

**CARACTERIZAÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DO
CERRADO: MAROLO (*Annona crassiflora*,
Mart.) e GABIROBA (*Campomanesia pubescens*)**

EDSON PABLO DA SILVA

2009

EDSON PABLO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DO
CERRADO: MAROLO (*Annona crassiflora*, Mart.) E GABIROBA
(*Campomanesia pubescens*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009**

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

Silva, Edson Pablo.

Caracterização do desenvolvimento de frutos do cerrado:
marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) e gabioba
(*Campomanesia pubescens*) / Edson Pablo Silva. – Lavras :
UFLA, 2009.

115 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Frutos nativos. 2. Crescimento. 3. Maturação. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.6

EDSON PABLO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DO
CERRADO: MAROLO (*Annona crassiflora*, Mart.) E GABIROBA
(*Campomanesia pubescens*)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. Luis Roberto Batista

DCA - UFLA

Profa. Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

UFMT

Pesquisadora Dra. Andréia Luiza Ramos Pereira Xisto

Pós-doutorado - UFLA

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

.... Em primeiro lugar busquem o Reino de Deus e a sua justiça, e Deus dará a vocês, em acréscimo, todas as coisas. Portanto não se preocupe com o dia de amanhã, pois o dia de amanhã terá suas preocupações. Basta a cada dia a própria dificuldade. (Mt 6, 33-34)

**A Deus, aos meus pais, Edson
Francisco e Crenilza Aparecida e
irmãos, que são a razão da minha
vida.**

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades dadas, pelas vitórias e conquistas em todos os momentos de dificuldade, o dom da vida almejando fazer algo pensando no bem estar do próximo.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos e conviver com pessoas queridas que sempre me apoiaram.

À Fundação de Amparo a pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), entidade governamental brasileira promotora do desenvolvimento científico e tecnológico, pela concessão da bolsa de estudo e pelo apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, com toda admiração, meus sinceros agradecimentos por tudo, pelas correções que me fizeram crescer a cada dia, pela orientação concreta, amizade, oportunidade e por toda confiança depositada durante todo este tempo.

Ao Professor Dr. Mário César Guerreiro por todo apoio dado nas análises cromatográficas.

Ao Professor Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima, pelas muitas vezes que gentilmente me atendeu, pelos ensinamentos, atenção e amizade.

Ao Professor Dr. Luis Roberto Batista, por todo apoio e dedicação.

A Professora Dra. Ana Carla Marques Pinheiro, pela amizade, apoio e sugestões na banca examinadora.

À Dra. Andréia Luiza Ramos Pereira Xisto, pela dedicação, educação e apoio prestados durante todo o tempo em que precisei.

À Dra. Juliana Audi Giannoni, pelos conhecimentos e amizade.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial a Tina, Sandra, Creuza e Sr. Miguel, pelos conhecimentos transmitidos que de certa forma contribuíram para vencer mais esta etapa em minha vida.

Aos “primos-amigos” Luizinho e Nélio, pela valiosa amizade, sugestões, alegrias e suporte nos momentos difíceis, Deus os abençõe.

Aos amigos e colegas conquistados durante o convívio, Juliana Alvarenga, Clarissa, Marisa, Suzana, Sheila, Brígida, Heloísa, Ellen, Daniela, Rita, Júlia, Emanuelle, Luis Otávio, Taisa, Daniele, Juliana Valério, Carol.

A todos os companheiros de pós-graduação pelo convívio e amizade.

Ao amigo Wilson por todo apoio e amizade.

A todos os amigos da Renovação Carismática Católica, em especial aos amigos do grupo de Oração Cenáculo, pelo companheirismo e oração diante de todas as tribulações enfrentadas.

Ao Sr. Hélio e a Sra. Cláudia, pela cooperação na abertura de suas propriedades para instalação dos experimentos, meus sinceros agradecimentos e que Deus os abençõe.

Em especial aos meus pais, Edson Francisco e Crenilza Aparecida Carvalho, pelo apoio incondicional em todos os momentos, e por serem o meu porto seguro diante das tempestades. Aos meus irmãos Wesley, Paola e Polyana, aos meus afilhados, presentes de Deus a nós, Cauã e Felipe. Sem vocês a caminhada não teria razão.

À minha avó Maria e meu avô Antônio, por todo amor e preocupação.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho.

Os mais sinceros agradecimentos e minha eterna gratidão!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1:	1
1 Introdução Geral	2
2 Referencial teórico.....	4
2.1 O potencial do cerrado em frutos nativos	4
2.2 A cultura do marolo	7
2.2.1 Taxonomia e botânica.....	7
2.2.2 Valor nutricional.....	10
2.2.3 Utilidades.....	11
2.3 A cultura da gabirobeira	13
2.3.1 Características da espécie <i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) O. Berg.	13
2.4 Estádios de desenvolvimento.....	15
2.5 Caracterização física e química de frutas.....	16
2.6 Compostos voláteis	17
2.7 Enzimas pectinolíticas	25
2.8 Antioxidantes	26
3 Referências Bibliográficas	29
CAPÍTULO 2: Caracterização do desenvolvimento do marolo (<i>Annona crassiflora</i> Mart).....	34
1 RESUMO.....	35
2 ABSTRACT	36
3 Introdução	37

4 Material e Métodos	39
4.1 Obtenção dos frutos e instalação do experimento.....	39
4.2 Delineamento experimental	39
4.3 Análises físicas e químicas	39
4.3.1 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal.....	39
4.3.2 Coloração	40
4.3.3 Atividade respiratória	40
4.3.4 Firmeza	40
4.3.5 Sólidos solúveis (SS)	40
4.3.6 pH e Acidez titulável (AT)	40
4.3.7 Vitamina C.....	41
4.3.8 Amido	41
4.3.9 Açúcares solúveis totais (AST).....	41
4.3.10 Pectinas total e solúvel.....	41
4.3.11 Pectinametilesterase (PME).....	41
4.3.12 Poligalacturonase (PG)	41
4.3.13 Determinação da atividade antioxidante	42
4.3.14 Determinação de compostos fenólicos.....	42
4.3.15 Determinação de β -caroteno	42
4.3.16 Determinação de umidade	43
4.3.17 Determinação de extrato etéreo	43
4.3.18 Determinação de proteína bruta	43
4.3.19 Determinação de fibra bruta	43
4.3.20 Determinação da fração cinzas	43
4.3.21 Fração glicídica.....	43
4.3.22 Análise estatística	44
4.3.23 Compostos voláteis	44

5 Resultados e Discussão	46
5.1 Avaliação do desenvolvimento do marolo.....	46
6 Conclusão	79
7 Referências Bibliográficas	80
CAPITULO 3: Caracterização física química e fisiológica do desenvolvimento da gabiroba (<i>Campomanesia pubescens</i>).....	
1 RESUMO.....	85
2 ABSTRACT	86
3 Introdução	87
4 Material e Métodos	89
4.1 Análises.....	90
4.2 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal	90
4.3 Coloração	90
4.4 Clorofila Total	90
4.5 Firmeza	90
4.6 Taxa respiratória	91
4.7 pH e acidez titulável (AT)	91
4.8 Sólidos solúveis totais (SST)	91
4.9 Vitamina C.....	92
4.10 Pectinas Total e Solúvel.....	92
4.11 Pectinametilesterase (PME).....	92
4.12 Poligalacturonase (PG)	92
4.13 Análise estatística	93
4.14 Delineamento experimental	93
5 Resultados e Discussão	94
6 Conclusão	105
7 Referências Bibliográficas	106

Anexo	108
-------------	-----

RESUMO

SILVA, Edson Pablo. **Caracterização do desenvolvimento de frutos do cerrado**: marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) e gabioba (*Campomanesia pubescens*). 2009. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Este trabalho teve como objetivos a caracterização de frutos do cerrado, marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) e gabioba (*Campomanesia pubescens*), durante o desenvolvimento, por meio de análises físicas, químicas e fisiológicas. A floração do marolo iniciou-se no final de setembro, princípio de outubro, com frutificação observada inicialmente no final do mês de outubro, com pico de produção no final do mês de fevereiro e início do mês de março. O desenvolvimento total do fruto compreendeu 140 dias, a partir da antese. A floração inicial da gabioba ocorreu no mês de agosto e o ápice do evento foi observado no mês de setembro com frutificação inicial no mês de setembro sendo outubro o período ideal para colheita. O período compreendido entre a abertura da flor (antese) e o amadurecimento foi de 63 dias (9 semanas), atingindo tamanho máximo neste ponto. Foi observado nos frutos, marolo e gabioba, durante o desenvolvimento, o incremento de massa e diâmetros transversal e longitudinal. As mudanças físicas e químicas nos teores de sólidos solúveis, açúcares, vitamina C, pH, acidez e valor b* foram observadas no marolo a partir do 120º dia; na gabioba, estas mudanças ocorreram entre 48 e 53 dias de desenvolvimento, indicando o início da fase de maturação nos frutos. O crescimento apresentado durante o desenvolvimento dos frutos sugere um comportamento sigmoidal duplo, para o marolo e sigmoidal simples, para a gabioba.

