNIOR, J. S. de et al. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 757-761, out./dez. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2009. v. 3, 385 p.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. de M.; FIGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de frutos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 11-14, abr. 2003.

OLIVEIRA, M. E. B. de et al. Caracterização física de frutos do pequi nativos da Chapada do Araripe, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1196-1201, dez. 2009.

OMS-LIU, G. et al. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 7-16, Jan. 2011.

PARRON, M. L. et al. **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2008. 464 p.

PETRÓ-TURZA, L. Flavor of tomato and tomato products. **Food Reviews International**, New York, v. 2, n. 3, p. 309-351, Nov. 1986.

RODRIGUES, L. J. et al. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do Sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 260-265, jul./set. 2009.

RUFINO, M. D. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 654-653, jan. 2008.

SILVA, E. P. da et al. Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2009.

SILVA, G. G. da et al. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 311-314, jun. 2008.

SILVA, M. R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, nov./dez. 2008.

VASCONCELOS, P. C. P. et al. Studies of gastric mucosa regeneration and safety promoted by Mouriri pusa treatment in acetic acid ulcer model. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 115, n. 2, p. 293-301, 2007.

WU, G. R. et al. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 11, p. 4069-4075, Nov. 2006.

CAPÍTULO 2

Definição dos estádios e caracterização do desenvolvimento

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar o desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) produzido em Gurupi, TO. Para isso, foram realizadas coletas de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento em quatro datas (23/07/2010; 10/08/2010; 17/08/2010 e 03/09/2010). Após cada coleta, os frutos foram medidos quanto a claridade, a^* , b^* , cromaticidade e ângulo de cor da polpa e da casca, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e massa e divididos em seis diferentes estádios. Em seguida, foram congelados e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras onde foram analisados quanto às variáveis sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, pH, amido, açúcares totais, pectina total, pectina solúvel, percentual de solubilização da pectina, clorofila total, α -caroteno, β -caroteno, δ -caroteno, γ -caroteno e licopeno. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo estes os estádios de desenvolvimento e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e, mediante a significância do teste de F a 5% de probabilidade, foi realizado o teste Skott-Knott para a comparação das médias. A associação entre as médias foi avaliada por meio de correlação de Spearman e foi utilizada a análise fatorial via componentes principais, por meio da matriz de correlação e a estimação dos escores pelo método de Bartlett. O desenvolvimento do puçá-preto foi marcado pela degradação de clorofila, com conseqüente perda da coloração verde, aumento do teor de carotenoides com aparecimento da cor amarela na polpa, escurecimento da casca, aumento dos açúcares e amaciamento do fruto, sendo o amadurecimento a fase de modificações mais intensas.

Palavras-chave: Cerrado. Desenvolvimento. Caracterização.

ABSTRACT

In order to characterize the development of puçá-preto (Mouriri pusa Gardner) collected in Gurupi-TO, we defined six stages of development based on features readily available, and these lightness (L^*), a^* , b^* chromaticity (C) and hue angle (h°) of the pulp and shell, longitudinal diameter, transverse diameter and mass. Then these fruits were frozen and analyzed at the Laboratory of Postharvest Fruit and Vegetable Department of Food Science at Federal University of Lavras where the variables were analyzed for soluble solids, acidity, ratio, pH, starch, total sugars, total pectin, soluble pectin, a percentage of solubilization of pectin, total chlorophyll, α -carotene, β -carotene, δ -carotene, -carotene and lycopene. The principal component analysis was divided into two stages of the experiment, were evaluated in the first readily available variables used to determine the stadiums. In the second stage the remaining variables used to assess changes occurring during fruit development. The development of puçá-preto is marked by the degradation of chlorophyll, with consequent loss of green color, carotenoid content increased with the appearance of yellow color in the flesh, darkening of the skin, increase in sugars and fruit softening. In The maturation changes were more intense.

Keywords: Cerrado. Characterization. Development

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado constitui o segundo maior bioma do Brasil e, atualmente, é considerado a última fronteira agrícola a ser explorada. Devido à sua dimensão abrangendo várias latitudes e fazendo divisa com outros biomas, como a Caatinga, o Pantanal, a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, o Cerrado abriga diversas espécies vegetais com potencial de uso múltiplo, sendo fonte de alimento, substâncias com fins terapêuticos, energia e lazer, entre outros (DIAS, 1991; PARRON et al., 2008; SANO et al., 2008). A ameaça constante a este bioma, devido à rápida expansão da agricultura e da pecuária, é um problema que pode ser resolvido com o incentivo do uso dos recursos naturais de forma racional, mantendo a vegetação original e a tornando fonte de renda de forma consciente.

Dentre as espécies conhecidas no cerrado, destaca-se o puçá-preto, ou jabuticaba-do-cerrado. Esse fruto de casca preta e polpa alaranjada é rico em vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos, tendo alta atividade antioxidante (RUFINO et al., 2010) e sabor agradável, sendo conhecido como a fruta mais doce do gênero *mouriri* que abrange outras espécies comestíveis (LORENZI, 2009). O desenvolvimento desse fruto tem início com a floração por volta de maio a julho e os frutos atingem a maturidade entre os meses de agosto e outubro (LORENZI, 2009). Por ser uma fruta rica em calorias e vitaminas, os estudos a respeito de sua fenologia se tornam importantes, já que pode representar uma fonte de nutrientes para as populações que tem acesso a elas.

A qualidade dos frutos é determinada por diversos fatores extrínsecos e intrínsecos, tais como textura, doçura, acidez, aroma, vida útil, valor nutricional, coloração e tamanho (ROESLER et al., 2007). Com base nessas características, podem ser tomadas decisões que envolvem desde o processamento dos frutos, auxiliando no dimensionamento de máquinas, até a definição de índices de

maturação e a recomendação na alimentação diária (BERILLI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; SILVA et al., 2009; SILVA G., et al., 2008). Além disso, essas características estão relacionadas com a exigência dos consumidores em relação às frutas. Sabe-se, por exemplo, que frutos arredondados, de cores vivas e maiores são preferidos pelos consumidores (LIRA JÚNIOR et al., 2005).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) ao longo do seu desenvolvimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos frutos, montagem e condução do experimento

A coleta dos frutos foi conduzida entre os meses de julho e setembro de 2010, em uma área de pastagem nativa com formação típica do cerrado e com predomínio da espécie *Mouriri pusa* Gardner, localizada a 2,72 km do município de Gurupi, sul do estado do Tocantins. As plantas foram georreferenciadas para facilitar a localização em posteriores estudos, conforme a Figura 1. Foram elaboradas exsicatas de um indivíduo de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), escolhido aleatoriamente na área de amostragem, que foi enviada para o herbário da Universidade Federal do Tocantins, em Porto Nacional, para identificação botânica.

Foram determinados seis estádios de desenvolvimento com base nas mudanças de tamanho, formato, massa e coloração (Figuras 2 e 3). Realizaram-se 4 coletas desses estádios em datas diferentes (23/07/2010; 10/08/2010; 17/08/2010; 03/09/2010), por 5 colhedores treinados, e cada coleta foi considerada uma repetição. Os frutos foram colhidos pela manhã e acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins.



Figura 1 Pontos de amostragem das árvores de puçá-preto (*Mouriri pusa*) em área experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi (escala: 1/7000)



Figura 2 Aparência externa de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) em seis estádios de desenvolvimento, coletados em área experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi



Figura 3 Aparência interna de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) em seis estádios de desenvolvimento, coletados em área experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi

Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram submetidos à seleção, verificando-se a presença de defeitos ou pragas e lavados com detergente neutro em água corrente para a retirada de sujidades superficiais provenientes do campo. Em seguida, os frutos sadios foram avaliados quanto à coloração, firmeza, pesos e tiveram medidos seus diâmetros longitudinais e transversais. A porção comestível dos frutos a ser caracterizada quimicamente, endocarpo (polpa comestível) e semente, foi congelada em nitrogênio líquido, armazenada a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ em saco de polietileno de baixa densidade e, posteriormente, analisadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos, sendo estes os 6 estádios de desenvolvimento e 4 repetições constituídas das quatro datas de coletas.