Palavras chave: frutos nativos; crescimento; maturação.

* Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA.

ABSTRACT

SILVA, Edson, Pablo. **Characterization of the development of savanna fruit:** marolo fruit (*Annona crassiflora*, Mart.) and gabirola fruit (*Campomanesia pubescens*). 2009. 115p. Dissertation (Mastering in Food Science) – Universidade Federal de Lavras – Lavras -MG*.

The objective of this work was to characterize the development of savanna fruits, marolo fruit (*Annona crassiflora*, Mart.) and gabirola fruit (*Campomanesia pubescens*), during the development, through of physical, chemical and physiological analysis. The marolo fruit's flowering had start in September ends, October firsts, with the fruiting has been observed in the end of October, and the production peak in the end of February and the beginning of March. The total fruit development covered 140 days from the anthesis. The gabirola initial flowering occurred in August and the event peak was observed in September with initial fruiting in September, and October being the ideal harvest period. The period between the flower opening (anthesis) and the ripening was of 63 days (9 weeks) reaching the maximum size at this point. It was observed during the development of marolo and gabirola fruits, increase in the mass and transversal and longitudinal diameters. The physical and chemical changes in soluble solids contents, sugars, vitamin C, pH, acidity and b* value were observed in marolo fruit from 120th day. In gabirola fruit, those changes occurred between 48 and 53 days of development, indicating the beginning of the ripening. The growing observed during the development of the fruits suggests to marolo a double sigmoidal behavior, to marolo fruit and a simple sigmoidal behavior, to gabirola fruit.

Index terms: native fruits; growth; maturation

* Adviser: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA.

CAPITULO 1

CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DO CERRADO: MAROLO (*Annona crassiflora*) e GABIROBA (*Campomanesia pubescens*)

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado como um dos países de maior diversidade biológica por abrigar cerca de 10% das formas viventes no planeta. Para uma estimativa total de aproximadamente 15 milhões de espécies existentes, a diversidade biológica brasileira pode representar algo como 1,5 milhão de espécies existentes, entre vertebrados, invertebrados, plantas e microrganismos (Myers et al., 2000).

O Cerrado é o segundo bioma mais importante do país, ocupando uma área de 1,8 milhão de km², o que representa cerca de 25% do território brasileiro. A riqueza de espécies, tanto da flora quanto da fauna, faz desse bioma uma das maiores diversidades biológicas do Brasil.

A preservação do bioma cerrado é um compromisso que devemos assumir na manutenção da biodiversidade deste bioma através do desenvolvimento sustentável, com o aproveitamento do potencial comercial que possuem as espécies nativas, podendo se tornar uma alternativa econômica para a população desta região. Várias são as espécies que possuem utilização comercial destacando-se o marolo e a gabioba.

Dentre as inúmeras frutíferas nativas que apresentam potencial de utilização em sistemas tradicionais de produção agrícola, o araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.), da família Annonaceae, e a gabioba (*Campomanesia pubescens*) da família das Myrtaceae se destacam pelo sabor de seus frutos, que são muito apreciados. A maioria das espécies vegetais do Cerrado não apresenta estudos sobre seu desenvolvimento, não havendo, portanto o conhecimento das etapas de crescimento, pré-maturação, amadurecimento e senescência.

O estudo do desenvolvimento é importante para o estabelecimento do ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias que retardem ou reduzam as atividades fisiológicas, aumentando seu período de conservação. Neste aspecto, o primeiro capítulo apresenta a caracterização fisiológica do marolo (*Annona crassiflora*) e da gabirola (*Campomanesia pubescens*), ao longo do seu desenvolvimento, visando o melhor entendimento na sua conservação pós-colheita, e no entendimento de possíveis modificações e respostas ao processamento e técnicas de conservação, podendo ser de suma importância para obtenção de um produto de qualidade e no prolongamento de sua vida útil minimizando perdas e no desenvolvimento de novos produtos que venham a atender as necessidades socioeconômicas da população do Cerrado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O potencial do Cerrado em frutos nativos

O Brasil possui cerca de trinta por cento das espécies de plantas e animais conhecidas no mundo, que estão distribuídas em seus diferentes ecossistemas. É o país da maior diversidade biológica do planeta, com cerca de 10% das formas nele viventes (Myers et al., 2000). A região do cerrado com seus 204 milhões de hectares – aproximadamente 25% do território nacional apresenta grande diversificação faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais (Ávidos & Ferreira, 2005). Esta é distribuída principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal (Silva et al., 1994), como demonstra a figura 1.

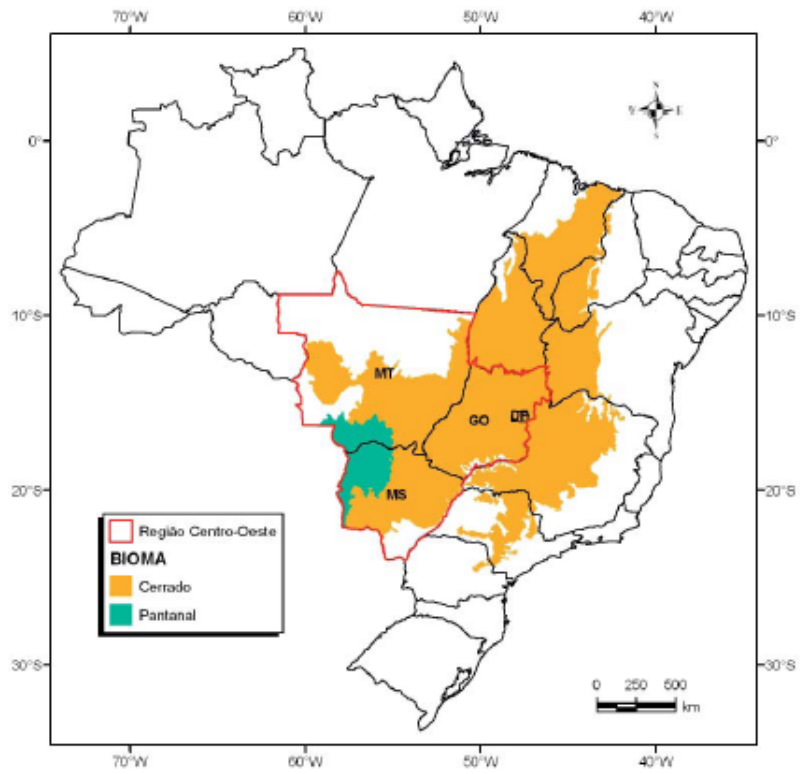


FIGURA 1 Distribuição do bioma Cerrado no Brasil, representado em cor laranja.

Fonte: Mapa Biomas do Brasil (IBGE, 2004, citado por Vieira et al., 2006).

No bioma do Cerrado com mais de 2.000.000Km², ocorrem diferentes formações vegetais, florestais, savânicas lenhosas e campestres, com várias fisionomias denominadas localmente de cerrado, cerradão, mata de galeria, campo e vereda, entre outras (Almeida, 1998).

O clima da região do Cerrado é caracterizado como tropical estacional, com chuvas da ordem 1.500mm anuais, com distribuição concentrada na primavera e no verão, distinguindo-se, nitidamente, uma estação chuvosa (setembro a abril) e outra seca (maio a agosto). A duração da época seca, definida como déficit hídrico, varia de quatro a sete meses, em 87% da superfície e se concentra durante o outono e o inverno (Silva et al., 2001). As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 22°C ao Sul e 27°C ao Norte. As diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas no conjunto da região oscilam entre 4°C a 5°C, diminuindo progressivamente a medida que se aproxima da região Amazônica (Silva et al., 2001).

Estima-se a existência de 5.000 a 7.000 espécies na biodiversidade vegetal do Cerrado, sendo 40% lenhosas. A flora predominante é constituída por 42% de plantas nativas, 58% de espécies acessórias (vindas de outras formações vegetais) e 11% de repetições (espécies que ocorrem em mais de um tipo de formação) (Rizzini, 1971). A formação mais comum é o chamado cerrado stricto sensu, formação do tipo savana em que vive gramínea com espécies lenhosas. Esta formação é a mais rica em espécies nativas frutíferas com interesse para aproveitamento alimentar (Aguilar & Camargo, 2004). Dentre essas, sobressaem às frutíferas, formadas por vários exemplares de diferentes famílias que produzem frutos comestíveis, com formas variadas, cores atrativas e sabor característico; já sendo comercializadas em feiras e com grande aceitação popular. Hoje, existem mais de 58 espécies de frutas nativas conhecidas e utilizadas pela população (Ávidos & Ferreira, 2005).

Os desafios para a exploração dos frutos nativos existem; em contraposição, há um grande potencial a ser buscado, principalmente para a sua exportação, já que possuem sabores sui generis e não são encontrados em outros países (Almeida, 1998).