2.2 Análises realizadas

2.2.1 Massa, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e firmeza.

A avaliação da massa fresca do puçá-preto foi realizada em 20 frutos de cada parcela com a pesagem individual de cada fruto em balança semianalítica Série BL-3200H, Shimadzu, sendo o resultado expresso em gramas. Em seguida, os frutos foram medidos quanto ao diâmetro longitudinal e diâmetro transversal com o auxílio de um paquímetro digital Professional- Stainless modelo MT-00855. Os valores de firmeza foram determinados individualmente no fruto inteiro na região equatorial, após remoção de pequena porção da casca com auxílio de um penetrômetro Modelo PRT-100 com dispositivo de pressão 7,9 mm, profundidade de 10 mm. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

2.2.2 Coloração

A coloração interna e externa dos frutos foi determinada em três pontos aleatórios da casca e da polpa, respectivamente, por meio de colorímetro Minolta, modelo CR-400, com iluminante D₆₅, no sistema CIE L* a* b*. As variáveis a* e b* foram utilizadas para o cálculo do valor C* (cromaticidade) e h° (ângulo de cor), conforme recomendado por McGuire (1992).

2.2.3 Sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH

Foram pesados 5 g dos frutos, homogeneizados com 45 mL de água destilada e o homogenato filtrado em organza, sendo o filtrado utilizado para determinação de pH, sólidos solúveis e acidez titulável. O pH foi determinado

por meio de potenciômetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1990). A acidez titulável foi quantificada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando-se refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25 °C e os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1990).

O ratio (SS/AT) foi calculado segundo a Fórmula 1, em que SS representa os sólidos solúveis e AT a acidez titulável.

$$\text{ratio} = \frac{\text{SS}}{\text{AT}} \quad (1)$$

2.2.4 Pectina solúvel

Para a extração da pectina solúvel, foram pesados 5 g de polpa fresca, homogeneizados com 45 ml de álcool etílico 70%, sendo o homogenato deixado em repouso por 18 horas para a remoção dos açúcares totais. O homogenato foi filtrado em papel filtro quantitativo e o resíduo lavado por três vezes, com 30 ml de álcool 70% cada vez, para a remoção dos açúcares, sendo este filtrado utilizado na determinação de açúcares totais.

O resíduo do filtro foi colocado em erlenmeyers e adicionado de 50 ml de água destilada. Em seguida, foi homogeneizado em agitador, por 1 hora, a 100 rpm e filtrado em papel de filtro quantitativo novamente. O filtrado foi utilizado para a determinação de pectina solúvel segundo Bitter e Muir (1962), por meio de método colorimétrico, baseado na formação de produto, por meio de

condensação colorida da reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazole. Os resultados foram expressos em g.100g⁻¹.

2.2.5 Pectina total

Para a extração da pectina total, foi realizada a extração dos açúcares da mesma forma que na pectina solúvel. Em seguida, foram adicionados 50 mL de solução de versene (0,5% de EDTA) e elevado o pH até 11,5% com solução de NaOH, nas concentrações de 0,1 N e 1N. A mistura foi deixada em repouso por meia hora e, em seguida, o pH foi reduzido até 5,5, com ácido acético. Adicionou-se 0,1g de pectinase obtida de *Aspergillus niger* e agitou-se por 1 hora. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel de filtro quantitativo, o filtrado teve seu volume completado para 100 ml com solução de Versene e o teor de pectina foi determinado segundo Bitter e Muir (1962), com os resultados expressos em g.100g⁻¹.

4.2.6 Solubilização da Pectina

A solubilização da pectina foi calculada segundo a Fórmula 2, em que PT e PS representam os teores de pectina total e pectina solúvel respectivamente. O resultado foi expresso em percentual.

$$\% \text{ de solubilização} = \frac{PS}{PT} \times 100 \quad (2)$$

2.2.7 Açúcares totais

O primeiro filtrado obtido na extração de pectina solúvel foi aquecido para evaporação do álcool até ter seu volume reduzido para cerca de 10 mL. Em

seguida, o volume foi completado para 50 ml com água destilada. Essa solução foi utilizada para a quantificação de açúcares pelo método colorimétrico recomendado por Somogyi e adaptado por Nelson (1944) e os resultados expressos em $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

2.2.8 Clorofila total

Foi determinada segundo Engel e Poggiani (1991), com modificações. Cinco gramas de polpa fresca contendo casca foram triturados com 40 mL de acetona, com auxílio de homogeneizador de tecidos. O extrato foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com acetona. Após um período de repouso no escuro, realizou-se a filtração. A leitura da absorbância do extrato foi efetuada a 652 nm e os resultados expressos em $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ de polpa fresca.

2.2.9 Carotenoides

Foram tomadas amostras de 5,0 g de polpa contendo casca. A cada amostra adicionaram-se 40 ml de acetona, procedendo-se, em seguida, uma agitação da mistura, por 1 hora, a 100 rpm. Em seguida, procedeu-se a filtração em algodão em funil de separação. Cada amostra foi lavada com acetona por mais três vezes, objetivando a total extração dos pigmentos. Ao funil de separação foram adicionados 45 ml de éter de petróleo. Os pigmentos foram então transferidos, em pequenas frações seguidas de água destilada, para o funil de separação, descartando-se a fase inferior. As amostras foram lavadas com água por mais quatro vezes para a remoção total da acetona.

A solução dos pigmentos em éter de petróleo foi transferida para um balão volumétrico, completando-se o volume para 100 mL com éter de petróleo.

A leitura no espectrofotômetro foi feita nos comprimentos de onda de 444 nm, 450 nm, 456 nm, 462 nm e 470 nm, que correspondem aos comprimentos de onda específicos dos carotenoides α -caroteno, β -caroteno, δ -caroteno, γ -caroteno e licopeno, respectivamente (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

O teor de cada carotenoide foi calculado segundo a Fórmula 3, em que A é a absorbância da solução no comprimento de onda específico, V é o volume final da solução, $A1\text{cm}^{-1}\%$ é o coeficiente de extinção ou coeficiente de absortividade molar de um pigmento em um determinado solvente específico, no caso o éter de petróleo, e M é a massa da amostra tomada para a análise em g. O resultado foi expresso em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa fresca.

$$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1} = \frac{A \times V \times 1.000.000}{A1\text{cm}^{-1}\% \times M \times 100} \quad (3)$$

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, mediante a significância do teste de F a 5% de probabilidade, foi realizado o teste Skott-Knott, para comparação das médias. A associação entre as médias foi avaliada por meio de correlação de Spearman.

Em seguida, foi utilizada a análise fatorial via componentes principais, por meio da matriz de correlação e a estimação dos escores pelo método de Bartlett. A análise de componente principal foi dividida em duas etapas do experimento. Na primeira, foram avaliadas as variáveis de fácil obtenção utilizadas para a determinação dos estádios, sendo estas L^* , a^* , b^* , C , h° , internos e externos, firmeza, massa e diâmetros longitudinal e transversal. Na segunda etapa foram utilizadas as demais variáveis analisadas para avaliar as mudanças ocorridas durante o desenvolvimento do fruto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SPSS versão 15.0 (IBM).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis analisadas apresentaram alterações significativas ao longo do desenvolvimento do puçá-preto. As variáveis a^* , b^* e h° da casca permaneceram estáveis do primeiro ao quarto estádios do desenvolvimento (Tabela 1) e os valores observados indicaram que os frutos nestes estádios apresentavam coloração verde-amarelada, pertinente ao segundo quadrante do sistema CIE $L^* a^* b^*$ (MCGUIRE, 1992). O valor a^* varia do verde (negativo) ao vermelho, enquanto o valor b^* varia do azul (negativo) ao amarelo (positivo). Entretanto, observou-se uma diminuição na cromaticidade (C) entre os estádios 2 e 3, indicando uma menor pureza na coloração para os estádios 3 e 4 em relação aos estádios 1 e 2 (Tabela 1).