2.2 A cultura do marolo

2.2.1 Taxonomia e botânica

A família Annonaceae compreende 120 gêneros, tendo distribuição marcadamente tropical e subtropical em todo o mundo. A maioria dos representantes é constituída por plantas lenhosas (árvores e arbustos), com folhas inteiras, de disposição alterna dística, sem estípulas. Possui flores isoladas ou reunidas em inflorescências, grandes ou de tamanho pequeno, hemicíclicas, hermafroditas, diclamídeas, com perianto diferenciado em cálice e corola, trímero (3 sépalas e 3 pétalas) carnosos. As sementes têm período de germinação muito lento (Joly, 2002).

Nesta família, os 3 gêneros mais importantes são: *Annona*, *Rollinia* e *Abernona* (Manica et al., 2003).

No gênero *Annona*, incluem-se espécies como a fruta-do-conde ou pinha (*Annona squamosa*), cherimólia (*Annona cherimola* Mill.), condessa (*Annona reticulata* L.), graviola (*Annona muricata* L.), atemóia (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*), araticum do campo (*Annona dióica*), araticum-do-brejo (*Annona paludosa*), cabeça-de-negro (*Annona coriacea*) e o araticum ou marolo (*Annona crassiflora* Mart.) (Manica et al., 2003).

Araticum é nome dado a diversas espécies da família Annonaceae, mesma da fruta-do-conde (*Annona squamosa*), conhecida também como ata ou pinha, dependendo da região. Pio Corrêa relata que a primeira muda desta espécie foi plantada no país pelo Conde de Miranda, na Bahia no ano de 1626. Segundo professor, da Universidade de Brasília-UnB, em Guia de Campo para

árvores do cerrado, o nome araticum é derivado do tupi, podendo significar árvore de fibra rija e dura, fruto do céu, saboroso, ou ainda fruto mole (Tatagiba, 2007). Figura 2.



FIGURA 2 marolo (*Annona crassiflora* Mart)

O marolo ou araticum (*Annona crassiflora* Mart) é uma fruta típica dos Cerrados, Cerradões, Cerrado Denso, Cerrado Ralo e Campo Rupestre, pertencem à família das Anonaceae é muito apreciada pelo aroma e sabor dos seus frutos.

Possui ocorrência nos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, São Paulo e Tocantis (Almeida, 1998).

Árvore hermafrodita de até 8m, com flores e ramos jovens apresentando densa pilosidade marrom-avermelhada e os órgãos vegetativos glabrescentes com a idade. As folhas são alternas, simples, pecioladas, sem estípulas; limbo com 5,5 a 13 x 3,5 a 10 cm, largamente obovado a oblongo, cartáceo e coriáceo;

ápice arredondado a obtuso; base arredondada, obtusa ou subcordada; pecíolo com 2 a 6 mm de comprimento, actinomorfas, internamente creme-amareladas, crassas; sépalas 3, livres; pétalas 6, livres; estames numerosos; anteras subsésseis, oblongas, de conectivo espessado; ovário dialicarpelar, súpero, com muitos carpelos uniovulados; estigma sésil (Ribeiro, 2000).

Nas anonáceas, a polinização geralmente, é do tipo entomófila, com as flores apresentando dicogamia e termogênese (aquecimento ativo no interior da flor), inicia-se no começo da noite podendo chegar até 10°C acima da temperatura do ar. Essas flores aquecem-se somente uma vez e caem na mesma noite.

As flores são hermafroditas, apresentam protoginia e termogênese. Em geral, o início do aquecimento do interior da flor ocorre ao anoitecer, podendo chegar até 10°C acima da temperatura do ar, mas uma chuva ou mesmo uma flutuação na temperatura do ar pode provocar queda de temperatura no interior da flor. Por volta das 19 horas o estigma apresenta-se coberto de ecdusato transparente. O aumento da temperatura da flor faz com que esta exale forte odor que atrai besouros. Os primeiros escarabídeos da espécie *Cyclocephala atricapilla*, são os principais polinizadores. Estes penetram nas flores por volta das 19 horas, perfuram as pétalas internas, e depois saem ou iniciam a cópula. Por volta de 22 e 24 horas, os estames deiscentes caem no interior da câmara floral e posteriormente as pétalas separam-se do receptáculo floral, caindo ao chão (Almeida, 1998).

Conforme relata Gottsberger (1990), as plantas da família Annonaceae têm flores que apresentam dicogamia (protoginia), sendo as fases feminina (período de receptividade dos estigmas) e masculina (período de liberação do pólen) nitidamente distintas. Outra característica marcante das flores de Annonaceae dos Cerrados é o fechamento das pétalas sobre os órgãos reprodutivos durante a antese (abertura da flor). A cavidade assim formada tem funções na polinização

das flores, sendo chamada "câmara de polinização" ou "câmara floral". A polinização é feita exclusivamente por coleópteros. Vários fatores podem influenciar os processos fenológicos tais como: alternância de período seco e úmido, comprimento do dia, intensidade de radiação solar e número de horas de insolação. O período seco não afeta diretamente o aparecimento de folhas na espécie, que ocorre mesmo quando há déficit hídrico no solo (Ribeiro et al., 1981). *Annona crassiflora* Mart é uma espécie brevi-decídua que apresenta abscisão foliar em setembro e produção de folhas em seguida, o botão floral pode surgir antes da rebrota das folhas, concomitantemente ou com as folhas já formadas (Ferreira, 1973; Bianco & Pitelli, 1986; Barbieiro et al., 2000), no final da estação seca ou início da estação chuvosa, em setembro/novembro. Na região de Selvíria/MS, a floração ocorreu do final de setembro até o final de dezembro e na região de Três Lagoas/MS, do início de outubro até o final de novembro (Bianco & Pitelli, 1986). Na região de Botucatu/SP, a floração também iniciou-se de outubro ou novembro, sendo finalizada no final de dezembro ou janeiro (Gottsberger, 1989).

A maturação dos frutos ocorre de fevereiro a março (Silva et al., 1994). Como a dispersão é barocórica, os frutos devem ser coletados ainda nas árvores, pois ao caírem são atacados por roedores, formigas e cupins (Ferreira, 1980).

2.2.2 Valor nutricional

Segundo Almeida (1998), o valor nutricional da polpa do araticum apresentou 1,28% de proteína (Tabela 1), baixo teor de vitamina C (21 mg), quando comparado a outras frutas do cerrado como o pequi (78,72 mg), buriti (76,37 mg) e mangaba (70,89 mg). A vitamina C encontrada no araticum é maior que os teores encontrados em fruteiras cultivadas, como a banana d'água (6,4) e maçã-argentina (5,9), e próximo aos valores encontrados no limão (26,4 mg) e mamão (20,5 mg). O teor de caroteno também foi baixo (0,23).

Na polpa de araticum, cerca de 80% dos ácidos graxos são monoinsaturados; 16%, saturados e 4%, poliinsaturados, destacando-se os ácidos oléicos, palmíticos e linolênico, respectivamente (Almeida, 1998).

Das frutas analisadas por Almeida (1998), o araticum foi considerado uma das menos ácidas (5,56%) e apresentou o maior teor de açúcares totais (56,4%). Tem baixo teor de tanino (0,38%), o qual inibe as enzimas digestivas e pode interferir diminuindo ou impedindo o aproveitamento de alguns nutrientes.

Almeida (1998) estudou também a composição centesimal da polpa, encontrando os valores apresentados na tabela 1.

TABELA 1 Composição Centesimal do marolo, segundo Almeida (1998).

Umidade (%)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinza (%)	Carboidratos(%) Fibras Totais	Valor calórico (cal/100g)
76,32	1,28	0,29	0,61	1,66 21,5	87,0

Fonte: Almeida (1998).

2.2.3 Utilidades

A comercialização dos frutos é feita em mercados regionais, de onde sua produção, quase que exclusivamente, é provinda de uma forma extrativista de utilização. Diante dessa situação, torna-se necessário incentivar o plantio comercial do araticum, pois o extrativismo ocorrendo de forma intensa e descontrolada poderia afetar a perpetuação da espécie e até mesmo a extinção desta.

Os frutos do araticunzeiro podem ser consumidos in natura, como, também, ser utilizados na fabricação de compotas, doces, geléias, sorvetes, sucos, licores e vinagres. Trata-se de uma planta que apresenta valor ornamental

e medicinal, sendo empregada popularmente como antidiarréica (sementes) e como antimicrobiana, por suas propriedades antifúngicas e antibacteriana (Almeida, 1998).

Na medicina popular, a infusão das folhas e das sementes pulverizadas servem para combater a diarreia e a induzir a menstruação. Além desses usos, tem-se isolado vários compostos de *A. crassiflora* com diferentes fins de utilização (Ribeiro et al., 2000).

Sorvetarias de Brasília e Goiânia produzem sorvetes e picolés de araticum. A espécie contribui para as economias informal e formal, durante seu período de frutificação, em todo o Cerrado. É importante que pelo menos ¼ dos frutos disponíveis na área não seja coletado, de modo a não comprometer as populações naturais de araticum. Tais populações têm sido drasticamente reduzidas e isoladas, decorrência da devastação produzida pelas macro políticas de expansão agrícola, promovidas para a região do Cerrado (Tatagiba, 2007).

Não se dispõe de dados oficiais sobre quantidade e preço médio alcançado pelos frutos, porém um produtor de Itararé, SP, relata que possui plantio comercial com 2000 plantas, e conseguiu na safra de 2000, preços de R\$ 5,00/ kg. Em Padre Bernardo-GO, é explorada comercialmente uma área de 300 ha de cerrado nativo e áreas de pastagens, formadas há 40 anos, foi deixado o araticum entre outras espécies do cerrado. Vem ocorrendo regeneração natural de araticum, ao longo desse período. A produção de frutos tem sido maior nas áreas de pasto do que nos cerrados. É comum para os indivíduos com uma alta produção de frutos num ano, apresentarem, no ano seguinte, uma redução drástica na quantidade de frutos produzidos (alternância de produção). O destino da comercialização tem sido Brasília (DF) e Anápolis (GO). Os compradores do araticum vão até a área e ajudam na coleta dos frutos. A caixa (com 20 a 24 frutas) é vendida por R\$8,00 a R\$10,00 (diretamente do produtor), sendo

comercializada em Brasília para os grandes mercados de Brasília e cidades satélites: (CEASA), Ceilândia e Taquatinga (Ribeiro et al., 2000).

2.3 A cultura da gabirobeira

2.3.1 Características da espécie *Campomanesia pubescens* O. Berg.

A espécie *Campomanesia pubescens* é conhecida popularmente como gabirobeira, embora seus frutos possam receber diversos nomes populares como: gabiroba, guabiroba-do-mato, guabiroba-miuda, gabirova e guavira (Universidade do Estado de Goiás - UEG, 2005). De acordo com Maria do Carmo C. Sanchotene, gabiroba é uma palavra de origem guarani, quer dizer “árvore de casca amarga” importante elemento de reconhecimento da espécie (Universidade de São Paulo - USP, 2005).

A gabirobeira pertence à família Myrtaceae, a mesma da goiabeira, e ao gênero *Campomanesia*, que apresenta 25 espécies distribuídas do México à Argentina sendo 15 delas nativas do Brasil com ocorrências de Goiás, Minas Gerais e Espírito Santo até o Rio Grande do Sul. A espécie *Campomanesia pubescens* de ocorrência em cerrado, campo sujo é um arbusto ou subarbusto de 0,3-1,5 m de altura, de porções jovens pubescentes e porções velhas glabras a esparsamente pubescente. As folhas são do tipo obovada, estreito-obovada, ovada ou elíptica, com ápice agudo ou redondo, mucronado. A base pode ser obtusa, cordada ou aguda com a lâmina foliar coriácea, discolor (UEG, 2005).

As flores são pentâmeras em racemos precoces na antese, geralmente são pequenas e apresentam coloração creme-esbranquiçada. Os botões florais subglobosos, 7-8 mm de comprimento com lobos do cálice iguais e estreito-triangulares de 4-7 mm, as pétalas de 6-10 mm, ciliadas e o ovário com 5-8 lóculos, e com 5-12 óvulos por lóculo, estes florescem de julho a setembro, frutos em novembro. Os frutos são bagas, de cor verde-amarelada ou branco-amarelada, 10-20 mm de diâmetro. As sementes, 1-5 reniformes, alaranjadas,

verrucosas, ca. 5 x 5 mm. Possuem embrião mirtóide na fecundação (UEG, 2005; USP, 2005).

O estágio crítico de crescimento do ovário, órgão que irá constituir o fruto, ocorre na antese (abertura da flor). A polinização, a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico na direção do óvulo têm importante papel na formação do fruto.

A planta é um arbusto que pode chegar a um metro de altura e normalmente ocorre em moitas. As flores são pequenas, de coloração creme-esbranquiçada. Os frutos da gabiroba são bagas arredondadas de sabor adocicado, de coloração verde-amarelada, com polpa amarela, succulenta, envolvendo, também, numerosas sementes. É uma espécie que tem boa perspectiva de produção comercial no Cerrado e muito rica em vitamina C (Pinheiro, 2006).



FIGURA 3 *Campomanesia pubescens* em floração

A Gabiroba é uma espécie que tem boas perspectivas de produção comercial no bioma Cerrado devido a sua grande densidade, frequência e distribuição no ambiente de ocorrência. Apresenta facilidade de propagação natural, grande disponibilidade de sementes, precocidade para o início da produção, grande extensão de período produtivo da planta, grande variabilidade genética, ainda existente, e, principalmente, grande aceitação no mercado, devido ao seu sabor aromático e adocicado (Vieira et al., 2006).

A gabiroba é rica em vitamina C (Pinheiro, 2006) e contém valores apreciáveis de Ferro 3,2 mg. A associação da vitamina C com o ferro, no fruto da gabiroba é extremamente benéfica, já que a presença da vitamina C melhora a absorção do ferro, contribuindo no combate à anemia.

Seus frutos e folhas são utilizados no combate à gripe. As cascas possuem substâncias adstringentes que são indicadas no tratamento de diarreias, câibras e males do trato urinário (Pinheiro, 2006).

Além do consumo in natura, a gabiroba pode ser aproveitada na forma de sucos, sorvetes, doces e geléias. Os frutos da gabirobeira são utilizados também como matéria prima para a fabricação de licor e vinho. Além disso, a planta é melífera, sendo importante para o pasto apícola (Vieira et al., 2006).

2.4 Estádios de desenvolvimento

O conhecimento a respeito das espécies vegetais do cerrado se torna importante para sua divulgação, preservação em seu estado natural e implantação de futuras lavouras comerciais. Entretanto, não há estudos inerentes a essas frutíferas, em especial a seus frutos após a colheita (Rodrigues, 2005).

O acompanhamento do marolo e da gabiroba ao longo do desenvolvimento, assume importância considerável, podendo servir de base para o desenvolvimento e adequação de métodos tecnológicos voltados para o máximo aproveitamento e conseqüente diminuição de perdas.

O crescimento, desenvolvimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência, são as fases mais importantes na ontologia de frutos e hortaliças, sendo que o seu ciclo vital pode ser resumido em fertilização, formação, crescimento, maturação e senescência (Vilas Boas, 1995; Chitarra & Chitarra, 2005).

2.5 Caracterização física e química de frutas

O atributo cor é, geralmente, utilizado como indicação de qualidade e maturação dos frutos e, conseqüentemente, determina o aroma, textura, valor nutritivo e mesmo a integridade do vegetal (Fernandes & Souza, 2001). No geral, frutos esverdeados são indicativos de frutos insípidos, muito ácidos e/ou pouco doces (Vilas Boas, 2004).

As frutas, no ponto adequado de maturação, apresentam cor uniforme e atraente (Fernandes & Souza, 2001).

Nos vegetais são encontrados pigmentos pertencentes a três classes principais: carotenóides, antocianinas e clorofila. Estes pigmentos estão localizados nos plastos, vacúolos e líquido citoplasmático das células (Fernandes & Souza, 2001). Os carotenóides estão presentes na forma de ésteres de xantofila e caroteno, responsáveis pela cor amarela das frutas maduras; as antocianinas: conferem as cores vermelha e violeta, enquanto que a clorofila é o pigmento responsável pela cor verde, transformando facilmente em feotina de cor marrom, quando submetida ao aquecimento (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os ácidos orgânicos também desempenham um importante papel na qualidade de frutas. Normalmente, o seu teor é reduzido durante o amadurecimento, à medida que são respirados ou convertidos em açúcares, entretanto existem exceções como é o caso da banana e abacaxi, onde os mais altos níveis são obtidos no estágio pleno do amadurecimento, embora os níveis

nestes frutos não sejam altos quando comparados com outros produtos (Vilas Boas, 2002).

Os ácidos orgânicos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade. A acidez titulável de frutas varia de 0,2 a 0,3% em frutas de baixa acidez até 2,0 a 6,0% em frutas com alta acidez como o limão. O ácido cítrico pode constituir até 60% dos sólidos solúveis totais.

Com o avanço da senescência, acelerado pelo etileno, estresse, nota-se mudanças associadas à qualidade. Uma destas mudanças ocorre com a textura, onde a firmeza é desejada para o armazenamento e trânsito do produto, mas o amaciamento é essencial para a aceitação sensorial. O amaciamento, notado com o amadurecimento, é um fenômeno que já está em andamento e é acelerado com as condições que estimulam o amadurecimento (Vilas Boas, 2002; Chitarra & Chitarra, 2005).

2.6 Compostos voláteis

Os vegetais, além do metabolismo primário, responsável pela produção de celulose, proteínas, carboidratos e outras substâncias que realizam suas principais funções vitais, também apresentam o chamado metabolismo secundário, do qual resultam substâncias de baixo peso molecular, responsáveis por funções, nem sempre bem definidas, mas, nem por isso, menos importantes (Damiani, 2006).

Entre essas substâncias destacam-se os voláteis que constituem um verdadeiro elo de comunicação entre a fonte produtora e o meio ambiente (Tavares, 1986).