Tabela 1 Claridade (L^*), coordenada a^* , coordenada b^* , ângulo de cor (h°) e cromaticidade (C) da casca de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

Estádio	Cor da casa				
	L^*	a^*	b^*	h°	C
1	39,5 c	-16,9 b	27,3 a	121 a	32,2 a
2	44,6 b	-16,5 b	29,5 a	119 a	34,0 a
3	47,1 b	-16,2 b	25,0 a	121 a	29,4 b
4	50,0 a	-15,4 b	25,8 a	122 a	30,5 b
5	45,7 b	4,7 a	12,2 b	68 b	13,3 c
6	28,6 d	6,1 a	4,3 c	35 c	7,5 d
Cv (%)	5,56	11,4	11,7	4,94	8,67

Médias seguidas de mesma letra na vertical não têm diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

No estádio 5, quando os frutos se encontravam em fase de amadurecimento e mudança visível de coloração, conforme as Figuras 2 e 3, o valor de a^* passou a ser positivo e o ângulo de cor, assim como a cromaticidade, diminuiu significativamente em relação ao estádio 4, passando para o primeiro quadrante, indicando um fruto de polpa amarela (Tabela 1). No estádio 6, o valor

de h° diminuiu significativamente, ficando próximo à região alaranjada (45°) do espaço CIE L^* a^* b^* . Entretanto, ocorreu diminuição da cromaticidade e redução expressiva do valor de L^* , este chegando a 28,6, o que pode explicar a característica cor preta do fruto quando maduro.

A coloração interna do fruto foi pouco influenciada pela claridade (L^*). Somente os estádios 1 e 6 tiveram valor de L^* significativamente menores, entretanto, assim como na parte externa, ocorreu predominância da cor verde próxima ao amarelo até o quarto estádio, com redução significativa da cromaticidade entre os estádios 2 e 3 (Tabela 2). Nos estádios 5 e 6, quando ocorreu notável mudança de coloração da polpa (Figura 3), os valores de h° diminuíram significativamente, ficando no primeiro quadrante, próximo ao amarelo, tendendo ao amarelo alaranjado (Tabela 2).

Tabela 2 Claridade (L^*), coordenada a^* , coordenada b^* , ângulo de cor (h°) e cromaticidade (C) da polpa de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

Estádio	Cor da polpa				
	L^*	a^*	b^*	h°	C
1	54,2 b	-15,0 e	31,5 d	113 c	34,1 d
2	67,0 a	-13,1 d	32,0 d	108 c	33,6 d
3	63,7 a	-9,7 c	38,0 c	111 c	40,6 c
4	68,8 a	-7,0 b	39,9 b	101 b	40,7 c
5	63,1 a	15,1 a	49,7 a	72 a	52,3 a
6	54,8 b	16,1 a	42,8 b	71 a	45,4 b
Cv (%)	7,77	5,48	8,83	3,39	8,04

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

Ocorreu diminuição no teor de clorofila total ao longo do desenvolvimento do fruto, caracterizado pela redução na cor verde, como ocorre na maioria dos frutos durante o amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os teores de clorofila chegaram próximo a zero, nos estádios 5 e 6 (Tabela 3), concordando com os valores positivos de a^* e perda total da

coloração esverdeada. Os maiores teores de clorofila dos frutos nos estádios 1-4 concordaram com os valores negativos de a^* e maiores valores de h° .

Observou-se aumento nos teores de α -caroteno, β -caroteno, Υ -caroteno e licopeno no estágio 2, tendo os valores destas variáveis permanecido estáveis até o estágio 4 (Tabela 3). A partir do estágio 5, os valores destes carotenoides retornaram aos níveis do estágio 1, com exceção do δ -caroteno, que experimentou o mesmo aumento do estágio 2, permanecendo os valores estáveis até o estágio 6 (Tabela 3). Logo, os maiores valores dos carotenoides analisados, de forma geral, foram encontrados no primeiro e nos dois últimos estádios de desenvolvimento, sendo que, no fruto maduro, o α -caroteno e o β -caroteno representaram a maior parte entre os carotenoides analisados. Os carotenoides mais abundantes na alimentação que são convertidos em vitamina A são α -caroteno, β -caroteno e β -criptoxantina. Entre estes, o β -caroteno é o mais importante por estar presente na maioria dos alimentos e poder ser convertido em duas moléculas de vitamina A (ROJAS-GARBANZO et al., 2011).

Tabela 3 Clorofila total, α -caroteno, β -caroteno, δ -caroteno, Υ -caroteno e licopeno de seis estádios de desenvolvimento de frutos puçá-preto (*Mouriri pusa*) na base úmida

Estádio	Clorofila (mg.100g ⁻¹)	Carotenoides (mg.100g ⁻¹)				
		α	β	Δ	Υ	Licopeno
1	17,79 a	5,17 a	5,87 a	4,67 a	4,35 a	3,20 a
2	12,40 b	4,28 b	4,77 b	3,69 b	3,44 b	2,60 b
3	12,10 b	3,99 b	4,45 b	3,47 b	3,27 b	2,57 b
4	9,83 c	3,76 b	4,10 b	3,00 b	2,77 b	2,30 b
5	0,27 d	5,17 a	5,33 a	3,82 b	3,97 a	3,63 a
6	0,34 d	5,15 a	5,20 a	3,75 b	4,00 a	3,66 a
CV (%)	12,89	13,58	13,84	13,70	13,87	14,62

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

A tonalidade da cor externa (h°) teve correlação positiva com o teor de clorofila total (0,66**) e correlação negativa com o teor de α -caroteno (-0,46*) e licopeno (-0,56**), ou seja, ocorreu uma diminuição do ângulo de cor no espaço CIE $L^* a^* b^*$, acompanhada da diminuição da clorofila e aumento do teor de licopeno e α -caroteno e isso explica o aparecimento da cor laranja em supressão à cor verde (Tabela 1). Rodrigues et al. (2009) encontraram redução nos valores de h° ao longo do desenvolvimento do pequi, assim como Oms-Liu et al. (2011), em seu trabalho com manga. Os carotenoides representam o grupo de pigmentos que são responsáveis pelas cores vermelha, amarela e laranja nas frutas e hortaliças, podendo ser encontrados também nos vegetais verdes (SASS-KISS et al., 2005). As mudanças nas colorações externas dos frutos estão relacionadas com os principais pigmentos encontrados no exocarpo. No caso do puçá-preto, os principais pigmentos encontrados no fruto maduro são as antocianinas, os carotenoides e, em menor proporção, a clorofila. A coloração do puçá-preto é predominantemente escura, quando maduro, provavelmente devido ao alto teor de antocianinas (RUFINO et al., 2010).

O fruto apresentou crescimento significativo no comprimento transversal ao longo do desenvolvimento com base nos 6 estádios. O comprimento longitudinal foi significativamente semelhante entre o primeiro e o segundo estádios, bem como entre o quinto e sexto, tendo sido observado incremento desta variável do 3º ao 5º estádios (Tabela 4). Houve incremento significativo de massa entre todos os estádios, com exceção dos estádios 1 e 2, correspondendo à fase de formação na qual, segundo Hulme (1970), ocorre o aumento do número de células e crescimento pouco expressivo em termos de massa, seguido de um rápido aumento e estabilização. A estabilidade no comprimento longitudinal dos frutos entre os estádios 5 e 6, acompanhada do incremento no comprimento transversal e massa (Tabela 4), corresponde ao momento de ‘enchimento dos frutos’, conforme relatado por Martins, Silva e

Figueiras (2003) em seu trabalho com o desenvolvimento de ciriguela e Salomão, Siqueira e Pereira (2006), com o desenvolvimento de lichia. Na fase de enchimento, os frutos param de crescer longitudinalmente e continuam aumentando o seu diâmetro e peso em função da entrada de assimilados da planta mãe (MARTINS; SILVA; FIGUEIRAS, 2003).

Tabela 4 Comprimento transversal (mm) e longitudinal (mm), massa (g) e firmeza N de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

Estádio	Comprimento (mm)		Massa (g)	Firmeza (N)
	Longitudinal	Transversal		
1	14,5 d	13,5 f	1,6 e	6,2 d
2	15,3 d	16,3 e	2,3 e	10,2 c
3	17,7 c	18,5 d	3,4 d	18,0 a
4	20,5 b	22,5 c	5,8 c	15,5 b
5	24,0 a	24,3 b	9,1 b	4,5 d
6	25,0 a	27,2 a	10,5 a	1,7 e
Cv (%)	3,05	4,16	15,68	13,25

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

Observou-se aumento da firmeza, do 1° ao 3° estágio, seguido de queda no restante do desenvolvimento, até atingir o valor de 1,7 N no fruto maduro (Tabela 4). Essa diminuição da firmeza após o estágio 3 foi acompanhada de aumento no teor de pectina solúvel no quinto estágio, aumento na solubilização da pectina no quinto e sexto estágio e redução no teor de pectina total no quinto e sexto estágio (Tabela 5). Oms-Liu et al. (2011) observaram redução simultânea nos valores de h° e firmeza durante o amadurecimento de mangas, indicando o amaciamento acompanhado de mudança na cor, o que torna o fruto mais atrativo.