O aroma de frutas e hortaliças é determinado pela combinação de compostos voláteis. Embora diferentes frutas e hortaliças frequentemente compartilhem muitos aromas característicos, cada fruta e hortaliça têm um aroma distinto que está em função das proporções de voláteis de impacto e a

presença ou ausência desses componentes. Os mais importantes compostos do aroma incluem, entre outros, mono e sesquiterpenos, derivados fenólicos, compostos derivados de lipídeos, compostos derivados de aminoácidos e compostos derivados da quebra de carotenóides (Lewinsohn et al., 2005).

Através da liberação de compostos voláteis de flores e frutos, as plantas emitem sinais químicos para animais, polinizadores e disseminadores de sementes, assegurando sua reprodutividade e sucesso evolucionário. Os voláteis emitidos dos tecidos vegetais fazem parte do sistema de defesa da planta, podendo repelir diretamente microrganismos e animais ou atrair predadores naturais de herbívoros (Dudareva & Negre, 2005). Frequentemente, os compostos voláteis dos tecidos vegetais, são liberados apenas após o rompimento celular, quando enzimas e substratos, que antes estavam compartimentados, entram em contato (Baldwin, 2002).

O aroma característico de frutas se desenvolve no curto período de amadurecimento pleno, durante o qual o metabolismo muda para catabolismo de pequenas quantidades de lipídios (ácidos graxos), proteínas (aminoácidos) e carboidratos, os quais são enzimaticamente, convertidos em compostos voláteis.

Os compostos voláteis naturais incluem substâncias químicas diversas tais como ésteres, lactonas, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos e alguns fenóis, éteres e compostos heterocíclicos (Chitarra & Chitarra, 2005), desempenhando papel vital durante o ciclo de vida da planta por promoverem a interação desta com o meio em que vive. São produzidos pelas plantas por várias razões, fazendo parte do seu sistema imunológico e determinando o aroma característico de cada vegetal (Simões, 2003).

Na Figura 4 encontra-se o esquema geral de sínteses de voláteis.

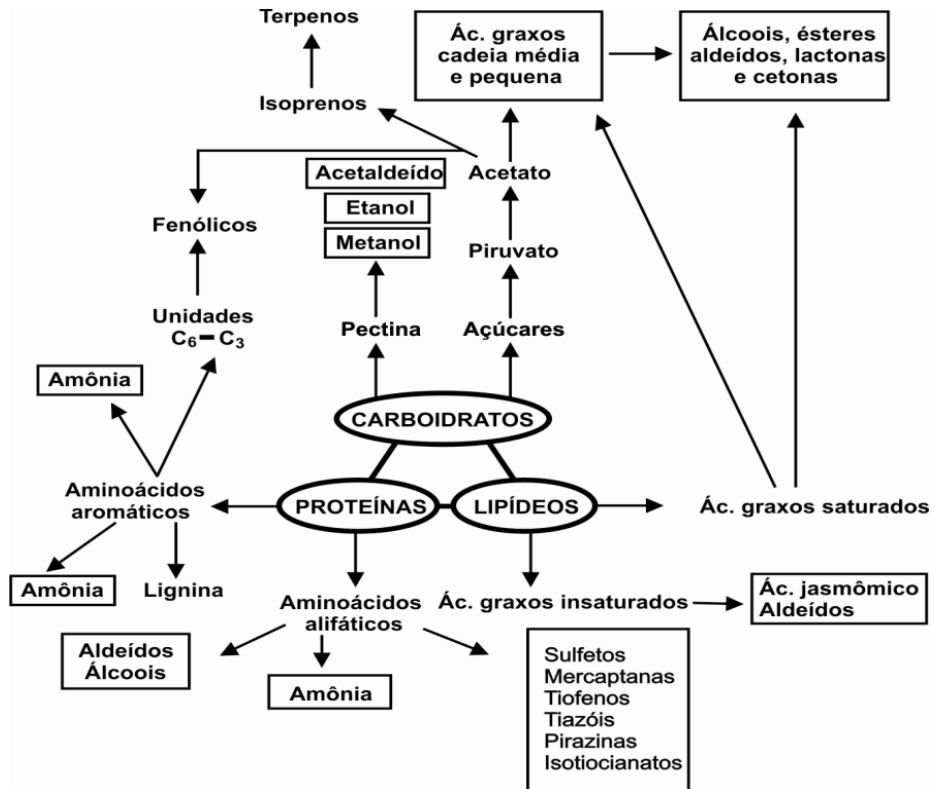


FIGURA 4 Esquema da biossíntese de compostos voláteis em frutas e hortaliças. Fonte: Chitarra & Chitarra (2005).

Os compostos aromáticos vêm de várias rotas diferentes, como do metabolismo de ácidos graxos, aminoácidos, fenólicos e terpenóides, os quais são substratos para determinadas enzimas, formando produtos que serão novamente substratos para outras enzimas em uma rota diferente. O metabolismo de lipídios é, provavelmente, o caminho para a formação de aldeídos, álcoois, ésteres e ácidos, os quais são grupos importantes nas características aromáticas de diversos frutos (Knee, 2002).

Os métodos de extração variam conforme a localização do óleo volátil na planta e com a proposta de utilização do mesmo, sendo os mais comuns: enfloração, extração com solventes orgânicos, prensagem (ou expressão), extração por CO₂ supercrítico e arraste por vapor d'água (hidrodestilação). A hidrodestilação é o mais antigo método de destilação e o mais versátil. Baseia-se no princípio que os óleos voláteis possuem tensão de vapor mais elevada que a água, sendo, por isso, arrastados pelo vapor d'água. Os materiais da planta são completamente emergidos na água, como num chá e então destilados. A temperatura não excede os 100°C, evitando desta forma a perda de compostos mais sensíveis a altas temperaturas. Em pequena escala, emprega-se o aparelho de Clevenger (Simões, 2003).

Na década de noventa a microextração em fase sólida, uma técnica de preparação da amostra, que foi inicialmente usada para análises de amostras ambientais (Vas & Vékey, 2004). A técnica integra amostragem, extração e concentração numa única etapa praticamente livre de solventes e utiliza uma pequena fibra de sílica fundida, coberta com um filme polimérico, adaptada em um dispositivo semelhante a uma seringa (Yonamine, 2004). Os componentes do dispositivo de SPME são mostrados na Figura 5.

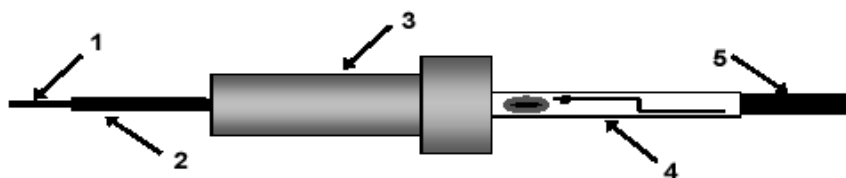


FIGURA 5 Dispositivo de microextração em fase sólida (SPME).
(1) Fibra revestida com filme polimérico; (2) agulha de aço; (3) corpo do dispositivo; (4) guia do êmbolo; (5) êmbolo do dispositivo (Yonamine, 2004).

A SPME baseia-se na partição do analito em estudo entre uma matriz e a fase estacionária, que é uma microfibras de sílica fundida, coberta com uma fase polimérica de diferentes polaridades (polidimetilsiloxano, poliacrilato, divinilbenzeno, carboxen, carbowax, etc.). Assim, de acordo com a afinidade entre amostra e fase sólida (polímero da fibra), o analito é absorvido ou adsorvido até atingir o equilíbrio que depende do coeficiente de distribuição do composto. Em muitos casos, a quantidade absoluta extraída é muito pequena em relação à quantidade inicial presente na amostra (<1%), permitindo que outras extrações sejam realizadas no mesmo meio, caso seja necessário repetir a análise (Lord & Pawliszyn, 2000).

O desempenho analítico da SPME depende de alguns fatores, tais como o tipo e a largura do polímero que cobre a fibra. Existem vários tipos de polímeros, dentre eles o polidimetilsiloxano (PDMS) e o poliacrilato (PA), que extraem os analitos das amostras por absorção, dissolvendo-os e difundindo-os dentro de si; enquanto outras fases, como divinilbenzeno e carbowax, extraem compostos por adsorção dos mesmos na superfície da fibra (Vas & Vékey, 2004).

As principais fibras disponíveis comercialmente são: polidimetilsiloxano (PDMS), com diferentes espessuras do filme (7, 30, 100 μm); poliacrilato (PA), com 85 μm ; polidimetilsiloxanodivinilbenzeno (PDMS-DVB), com 60 e 65 μm ;

carboxeno-polidimetilsiloxano, com 75 μm ; carbowax-divinilbenzeno (CW-DVB), com 75 μm e a carbowaxresina, com 50 μm (Theodoridis et al., 2000). Moléculas voláteis ou de baixa massa molecular geralmente são extraídas em uma fibra de 100 μm de polidimetilsiloxano (PDMS).

Durante a extração, a fibra é exposta à amostra, pressionando-se o êmbolo do dispositivo. Logo após um tempo de extração pré-estabelecido, a fibra é retraída e a agulha de aço do dispositivo de SPME é inserida diretamente no injetor do cromatógrafo gasoso, onde os analitos são termicamente desorvidos e introduzidos na coluna cromatográfica.