Tabela 5 Açúcares totais (ATo), amido, pectina total (PT), pectina solúvel (PS) e percentual de solubilização da pectina (SOL) de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa*) na base úmida

Estádio	ATo	Amido	g.100g ⁻¹		
			PT	OS	SOL
1	1,24 d	1,59 a	1,01 a	0,35 c	34,61 e
2	1,86 d	1,62 a	0,67 c	0,39 b	57,92 c
3	2,52 d	1,38 b	0,76 b	0,34 c	44,74 d
4	4,10 c	1,36 b	0,98 a	0,35 c	36,33 e
5	11,77 b	0,81 c	0,65 c	0,63 a	95,88 a
6	21,51 a	0,81 c	0,72 b	0,64 a	89,96 b
CV (%)	8,29	5,21	5,07	3,72	4,59

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

Os menores valores de açúcares totais foram encontrados nos três primeiros estádios; do quarto estádio em diante ocorreu aumento para esta variável, chegando a 21,51 g.100g⁻¹ no fruto maduro. Simultaneamente, foi observada a degradação do amido durante o desenvolvimento (Tabela 5), entretanto, a quantidade de amido encontrada nesse fruto foi pequena para explicar o aumento no teor de açúcares totais, não ultrapassando 1,6 g.100g⁻¹.

Ocorreu correlação positiva entre a massa dos frutos e o conteúdo de açúcares totais (0,98**). A massa dos frutos de puçá-preto também apresentou correlação positiva com o comprimento longitudinal (0,98**), comprimento transversal (0,97**) e pectina solúvel (0,67**). Silva, Chaves e Naves (2001) encontraram correlação do peso de frutos de árvores de cagaita, com as seguintes variáveis: diâmetro longitudinal do fruto (0,89) e diâmetro transversal do fruto (0,98), assim como Esposti, Siqueira e Cecon (2008) encontraram correlação significativa entre massa e diâmetro de frutos de tangerina 'Poncã'. A firmeza apresentou correlação negativa com o teor de pectina solúvel (-0,79**) e percentual de solubilização da pectina (-0,59**), entretanto, não houve correlação significativa entre pectina total e firmeza.

O máximo de sólidos solúveis ocorreu nos frutos maduros com 25,6 °Brix, dos quais 21,51 g.100g⁻¹ eram açúcares totais (Tabelas 8 e 9)

correspondendo a 84% do total. Este valor é semelhante aos da ameixa-silvestre (*Ximenia americana* L.), com 24,35% (SILVA, M. et al., 2008) e superior aos de frutas conhecidas pelo sabor adocicado, como manga e bacuri, com 11,6% e 14,5%, respectivamente (CARVALHO; NAZARÉ; NASCIMENTO, 2003; LÉCHAUCCEL; JOAS, 2007). O pH foi constante nos primeiros três estádios, atingindo o máximo no estágio 5 de desenvolvimento. Já a acidez titulável foi significativamente igual entre os estádios 2 e 3, bem como entre os estádios 5 e 6, ocorrendo decréscimo entre os demais estádios (Tabela 6). Ocorreu correlação negativa entre pH e acidez titulável (-0,62**).

O *ratio* (SS/AT) aumentou a partir do terceiro estágio, acompanhando o amadurecimento do fruto, chegando a um máximo de 60,9 no maduro (Tabela 6), indicando um fruto de sabor muito doce, como relatado por Lorenzi (2009). Segundo Oms-Liu et al. (2011), mudanças relacionadas ao valor nutricional dos frutos, durante o desenvolvimento e o amadurecimento, como açúcares e ácidos orgânicos, por exemplo, influenciarão a qualidade sensorial destes.

Tabela 6 pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e *ratio* (SS/AT) de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa*) na base úmida

Estádio	pH	AT*	SS	SS/AT
		g.100g ⁻¹	°Brix	
1	4,40 c	1,23 a	20,90 b	17,02 c
2	4,43 c	1,41 b	21,45 b	15,25 d
3	4,42 c	1,48 b	16,50 d	11,19 e
4	4,42 c	1,05 c	11,55 e	11,03 e
5	5,11 a	0,61 d	17,97 c	29,65 b
6	4,90 b	0,62 d	25,67 a	60,96 a
CV (%)	1,18	5,44	3,83	4,69

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

* equivalente a ácido cítrico

O método de análise por componentes principais (PCA) proporciona um estudo multivariado dos dados experimentais obtidos, facilitando a visualização da correlação entre amostras e variáveis (MORGANO; QUEIROZ; FERREIRA, 1999). No Gráfico 1 Na Figura 4 encontram-se os dados de análise de componente principal relativos às variáveis utilizadas na determinação dos estádios de maturação. A componente principal 1 (CP1) explicou 73,80% da variação dos dados, enquanto a componente principal 2 (CP2) explicou 16,17% da variação dos dados.

O estágio 1 teve peso negativo para as duas componentes, formando um grupo isolado e distante das variáveis analisadas, o que condiz com o estágio de desenvolvimento do fruto que se encontra com os menores valores de tamanho, massa, firmeza, a^* interno, b^* interno, C interno, h° interno, L^* interno, L^* externo e a^* externo (Tabelas 1 e 2).

Os estádios 2, 3 e 4 formaram um segundo grupo com relação mais próximas com as variáveis firmeza, claridade interna e externa, h° externo e interno, C externo e b^* externo (Gráfico 1). Nesse estágio, os frutos tinham o maior valor para essas variáveis, caracterizando maior resistência à penetração, ausência de cor negra e presença da cor verde do fruto (Figuras 3).

O estágio 5 obteve valores positivos para a CP2 e os valores mais altos da CP1, ficando mais próximo das variáveis b interno, C interno, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, massa e a^* externo e interno (Gráfico 1). Nesse estágio de maturação, mudanças na cor, tamanho e peso dos frutos foram mais evidentes (Tabelas 1, 2 e 3). Tais mudanças tornam os frutos mais atrativos (GANGA et al., 2010; LIRA-JÚNIOR et al., 2005; SILVA, M. et al., 2008). É evidente em frutos de puçá-preto o aparecimento da cor alaranjada na polpa e preta na casca, em consequência do amadurecimento (Figuras 2 e 3).

O estágio 6 apresentou relação positiva com a massa, tamanho longitudinal e transversal, a^* interno, b^* interno e C interno e relação inversa

para L^* interno, L^* externo e firmeza, caracterizando o amaciamento do fruto, acompanhado dos aumentos de tamanho e peso do fruto, bem como o aumento na pureza e no escurecimento da cor da polpa e da casca (Gráfico 1). Vale ressaltar que a distribuição dos estádios de desenvolvimento segue uma ordem crescente da esquerda para a direita, mostrando que os dados adquiridos descreveram bem o ciclo de desenvolvimento do puçá-preto.

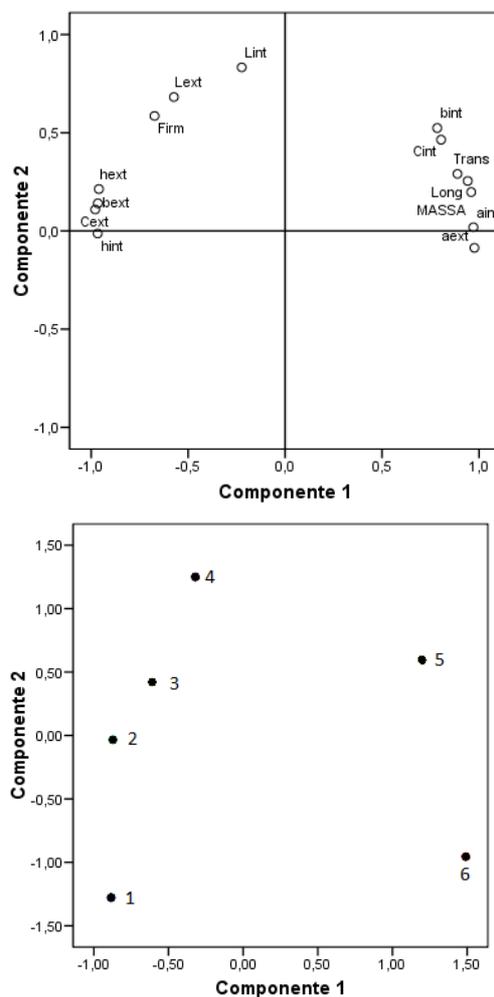


Gráfico 1 Gráfico de escores (abaixo) e peso (acima) da análise de componente principal (ACP) das variáveis L* externo, a* externo, b* externo, C externo, h° externo, L* interno, a* interno, b* interno, C interno, h° interno, massa, firmeza e diâmetros longitudinal e transversal de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

No Gráfico 2 observa-se a relação entre as variáveis pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares totais, amido, pectina total, pectina solúvel, clorofila total, α -caroteno, β -caroteno, δ -caroteno, γ -caroteno e licopeno, nos seis estádios de desenvolvimento, por meio de análise de componente principal. A componente principal 1 (CP1) explicou 56,77% da variância e a componente principal 2 (CP2) explicou 29,93%.

O estádios 1 e 2 formaram um grupo com maior proximidade com as variáveis clorofila, amido, acidez titulável e pectina total (Gráfico 2), uma vez que possuíram maiores valores para estas variáveis (Tabelas 6 e 7). Já os estádios 3 e 4 formaram um grupo distante das variáveis analisadas.

Os estádios 5 e 6 ficaram próximos das variáveis pectina solúvel, pH e açúcares totais na CP1 e CP2 (Gráfico 2), demonstrando a relação positiva desses estádios com o aumento dos açúcares totais, pH e solubilização da pectina. Além disso, esses dois estádios apresentaram relação positiva com os pigmentos carotenoides na CP2, o que pode estar relacionado com o aparecimento da cor laranja na polpa nos estádios 5 e 6.

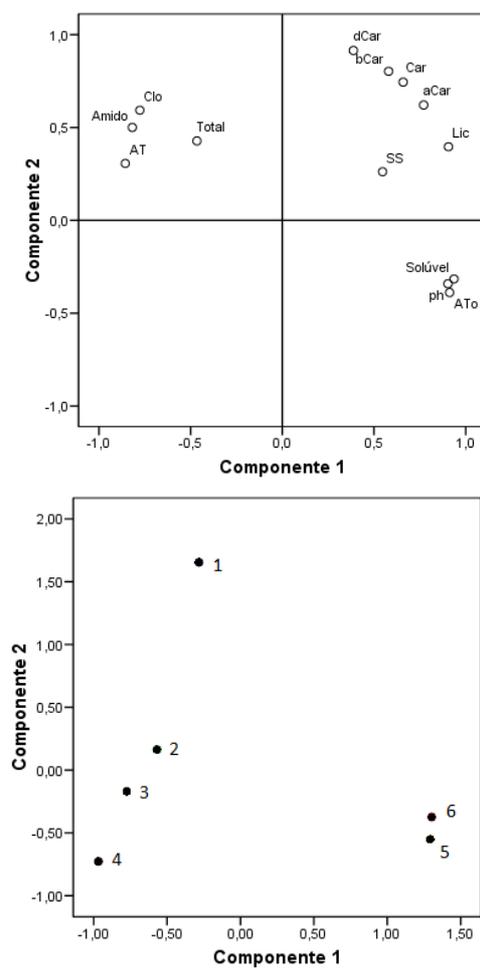


Gráfico 2 Gráfico de escores (abaixo) e pesos (acima) da análise de componente principal (ACP) das variáveis pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), açúcares totais (ATo), amido, pectina total (PT), pectina solúvel (PS), α -caroteno, β -caroteno, δ -caroteno, γ -caroteno e licopeno e clorofila de seis estádios de desenvolvimento de frutos puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) na base úmida

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do puçá-preto é marcado pela degradação de clorofila, com conseqüente perda da coloração verde, aumento do teor de carotenoides com aparecimento da cor amarela na polpa, escurecimento da casca, aumento dos açúcares e amaciamento do fruto, sendo o amadurecimento a fase de modificações mais intensas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, 1990. 1715 p.

BERILLI, S. da S. et al. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 11-14, abr. 2007.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1962.

CARVALHO, J. E. de C.; NAZARÉ, R. F. B. de; NASCIMENTO, W. M. O. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 326-328, ago. 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

DIAS, B. F. S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Fundação Konrad Adenauer, 1991. 97 p.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 39-45, jun. 1991.

ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos da tangerineira 'poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, set. 2008.

GANGA, R. M. D. et al. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 101-113, mar. 2010.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. 618 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas:** métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

LÉCHAUDEL, M.; JOAS, J. An overview of preharvest factors influencing mango fruit growth, quality and postharvest behavior. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 19, n. 4, p. 287-298, 2007.

LIRA JÚNIOR, J. S. de et al. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 757-761, out./dez. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2009. v. 3, 385 p.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. de M.; FIGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de frutos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 11-14, abr. 2003.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, Beltsville, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, Dec. 1992.

MORGANO, M. A.; QUEIROZ, S. C. do N. de; FERREIRA, M. G. C. Aplicação da análise exploratória na diferenciação de vegetais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1/2, p. 73-79, June 1999.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, p. 135-375, 1944.

OLIVEIRA, M. E. B. de et al. Caracterização física de frutos do pequi nativos da Chapada do Araripe, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1196-1201, dez. 2009.

OMS-LIU, G. et al. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 7-16, Jan. 2011.

PARRON, M. L. et al. **Cerrado:** desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2008. 464 p.

RODRIGUES, L. J. et al. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do Sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 260-265, jul./set. 2009.

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

ROESLER, A. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan./mar. 2007.

ROJAS-GARBANZO, A. M. et al. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 3, p. 2377-2384, Aug. 2011.

RUFINO, M. D. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de; PEREIRA, M. E. C. Desenvolvimento do fruto da licheira (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Bengal'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 11-13, abr. 2006.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 654-653, jan. 2008.

SASS-KISS, A. et al. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. **Food Research International**, Barking, v. 38, n. 8/9, p. 1023-1029, July 2005.

SILVA, E. P. da et al. Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2009.

SILVA, G. G. da et al. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 311-314, jun. 2008.

SILVA, M. R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, nov./dez. 2008.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no Sudeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 330-334, ago. 2001

CAPÍTULO 3

Aspectos nutricionais e caracterização do desenvolvimento

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar o desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) produzido em Gurupi, TO. Para isso, foram realizadas coletas de frutos em diferentes fases de desenvolvimento em quatro datas (23/07/2010; 10/08/2010; 17/08/2010; 03/09/2010). Em seguida, foram definidos seis estádios, com base em mudanças de tamanho, peso, cor e formato. Os frutos foram congelados e transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, onde foram avaliados quanto as variáveis umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, cinzas, extrato não nitrogenado, os minerais boro, cobre, manganês, zinco, ferro, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, além de vitamina C e fenólicos totais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo estes os estádios e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e, mediante a significância do teste de F, a 5% de probabilidade, foi realizado o teste Skott-Knott para comparação das médias. A associação entre as médias foi avaliada por meio de correlação de Spearman e foi utilizada a análise fatorial via componentes principais, por meio da matriz de correlação e a estimação dos escores pelo método de Bartlett. O desenvolvimento do puçá-preto determina redução nos compostos centesimais, vitamina C, fenólicos e minerais, em muito associado ao aumento da umidade. Os minerais potássio e enxofre não experimentaram este decréscimo. O puçá-preto é uma fonte potencial de vitamina C e fenólicos e pode contribuir com a ingestão diária de minerais, principalmente o magnésio.

Palavras-chave: Caracterização. Desenvolvimento. Cerrado.