A extração por SPME pode ser realizada de duas maneiras, onde pode ocorrer a imersão da fibra na fase aquosa da amostra, ou por *headspace* (HS-SPME), onde a fibra é exposta aos vapores da amostra em sistema fechado. O método de extração por SPME por 'headspace' e injeção direta no cromatógrafo gasoso é demonstrado na Figura 6.

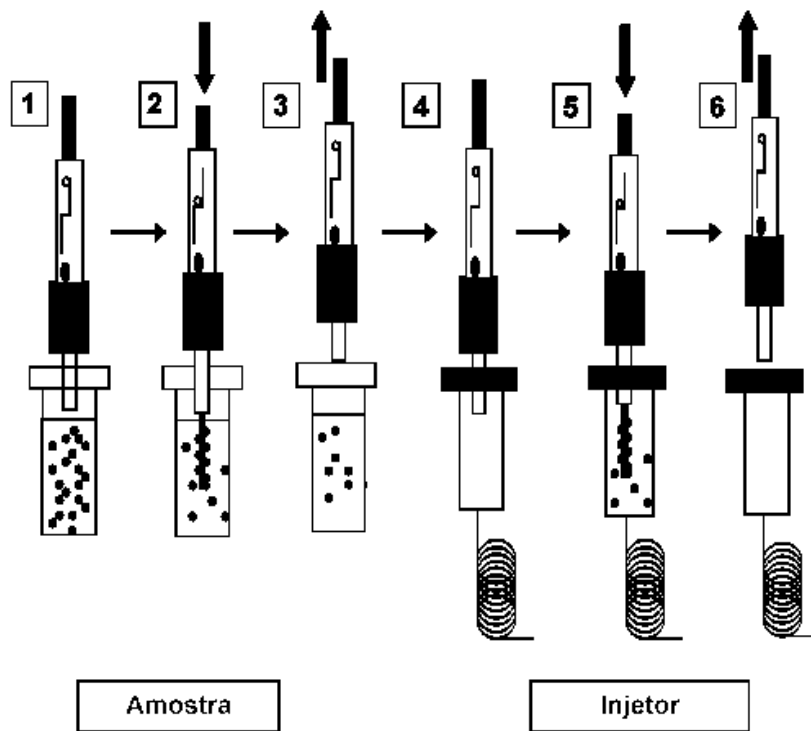


FIGURA 6 Esquema de microextração em fase sólida (SPME), adaptado de Yonamine (2004).

(1) Preparação do dispositivo de SPME; (2) imersão da fibra na amostra e absorção dos analitos à fibra; (3) retração da fibra; (4) introdução da agulha do dispositivo de SPME no injetor do equipamento de cromatografia em fase gasosa; (5) exposição da fibra no injetor e dessorção dos analitos e (6) retirada do dispositivo do injetor.

O tempo de permanência do contato entre a fibra e a amostra permite melhorar a eficiência de extração. No entanto, na literatura são citados diversos métodos desenvolvidos por SPME, cujo tempo de extração situa-se em torno de 1 a 60 minutos. Esse tempo é pré-estabelecido antes do sistema atingir o equilíbrio, uma vez que ele pode demorar horas para ser alcançado (Theodoridis et al., 2000).

O avanço maior na identificação de compostos voláteis foi iniciado com a associação de cromatógrafos gasosos a espectrômetros de massas. Os espectrômetros de massas apresentam boa estabilidade e sensibilidade para análise de compostos voláteis. Com o desenvolvimento dos sistemas de análise de dados por computadores, os cromatogramas e os espectros de massas podem ser armazenados para pós-processamento. A incorporação de programas específicos habilita o computador a rastrear e ajustar as condições instrumentais ótimas durante toda a análise cromatográfica, facilita os cálculos, processa os dados experimentais e os confronta com os dados da biblioteca inserida no sistema, informando rapidamente os possíveis resultados com certo grau de certeza (Franco & Janzanti, 2003). Também é necessário o conhecimento das características de retenção, principalmente quando compostos diferentes apresentam espectros de massas semelhantes. Um índice de retenção sistemático, proposto por Kovats, permite expressar o tempo de retenção dos compostos de interesse em uma escala uniforme, construída a partir de padrões de alcanos em isothermas definidas para uma determinada fase estacionária. Os índices de retenção têm auxiliado na identificação dos compostos, comparando a ordem de eluição experimental com a ordem de eluição indicada na literatura (Franco & Janzanti, 2003).

O espectro de massas, geralmente, indica a massa molar e o padrão de fragmentação. A massa molar informa sobre a classe de substâncias e o padrão de fragmentação pode ser comparado com aqueles constantes da biblioteca de

espectro de massas que, normalmente, é instalada no computador. Em alguns segundos, o espectro da amostra é comparado com os das substâncias da biblioteca e o computador faz propostas de probabilidade quanto à identidade da substância analisada (Ramos, 2007).

2.7 Enzimas pectinolíticas

O amaciamento de frutos é associado à perda de firmeza dos tecidos decorridos à mudanças na estrutura e composição dos carboidratos, como pectinas, hemicelulose e celulose. Diversas enzimas catalizam reações metabólicas na parede celular de frutos.

Os componentes pécticos estão diretamente envolvidos na fase de amadurecimento, e, por conseguinte, no processo de amaciamento dos frutos. Em geral, o aumento no teor de pectina solúvel e a perda de açúcares neutros não celulósicos têm sido relatados durante o amadurecimento de muitas espécies de frutos.

Essas mudanças são resultantes provavelmente da ação de enzimas associadas à parede celular, tais como pectinametilesterase, poligalacturonase, β -galactosidase, celulase, entre outras que atuam sobre as pectinas e outros carboidratos (Barret & Gonzalez, 1994).

A desestruturação da fração péctica da parede celular, durante o amaciamento de frutos, tem sido apontada como resultante da ação de enzimas pectinolíticas, entre elas a pectinametilesterase (EC 3.2.2.22), poligalacturonase (exo EC 3.2.1.67; endo EC 3.2.1.15) e β -galactosidase (3.2.1.23). Estudos têm mostrado que essas enzimas não são causadoras primárias do amolecimento, no entanto, parece evidente que atuam favorecendo mudanças na firmeza de frutos.

A pectinametilesterase atua no substrato péctico removendo grupos metoxil de ácido galacturônico metilado, o que resulta na formação de metanol e cadeias de baixo grau de metoxilação. Essa enzima não reduz a viscosidade de

soluções, pois não provoca despolimerização da cadeia pécica (Brett & Waldron, 1990). A diminuição no grau de esterificação e o aumento na densidade de cargas gerado na cadeia pécica elevam sua afinidade pelos íons de cálcio. Assim, as regiões não esterificadas da pectina se auto-associam formando agregados envolvendo o cálcio, referidos como “egg box” (Burns & Pressey, 1987).

A poligalacturonase pode atuar ao acaso dentro da cadeia pécica (endo), ou nas extremidades não redutoras (exo). Ambas promovem a despolimerização de polímeros de ácido galacturônico, havendo fortes evidências de que atuam melhor em cadeias com baixo grau de grupos metilesterificados. A exopoligalacturonase, lisa a cadeia em pequenos fragmentos, entretanto, isto não provoca a redução de viscosidade. A endopoligalacturonase induz a despolimerização ao lisar a cadeia em fragmentos, produzindo uronídeos de menor peso molecular e, então, promovendo a redução da viscosidade (Brett & Waldron, 1990). A atividade dessas enzimas pode ser estimada *in vitro*, pela medição da elevação dos grupos redutores após incubação da enzima com substrato de ácido galacturônico desesterificado (Lima, 2002).

2.8 Antioxidantes

Frutas e hortaliças desempenham importantes funções em nosso organismo, não apenas por fornecerem fibras, vitaminas e minerais, mas também por conterem outros compostos, definidos como não-nutritivos que previnem ou minimizam doenças. As principais substâncias com potencial de promoção da saúde presentes nesses alimentos são os polifenóis (flavonóides e isoflavonas) os oligossacarídeos (como os frutoligossacarídeos), os carotenóides e o ácido ascórbico (Canniatti-Brazaca, 2007).

Antioxidantes são substâncias ou mecanismos biológicos que atuam evitando ou retardando a oxidação de substratos ou inibindo a ação tóxica dos

radicais livres. Os principais antioxidantes presentes nos vegetais são: vitamina C (ácido ascórbico) os pigmentos carotenóides, os tocoferóis, os compostos fenólicos, etc. Alguns sistemas enzimáticos atuam como antioxidantes naturais, tais como a superóxido-dismutase, a catalase e a glutatona-peroxidase, prevenindo a formação de radicais livres ou seqüestrando os radicais já formados. A sua ação é mantida pelos agentes antioxidantes como o ácido ascórbico, os quais aceitam elétrons facilmente e suprimem os radicais livres e dessa forma proporcionam proteção ao meio celular. Essas enzimas respondem ao estresse oxidativo gerado por diferentes fatores e, nos vegetais, a sua atividade é mais elevada nas cultivares mais resistentes aos estresses (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os antioxidantes de frutas e hortaliças são aditivos aos efeitos protetores endógenos do organismo humano, minimizando o efeito dos radicais livres. A presença dessas substâncias varia de acordo com fatores, como a variedade, o grau de maturação e a manipulação da colheita ao consumo (incluindo o processo de industrialização e/ ou preparo do alimento). Nos alimentos, encontram-se grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergia na proteção das células e tecidos, como vitaminas C e E. A interação dessas vitaminas é efetiva na inibição da peroxidação dos lipídeos da membrana e na proteção do DNA (Canniatti-Brazaca, 2007).