ABSTRACT

In order to characterize the development of puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) collected in Gurupi-TO, six stages were defined based on changes in size, weight, color and shape. The fruits were frozen and transported to the Laboratory of Postharvest Fruit and Vegetable of the Department of Food Science, Federal University of Lavras which were evaluated for moisture content, ether extract, crude protein, crude fiber, ash, fraction of carbohydrates, the minerals boron, copper, manganese, zinc, iron, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur, and vitamin C and phenolic compounds. The experimental design was completely randomized design with 6 treatments, which are the stages and four repetitions. The variables were tested for normality using the Kolmogorov-Smirnov test for a significance level of 5% and Spearman correlation was used to measure the association between them. The development of puçá-preto determines reduction in chemical compounds, vitamin C, phenolics and minerals except potassium and sulfur, greatly associated with increased humidity. The puçá-preto is a potential source of vitamin C and phenolic compounds and may contribute to the daily intake of minerals, especially magnesium.

Keywords: Characterization. Development. Cerrado.

1 INTRODUÇÃO

O cerrado guarda um potencial ainda pouco explorado, no que diz respeito ao fornecimento de nutrientes às populações que dispõem dele. O pequi e o buriti, por exemplo, são ricos em vitamina A; a gabiroba, a mangaba, o murici e o caju são considerados ricos em vitamina C e o puçá-preto e a jabuticaba ricos, principalmente, em compostos fenólicos (RODRIGUES et al., 2009; ROESLER et al., 2008; RUFINO et al., 2010; SILVA; CHAVES; NAVES, 2001; SOUZA et al., 2008), todos apresentando considerável potencial antioxidante (RUFINO et al., 2010). Além disso, as frutas do cerrado podem ser importantes no fornecimento de calorias, na forma dos açúcares, como no caso do puçá-preto e na forma de lipídeos, no caso do buriti, do pequi e do baru (SANO et al., 2008).

Outra característica nutricional importante desses frutos é a presença de fibras e, de forma geral, minerais, principalmente fósforo, magnésio e cálcio (SANO et al., 2008; SILVA et al., 2008). Estes minerais desempenham também importante papel no desenvolvimento das plantas e na formação dos frutos, e sabe-se que a qualidade do suprimento de nutrientes à planta durante o seu desenvolvimento e sua translocação para os frutos têm influência na qualidade da produção (MATTOS JUNIOR et al., 2010). O volume das células, por exemplo, é o fator mais influenciado pelas condições de cultivo, como disponibilidade de água e nutrientes, assim como condições de temperatura e umidade relativa (BERILLI et al., 2007). Entretanto, o teor desses minerais nos frutos do cerrado durante o seu desenvolvimento ainda foi pouco estudado (ROESLER et al., 2007).

Além de minerais, vitamina A, fibras e calorias, entre outros compostos, sabe-se que o consumo de frutas *in natura* é responsável por 95% da ingestão de vitamina C, também denominada de ácido ascórbico (VILAS-BOAS, 1999).

Este nutriente regulador tem importantes papéis no organismo humano, tais como formação de tecido conjuntivo, transporte de íons e proteção das células contra radicais livres, devido ao seu forte poder antioxidante (BARATA-SOARES et al., 2004). Entretanto, apesar de o consumo per capita de frutas no Brasil ter aumentado nos últimos anos, chegando a 2,5% do total de calorias consumidas diariamente, este valor ainda está distante do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO) que é de, pelo menos, 6% a 7% (CLARO; MONTEIRO, 2010).

Sabendo-se da importância do consumo de frutas e da necessidade de mais estudos acerca dos frutos do cerrado, este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar os frutos de puçá-preto ao longo do seu desenvolvimento, abordando a qualidade nutricional ao final deste, no fruto maduro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos frutos, montagem e condução do experimento

A coleta dos frutos foi conduzida entre os meses de julho e setembro de 2010, em uma área de pastagem nativa com formação típica do cerrado e com predomínio da espécie *Mouriri pusa* Gardner, localizada a 2,72 km do município de Gurupi, sul do estado do Tocantins. As plantas foram georreferenciadas para facilitar a localização em posteriores estudos, conforme a Figura 1. Foram elaboradas exsicatas de um indivíduo de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), escolhido aleatoriamente na área de amostragem, que foi enviada para o herbário da Universidade Federal do Tocantins, em Porto Nacional, para identificação botânica.

Foram determinados seis estádios de desenvolvimento com base nas mudanças de tamanho, formato, massa e coloração (Figuras 2 e 3). Realizaram-se quatro coletas desses estádios em datas diferentes (23/07/2010; 10/08/2010; 17/08/2010; 03/09/2010), por cinco colhedores treinados, e cada coleta foi considerada uma repetição. Os frutos foram colhidos pela manhã, acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins.



Figura 1 Pontos de amostragem das árvores de puçá-preto (*Mouriri pusa*) em área experimental da Universidade Federal do Tocantins *Campus* de Gurupi (escala: 1/7000)



Figura 2 Aparência externa de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) em seis estádios de desenvolvimento, coletados em área experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi

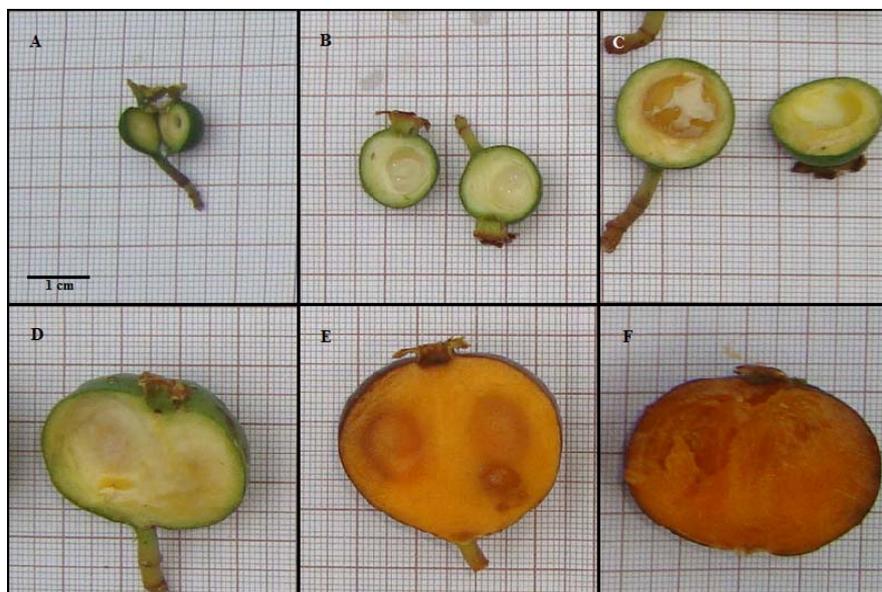


Figura 3 Aparência interna de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) em seis estádios de desenvolvimento, coletados em área experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi

Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram submetidos à seleção, verificando-se a presença de defeitos ou pragas e lavados com detergente neutro em água corrente para a retirada de sujidades superficiais provenientes do campo. Em seguida, os frutos sadios foram avaliados quanto à coloração e firmeza, pesados e tiveram medidos seus diâmetros longitudinais e transversais. A porção comestível dos frutos a ser caracterizada quimicamente, endocarpo (polpa comestível) e semente, foi congelada em nitrogênio líquido, armazenada a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, em saco de polietileno de baixa densidade e, posteriormente, analisadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo estes os seis estádios de desenvolvimento e quatro repetições constituídas das quatro datas de coletas.

2.2 Análises realizadas

2.2.1 Umidade

A umidade foi determinada segundo a técnica gravimétrica, na qual é empregado o calor em estufa ventilada, à temperatura de 65°C, até a obtenção de peso constante, segundo a Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1998).

2.2.2 Extrato etéreo

A determinação do extrato etéreo ocorreu por extração com solvente orgânico (éter etílico) com o auxílio de um aparelho extrator do tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1998).

2.2.3 Proteína bruta

A proteína bruta foi determinada por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl (semimicro) (AOAC, 1990), usando o fator 6,25, procedido do cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1998).

2.2.4 Fibra bruta

A fibra bruta foi determinada por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, conforme descrito por Kamer e Ginkel (1952).

2.2.4 Cinza

A fração cinza foi obtida gravimetricamente, tendo sido avaliada a perda de peso do material após ser submetido ao aquecimento em mufla, a 550 °C-660 °C (AOAC, 1990).