Estudos têm demonstrado que o consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo. Foi descoberto que uma série de doenças entre as quais câncer, aterosclerose, diabetes, artrite, malária, AIDS, doenças do coração, podem estar ligadas aos danos causados por formas de oxigênio extremamente reativas denominadas de “substâncias reativas oxigenadas” ou simplesmente ROS. Estas substâncias também estão ligadas com

processos responsáveis pelo envelhecimento do corpo (Brenna & Pagliarini, 2001).

A ingestão de frutas e hortaliças comprovadamente apresenta efeito protetor contra a incidência de diferentes tipos de câncer. Também já foi constatada a necessidade da ingestão desses produtos, ricos em antioxidantes, por indivíduos que se exercitam regularmente e/ou eventualmente (Chitarra & Chitarra, 2005).

Daí a importante indicação de uma dieta variada e balanceada incluindo diversos alimentos, que além dos vários tipos de substâncias protetoras, podem diversificar também os nutrientes uma vez que frutas e hortaliças apresentam grande diversidade em sua composição.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L.M.S.; CAMARGO, A.J.A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 294p.

ALMEIDA, S.P. Frutas nativas do cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: _____. **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p.247-281.

ÁVIDOS, M.F.D.; FERREIRA, L.T. **Frutos do Cerrado**: preservação gera muitos frutos. 2005. Disponível em: <<http://www.biotechnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2008.

BALDWIN, E. Fruit flavor, volatile metabolism and consumer perceptions. In: KNEE, M. **Fruit quality and its biological basis**. Boca Raton: CRC, 2002. chap.4, p.89-106.

BARBIERO, C.C.N.; CALDAS, L.S.; FRANCO, A.C. O efeito da sazonalidade sobre o crescimento e a assimilação de CO₂ em *Hancornia speciosa* Gómez e *Annona crassiflora* Mart. In: CONGRESO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF: SBB, 2000. p.169.

BARRET, D.M.; GONZALEZ, C. Activity of softenig enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chigago, v.59, n.3, p.574-577, 1994.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Fenologia de quatro espécies de frutíferas nativas dos cerrados de Selviria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.11, p.1229-1232, nov. 1986.

BRENNA, O.V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Chicago, v.49, p.4841-4844, 2001.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: U.Hyman, 1990. 193p.

BURNS, J.K.; PRESSEY, R. Ca²⁺ in cell walls of ripening tomato and peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.5, p.783-787, Sept.1987.

- CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Pós-colheita de frutas e hortaliças. **Visão Agrícola**, Piracicaba, ano 4, n.7, p.15-17, jan./jun.2007.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785p.
- DAMIANI, C. **Qualidade de pequi minimamente processado, armazenado sob diferentes temperaturas**. 2006. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- DUDAREVA, N.; NEGRE, F. Practical applications of research into the regulation of plant volatile emission. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.8, p.113-118, 2005.
- FERNANDES, P.H.S.; SOUZA, S.D.O. **Tecnologia de produtos de origem vegetal: processamento de frutas e hortaliças**. Uberlândia: Senai-MG, 2001. 99p.
- FERREIRA, M.B. Frutos comestíveis do Distrito Federal: III., piqui, mangaba, marolo e mamãozinho. **Cerrado**, Brasília, v.5, n.20, p.22-25, jun. 1973.
- FERREIRA, M.B. Frutos nativos do cerrado em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.61, p.19-23, jan. 1980.
- FRANCO, M.R.B.; JANZANTTI, N.S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Varela, 2003. cap.1, p.17-27.
- GOTTSBERGER, G. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, Vienna, v.167, n.3/4, p.165-187, 1989.
- GOTTSBERGER, G. Flowers and beetles in the South American tropics. **Botany Acta**, Stuttgart, v.103, n.4, p.360-365, Nov.1990.
- JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13.ed. São Paulo: Ed. Nacional, 2002. 295p.
- KNEE, M. **Fruit quality and its biological basis**. Ohio: Ohio University, 2002. 265p.

LEWINSOHN, E.; SITRIT, Y.; BAR, E.; AZULAY, Y.; MEIR, D. Carotenoide pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by comparative genetic analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.3142-3148, 2005.

LIMA, H.C. de. **Modificação de carboidratos estruturais e de enzimas pécticas em jaboticaba [*Plinia trunciflora* (Berg) Kausel – Myrtaceae]**. 2002. 68p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LORD, H.; PAWLISZYN, J. Microextraction of drugs. **Journal Chromatography Annual**, Amsterdam, v.902, p.17-63, 2000.

MACHADO, J.W.B.; PARENTE, T.V. Germinação de seis espécies nativas do cerrado em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz da Almas, v.8, n.1, p.35-38, 1986.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, K.P.; OLIVEIRA, M.A.S.; CUNHA, M.M. da; OLIVEIRA JUNIOR, M.E. de; JUNQUEIRA, N.T.V.; ALVES, R.T. **Frutas Annonáceas: ata ou pinha, atemóia, cherimóia e graviola: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 596p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v.403, p.853-858, 2000.

PINHEIRO, D. Pesquisadores de Ipameri estudam gabioba. **Jornal do Cerrado**, v.12, jun. 2006. Disponível em: <<http://farmaciapp.blogspot.com/2006/12/pesquisadores-de-ipameri-estudam.html>>. Acesso em: 20 fev. 2007.

RAMOS, F. **Extração de óleos essenciais**. Disponível em: <http://www.pensologosou/oleoessencial.com.br>>. Acesso em: 3 ago.2007.

RIBEIRO, J.F. **Araticum**. Jaboticabal: Funep, 2000. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 3 ago.2007.

RIBEIRO, J.F.; BRITO, M.A. de; SOUZA JÚNIOR, E.J.; FONSECA, C.E.L. da. **Araticum**. Jaboticabal: Afiliada, 2000. 52p. (Série frutas nativas).

RIZZINI, C.T. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do cerrado. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: E. Blucher; EDUSP, 1971. p.61-64.

RODRIGUES, L.J. **O pequi (Caryocar brasiliense Camb.)**: ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, D.B. da; SILVA, J.A.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do Cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178p.

SILVA, J.A.; SILVA, D.B. da; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. de. **Frutas nativas dos cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC; Embrapa-SPI, 1994. 112p. Receitas das espécies relacionadas.

SIMÕES, C.M.O. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 5.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 495p.

SIQUEIRA, J.C. de. **Utilização popular das plantas do Cerrado**. São Paulo: Loyola, 1981. 60p.

TATAGIBA, F. **Plantas do cerrado**. Disponível em: <www.biologo.com.br/plantas/cerrado/index.html>. Acesso: 2 ago.2007.

TAVARES, M.C. Aromas, insetos e plantas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.4, n.23, p.54-63, mar./abr.1986.

THEODORIDIS, G.; KOSTER, E.; JONG, G. Solid-phase microextraction for the analysis of biological samples. **Journal Chromatography Annual**, Amsterdam, v.475, p.49-82, 2000.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Frutas nativas do cerrado**. 2005. Disponível em: <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/especiais/frutasnobrasil/gabiroba.html>>. Acesso em: 10 ago.2006.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE GOIÁS. **Frutas nativas do Cerrado**. Disponível em: <<http://www.ueg.com.br>>. Acesso em: 15 ago.2006.

VAS, G.; VÉKEY, K. Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. **Journal Mass Spectrometry**, v.39, p.233-254, 2004.

VIEIRA, R.F.; COSTA, T.S.A.; SILVA, D.B. da; FERREIRA, F.R.; SANO, S.M. **Frutas nativas do cerrado da região Centro-oeste**. Brasillia, DF: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, 2006. 320p.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILAS BOAS, E.V. de B. Frutas minimamente processadas: banana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa, MG. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.111-121.

YONAMINE, M. **A saliva como espécime biológico para monitorar o uso de álcool, anfetamina, metanfetamina, cocaína e maconha por motoristas profissionais**. 2004. 117p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAPITULO 2

CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MAROLO (*Annona crassiflora*, Mart.)