2.2.5 Fração glicídica

A fração glicídica foi calculada por diferença conforme a Fórmula 4, em que UMI é o valor de umidade, EE é o valor de extrato etéreo, PB é o valor de proteína bruta, FB é o valor de fibra bruta e CIN é o valor de cinzas com os valores expressos em g.100g⁻¹.

$$\% F.G. = 100 - (UMI + EE + PB + FB + CIN) \quad (4)$$

2.2.6 Minerais

A análise de minerais da polpa foi realizada a partir da matéria seca, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Foi realizada uma digestão nitroperclórica a quente com 0,5g de cada amostra. Ao final da digestão, o volume do extrato foi completado para 15 mL, com água deionizada. Nessa digestão, ocorre a retirada dos minerais dos compostos orgânicos da amostra ou que estão adsorvidos a eles. As determinações de cálcio, magnésio, cobre, managanês, zinco e ferro foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando um aparelho modelo SpectrAA 110 (Varian INE), calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura de gases para cada elemento. O fósforo e o enxofre foram analisados por espectrofotometria de UV/Vis, em aparelho Perkin Elmer Lambida 25 UV/Vis.

As determinações de potássio e sódio foram efetuadas por fotometria de emissão de chama, em aparelho Micronal B-262. Para a construção das curvas de calibração, foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica (Titrisol, Merck), devidamente diluídas em água ultrapura (Milli-Q). Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca.

2.2.7 Vitamina C

A vitamina C foi determinada segundo Strohercher e Henning (1976), método pelo qual o ácido ascórbico é oxidado a ácido de-hidroascórbico através do 2,6-diclorofenol-indofenol, conferindo cor azul à solução. Em seguida, o ácido de-hidroascórbico reage com 2,4-dinitrofenil-hidrazina na presença de tiourea a quente para formar 2,4-dinitrofenil-hidrazona. O papel da tiourea é evitar a decomposição do ácido de-hidroascórbico durante a condensação com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina. Esta é dissolvida em ácido sulfúrico 85%, originando coloração avermelhada. O máximo de absorbância se dá entre 520 e 525 nm.

2.2.8 Fenólicos totais

Os extratos para a determinação de fenólicos totais foram obtidos conforme técnica recomendada por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) e adaptada por Rufino et al. (2007). Foram homogeneizados 2 g de polpa contendo casca, com 20 ml de solução de metanol 50% e deixado em agitação lenta (50 RPM) por 1 hora. Em seguida, o homogenato foi centrifugado a 25.496,55 g, durante quinze minutos e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 50 ml. A partir do resíduo da primeira extração foi realizada uma segunda extração com acetona 70%, seguindo o mesmo procedimento utilizado para a extração com metanol. O sobrenadante da segunda extração foi transferido para

o balão contendo o sobrenadante da primeira e, em seguida, completado o volume para 50 ml, com água destilada. A quantificação dos fenólicos totais foi realizada segundo Waterhouse (2002), utilizando-se o reagente de Folin Ciocalteu. Os resultados foram expressos em gramas de equivalente a ácido gálico por 100 gramas de polpa fresca (g EAG.100g⁻¹).

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, mediante a significância do teste de F, a 5% de probabilidade, foi realizado o teste Skott-Knott para comparação das médias. A associação entre as médias foi avaliada por meio de correlação de Spearman.

Em seguida, foi utilizada a análise fatorial via componentes principais, por meio da matriz de correlação e a estimação dos escores pelo método de Bartlett. A análise de componente principal foi dividida em duas etapas do experimento. Na primeira foram avaliadas as variáveis de fácil obtenção utilizadas para determinação dos estádios, sendo estas: L*, a*, b*, C, h°, internos e externos, firmeza, massa e diâmetros longitudinal e transversal. Na segunda etapa foram utilizadas as demais variáveis analisadas para avaliar as mudanças ocorridas durante o desenvolvimento do fruto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SPSS versão 15.0 (IBM).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificada redução do extrato etéreo ao longo do desenvolvimento do puçá-preto (Tabela 1), sendo identificado período de estabilização dessa variável do 2° ao 4° estádios, enquanto os teores de proteínas e fibra bruta reduziram do 1° ao 5° estádios (Tabela 1), aumentando no estádio 6 a um nível semelhante ao do 4° estádio. O teor de cinzas reduziu ao longo do desenvolvimento (Tabela 1), não sendo verificada diferença entre os frutos nos estádios 4 e 5. Já o teor de extrato não nitrogenado sofreu queda do 1° ao 4° estádios de desenvolvimento, seguida de elevação a partir de então. Observou-se incremento da umidade do primeiro ao quarto estádio, seguido de redução até o estádio 6, o que pode justificar o incremento dos demais compostos centesimais no quinto e no sexto estádios (Tabela 1). Foi observada correlação negativa entre a umidade e o extrato não nitrogenado (-0,96**), indicando um aumento na fração glicídica do fruto durante o desenvolvimento e redução no teor de água do mesmo.

Tabela 1 Composição centesimal de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) na base úmida

Estádio	Umidade	Extrato etéreo	Proteína	Fibra	Cinza	Extrato não nitrogenado
			bruta	bruta		
g. 100g ⁻¹						
1	59,81 d	1,37 a	3,30 a	3,28 a	0,96 e	30,72 b
2	69,98 b	1,10 b	2,20 b	2,46 b	1,05 d	23,03 d
3	70,24 b	1,03 b	1,82 c	1,92 c	1,13 c	23,76 d
4	74,62 a	1,01 b	1,63 d	1,27 d	1,23 b	20,43 e
5	68,25 c	0,40 d	1,24 e	0,74 e	1,24 b	28,41 c
6	56,54 e	0,60 c	1,48 d	1,11 d	1,51 a	39,14 a
CV (%)	0,75	6,30	5,77	6,67	2,54	1,82

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa pelo teste de Skott-Knott

Silva et al. (2008), avaliando a composição centesimal de frutos do cerrado, encontraram, para o puçá-preto coletado em Goiás, valores inferiores de proteína ($1,02 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), lipídeos ($0,31 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), carboidratos ($6,64 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), resíduo mineral fixo ($0,40 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$) e valores superiores de umidade ($85,13 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$) e fibra alimentar ($6,05 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), enquanto Rufino et al. (2010) encontraram maior valor de umidade ($64,1 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$) no fruto maduro coletado em Ipiranga, no Piauí. Essa diferença de resultados é comum em frutos do cerrado, uma vez que estes ainda não passaram por domesticação e têm grande variabilidade genética (BELLON et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; SILVA; CHAVES; NAVES, 2001).

Sabe-se que a maioria dos frutos carnosos não é uma fonte rica em proteína e lipídeos e que o conteúdo de cinzas representa apenas a fração que resiste à carbonização a $550 \text{ }^\circ\text{C}$ (CHITARRA; CHITARRA, 2005), não sendo uma informação nutricional precisa, tanto do ponto de vista da nutrição da planta quanto do indivíduo que a consome, sendo necessária a análise do perfil de minerais, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 Composição em minerais de seis estádios de desenvolvimento de frutos puçá-preto (*Mouriri pusa*) na base úmida

Estádio	mg .100g ⁻¹									
	B	Cu	Mn	Zn	Fe	P	K	Ca	Mg	S
1	0,67 a	0,08 a	0,25 a	0,35 a	1,4 a	35,7 a	444 a	70,4 a	43,3 a	26,9 a
2	0,45 b	0,05 b	0,18 b	0,30 b	0,8 c	23,7 b	352 c	49,0 b	40,5 b	19,2 c
3	0,48 b	0,44 c	0,17 c	0,25 c	1,2 b	20,7 c	347 c	46,7 c	37,8 c	20,3 c
4	0,47 b	0,35 e	0,11 d	0,19 d	0,8 c	16,8 d	277 e	39,6 d	26,9 d	17,4 d
5	0,25 d	0,02 f	0,10 f	0,14 e	0,6 d	10,2 e	301 d	15,9 e	19,1 f	14,9 e
6	0,36 c	0,04 d	0,12 e	0,19 d	0,8 c	16,5 d	395 b	9,2 f	23,6 e	23,5 b
CV (%)	3,8	5,9	1,2	5,5	9,1	2,7	1,5	3,3	0,9	5,9

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

Para todos os minerais foram encontrados os maiores valores no primeiro estágio, quando o fruto ainda se encontrava no início do desenvolvimento, tendo seus menores valores por volta do quinto ou sexto estágio, com exceção do enxofre e potássio (Tabela 2). Segundo Hulme (1970), a formação e o crescimento representam a primeira fase na vida de um fruto, resultando em rápido crescimento do ovário que, usualmente, se segue à polinização e à fertilização. Esta fase é caracterizada pelo aumento do número de células, em seguida ocorre a fase de alongamento celular e rápido crescimento. De acordo com Berilli et al. (2007), esse aumento no volume das células é o fator mais influenciado pelas condições de cultivo, como disponibilidade de água e nutrientes, assim como condições de temperatura e umidade relativa. É conhecida a importância dos minerais na nutrição de plantas, especialmente como ativador ou constituinte de enzimas e também pode apresentar papel estrutural, constituindo compostos orgânicos (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os minerais enxofre e potássio apresentaram correlação negativa com a umidade do fruto, com coeficientes de $-0,73^{**}$ e $-0,52^{**}$, respectivamente. Sabe-se que o teor de potássio está relacionado com a qualidade de frutos maduros e sua vida pós-colheita. Mattos Junior et al. (2010) encontraram correlação positiva entre os teores elevados de K em frutos de lima-ácida 'Tahiti' e maiores perdas de água após a colheita.

O fruto atingiu teor máximo de vitamina C no segundo e no terceiro estágios e de fenólicos totais no terceiro estágio (Tabela 3), entretanto, neste grau de desenvolvimento, os frutos ainda não estão aptos ao consumo. Quando maduros, os frutos de puçá-preto apresentaram $77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de vitamina C, valor superior ao encontrado por Rufino et al. (2010), que foi de $28,9 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Neste mesmo trabalho, o autor encontrou valores inferiores de vitamina C para o

bacuri, a cajá, o puçá-coroa-de-frade, umbu e uvaia, em relação ao encontrado para puçá-preto no presente estudo.

Tabela 3 Vitamina C e fenólicos totais de seis estádios de desenvolvimento de puçá-preto (*Mouriri pusa*) na base úmida

Estádio	Vitamina C	Fenólicos
	mg.100g ⁻¹	
1	229 c	4.661 c
2	369 a	8.203 b
3	377 a	8.490 a
4	302 b	3.875 d
5	92 d	909 e
6	77 d	801 e
CV (%)	9,0	1,6

Médias seguidas de mesma letra na vertical não possuem diferença significativa, pelo teste de Skott-Knott

No Gráfico 1 estão os valores relativos à análise de componente principal das variáveis analisadas. A componente principal 1 (CP1) explicou 73,61% da variação dos dados, a componente principal 2 (CP2) explicou 18,99% e os dois juntos explicaram 92,60%. Observa-se a formação de 4 grupos de amostras, em que os estádios 2, 3 e 4 formaram um grupo, tendo os estádios 2 e 3 se destacado pelo teor de vitamina C e fenólicos totais, conforme pode ser observado na Tabela 3, enquanto o estádio 4 se caracteriza principalmente pela maior umidade. O segundo grupo, formado pelo estádio 1, ficou mais próximo dos minerais analisados e do conteúdo de fibras. O terceiro grupo foi formado pelos últimos estádios de desenvolvimento. Estes estádios, segundo a ACP, apresentaram os menores valores das variáveis analisadas, demonstrando a redução no conteúdo de minerais, fenólicos, vitamina C e compostos centesimais.

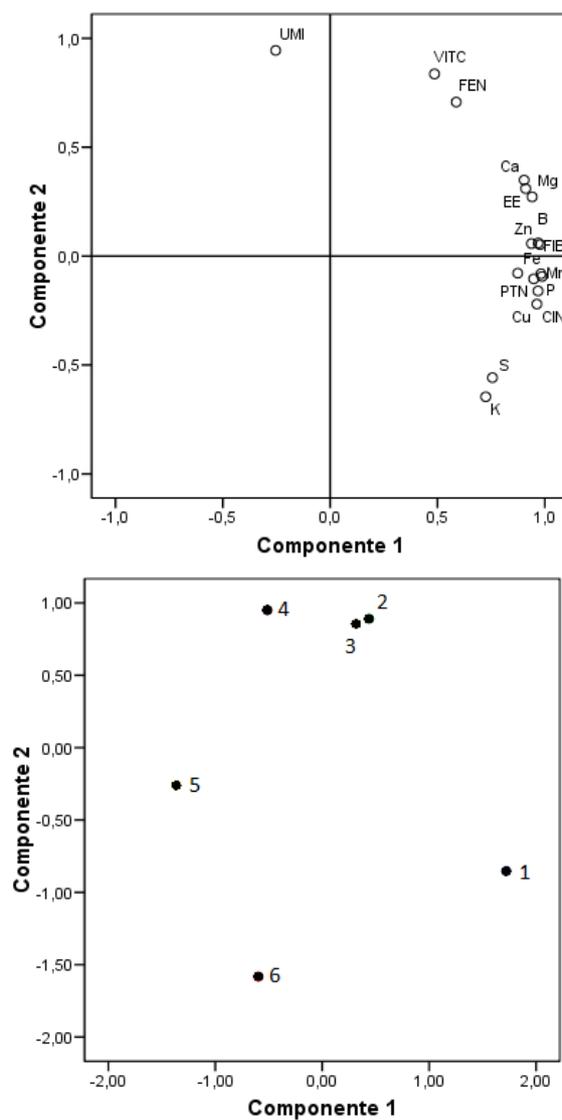


Gráfico 1 Gráfico de pesos (acima) e escores (abaixo) da análise de componente principal (ACP) das variáveis umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, cinzas, fósforo, cálcio, potássio, magnésio, enxofre, manganês, zinco, ferro, cobre, boro, vitamina C e fenólicos totais de frutos de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner)

A partir dos dados obtidos para o fruto maduro, pode-se dizer que a ingestão de 100g de puçá-preto, com base nos valores diários recomendados para um adulto segundo Brasil (1998), colabora com 128% da vitamina C, 1,3% do cobre, 2,4% do manganês, 1,3% do zinco, 5,7% do ferro, 2,1% do fósforo, 1,2% do cálcio e 7,8% do magnésio, além de fornecer 801 mg de compostos fenólicos, que são responsáveis por parte da atividade antioxidante deste fruto (RUFINO et al., 2010).

4 CONCLUSÃO

- a) o desenvolvimento do puçá-preto determina redução nos compostos centesimais, vitamina C, fenólicos e minerais, exceto potássio e enxofre, em muito associada ao aumento da umidade;
- b) o puçá-preto é uma fonte potencial de vitamina C e fenólicos e pode contribuir para a ingestão diária de minerais, principalmente o magnésio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, 1990. 1715 p.

_____. _____. Washington, 1998. 1518 p.

BARATA-SOARES, A. D. et al. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 147-154, 2004.

BELLON, G. et al. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims com base em marcadores RADP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 124-127, mar. 2007.

BERILLI, S. da S. et al. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 11-14, abr. 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 33**, de 13 de janeiro de 1998. Ingestão Diária Recomendada para Minerais, Vitaminas e Proteína. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/33_98.htm>. Acesso em: 25 set. 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 1014-1020, 2010.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. 618 p.

KAMER, S. B. von de; GINKEL, L. van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 19, n. 4, p. 239-251, 1952.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, Apr. 1997.

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

MATTOS JUNIOR, D. et al. Soil nutrient availability and its impact on fruit quality of Tahiti acid lime. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 335-342, jan./fev. 2010.

OLIVEIRA, M. E. B. de et al. Caracterização física de frutos do pequi nativos da Chapada do Araripe, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1196-1201, dez. 2009.

RODRIGUES, L. J. et al. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do Sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 260-265, jul./set. 2009.

ROESLER, R. et al. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, London, v. 110, n. 3, p. 711-717, 2008.

RUFINO, M. D. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. do M. et al. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: EMBRAPA, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 128).

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 654-653, jan. 2008.

SILVA, M. R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, nov./dez. 2008.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no Sudeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 330-334, 2001.

SOUZA, J. N. S. et al. Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: a correlation study using chemical and biological *in vitro* assays. **Food Chemistry**, London, v. 106, n. 1, p. 331-339, Jan. 2008.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Alimentos e nutrientes**. Lavras: FAEPE, 1999. 70 p.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley, 2002. p. 111-118.