1 RESUMO

Este estudo teve como objetivos a caracterização do marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) durante o seu desenvolvimento por meio de análises físicas, químicas e fisiológicas. Os frutos foram colhidos a 12 Km da cidade de Itumirim, sul de Minas Gerais, em intervalos de 20 dias a partir da antese até a maturação, sendo que os primeiros frutos foram colhidos com 60. A floração do marolo iniciou-se no final de setembro, princípio de outubro, com frutificação observada inicialmente no final do mês de outubro, com pico de produção no final do mês de fevereiro e início do mês de março. O desenvolvimento total do fruto compreendeu 140 dias a partir da antese. O fruto alcançou tamanho máximo aos 140 dias após a antese com 1380g, 13,0cm e 11,5cm, representando a sua massa e diâmetros transversal e longitudinal, respectivamente. Ao longo do desenvolvimento, o fruto apresentou incremento de massa, diâmetros transversal e longitudinal. A maioria das transformações que ocorrem na maturação dos frutos como: redução no pH e degradação de amido, solubilização pectínica, incrementos de açúcares totais, sólidos solúveis (°Brix), taxa respiratória (CO₂), acidez titulável, vitamina C e β-caroteno foi notada a partir do 120º dia de desenvolvimento do marolo. Observou-se queda na capacidade de seqüestro de radicais livres até o 120º dia, seguida de elevação. Os compostos voláteis identificados ao final do desenvolvimento restringiram-se ao grupo dos ésteres. Reduções de umidade e proteína e incrementos de extrato etéreo, fibra bruta, cinzas e fração glicídica foram observados durante o desenvolvimento do fruto.

Palavras chave: antioxidantes; crescimento; maturação.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA

2 ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the marolo fruit (*Annona crassiflora*, Mart.) during its development through physical, chemical and physiological analysis. The fruits were harvested 12Km from Itumirim city, south of Minas Gerais state, Brazil, each 20 days, from the anthesis to the ripening, being the firsts fruits picked up when they are 60 days old. The marolo fruit's flowering had start in September ends, October firsts, with the fruiting being observed initially in October ends, and production peak in February ends and March beginning. The total fruit development covered 140 days after the anthesis. The fruit reached its maximum size at 140 days after the anthesis with 1380g, 13cm e 11,5cm, representing its mass and, transversal and longitudinal diameters, respectively. Over the development, the fruit presented increase in the mass and transversal and longitudinal diameters. The main modifications that occurs in the maturation fruits as reduction in the pH and starch degradation, solubilization pectin and increases in the total sugars, soluble solids, respiration rate (CO₂), titratable acidity, vitamin C and β-carotene were observed from the 120° day of marolo fruit development. Decrease in the free radical sequestration capacity was observed until 120° day, followed by elevation. The volatile compounds identified in the end of development were limited to the esters group. Reductions in the moisture and protein and increase in the lipids, rude fiber, ash and glyicides were observed over the development of the fruit.

Index terms: antioxidant; growth; maturation

Adviser: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA

3 INTRODUÇÃO

No Cerrado ocorrem diversas espécies frutíferas com grande potencial econômico e nutricional, que hoje vem sendo extintas pela ação humana, na substituição de área de ocorrência natural por áreas de pastagens e de plantio de grandes culturas como café e cana-de-açúcar. Dentre as espécies frutíferas do cerrado merece destaque o maroleiro (*Annona crassiflora* Mart) pela sua incidência em nossa região e por seus frutos apresentarem características sensoriais marcantes e apreciadas pela população local.

Os frutos, por serem organismos biologicamente vivos, passam por uma série de transformações endógenas durante o seu processo de desenvolvimento, resultante do seu metabolismo. O desenvolvimento dos frutos geralmente é dividido em três estágios maiores: crescimento, maturação, e senescência. O período de crescimento geralmente envolve divisão e alongamento celular, onde acontece o aumento físico do fruto.

O amadurecimento corresponde às mudanças nos fatores sensoriais como sabor, odor cor e textura que tornam o fruto aceitável para o consumo, sendo algumas dessas mudanças detectadas pela análise das transformações físicas visíveis, ou pelas endógenas, como por exemplo, mudanças nos teores de pigmentos, ácidos, taninos, carboidratos e pectinas (Chitarra & Chitarra, 2005).

Embora seja um fruto de boas características sensoriais e com grandes possibilidades de comercialização, sua utilização ainda é limitada a venda em barracas durante época de colheita feita de forma extrativista.

Por isso a caracterização do marolo, durante seu desenvolvimento assume importância considerável, podendo servir de base para o desenvolvimento e otimização de métodos tecnológicos voltados para a produção conservação e comercialização do fruto.

Com o desejo de divulgar as potencialidades nutricionais e desse fruto além da contribuição no entendimento do seu comportamento durante o seu desenvolvimento e na pós-colheita, o presente estudo teve como objetivo a caracterização fisiológica do marolo (*Annona crassiflora* Mart) da região do Sul de Minas Gerais durante os estádios de desenvolvimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos frutos e instalação do experimento

O trabalho foi conduzido inicialmente numa área de pastagem nativa com formação típica do cerrado sob Latossolo Vermelho, localizada a 12 km do município de Itumirim, sul do estado de Minas Gerais.

Foram selecionados ao acaso, 33 exemplares da espécie *Annona crassiflora* Mart, nas quais foram marcadas as flores abertas por ocasião da antese, com fios de lã de diferentes cores, em posições distintas na planta. Os frutos (safra 2007/2008) foram colhidos em intervalos de vinte dias, a contar da sua formação, seguindo-se até a sua abscisão da planta. Os frutos foram colhidos pela manhã acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade e transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

4.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) disposto por um fatorial simples constituído pelo período de 6 pontos coleta (60, 80, 100, 120, 140 e 145 dias) de avaliação com quatro repetições contendo três frutos cada.

4.3 Análises físicas e químicas

4.3.1 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal - a massa foi avaliada no fruto inteiro em uma balança semi-analítica e os resultados expressos em gramas (g). Os diâmetros longitudinal e transversal foram realizados no fruto inteiro, com o auxílio de um paquímetro nos dois sentidos e os resultados expressos em centímetros (cm).

4.3.2 Coloração - a cor foi determinada em cinco pontos distintos da casca e polpa dos frutos, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE L*a*b*. A coordenada L* representa quanto mais clara ou mais escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a* pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente; a coordenada b*, com a intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo).

4.3.3 Atividade respiratória - determinada com auxílio de um analisador de O₂/CO₂ PBI Dansensor e os resultados expressos em mg CO₂.kg fruto⁻¹.h⁻¹.

4.3.4 Firmeza - foi determinada individualmente no fruto inteiro com casca na região equatorial, e na polpa do fruto com auxílio de um penetrômetro Magness – Taylor, com sonda de 5/6 polegadas de diâmetro e os resultados expressos em Newtons (N).

4.3.5 Sólidos Solúveis (SS) - determinados por refratometria, conforme as normas (Association of Official Agricultural Chemists – AOAC, 1998), utilizando-se o refratômetro digital e os resultados expressos em °BRIX.

4.3.6 pH e Acidez Titulável (AT) - pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1998). A determinação da acidez titulável realizada 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 málico.

4.3.7 Vitamina C - foi determinada pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado e os resultados expressos em mg.100g de polpa⁻¹.

4.3.8 Amido - após extração e hidrólise química, foi realizado o doseamento pelo método de Somogyi, adaptado por Nelson (1944), e os resultados expressos em porcentagem (%).

4.3.9 Açúcares Solúveis Totais (AST) - determinados por espectrofotometria a 620 nm, pelo método de antrona, e expressos como grama de glicose por 100g de tecido.

4.3.10 Pectinas Total e Solúvel - extraídas de acordo com a técnica de McCready & McColomb (1952), e determinadas, espectrofotometricamente, a 520 nm, segundo técnica de Blumenkrantz & Asboe-Hansen (1973). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

4.3.11 Pectinametilesterase (PME) - a extração enzimática feita segundo técnica de Buecher & Furmanski, com modificações (Vilas Boas et al., 1996). A determinação da atividade da PME seguiu as técnicas de Hultin et al. (1966), com modificações (Vilas Boas et al., 1996). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μ mol de NaOH por grama de polpa fresca.min.

4.3.12 Poligalacturonase (PG) - a extração da enzima PG foi realizada segundo a técnica de Buescher & Furmanski (1978), com modificações de Vilas Boas et

al. (1996). O doseamento foi realizado com modificações de Vilas Boas et al. (1996). A atividade enzimática foi expressa em η mol de ácido galacturônico por grama de polpa por minuto.

4.3.13 Determinação da atividade antioxidante – a metodologia foi baseada na extinção da absorção do radical 2,2 – difenil-1-picril hidrazil (DPPH 60 μ M) segundo Rufino et al. (2007), com algumas adaptações em relação ao cálculo, onde se calculou a quantidade em gramas de DPPH/grama do fruto, de acordo com a equação da reta obtida da curva padrão, com as concentrações de DPPH que variaram de 0 a 60(μ M), calculando-se o percentual de seqüestro do radical DPPH a partir do controle.

4.3.14 Determinação de compostos fenólicos – para a quantificação estimada de compostos com capacidade redutora, dentre os quais os compostos fenólicos, presentes nas frações da polpa, foi empregado o método espectrofotométrico (760 nm), utilizando o método colorimétrico de Folin-Dennis onde tem como princípio a redução de fosfotungstato-fosfomolibdato em solução alcalina pelos compostos benzênicos polihidroxilados formando o azul de molibidênio que será mais intensa quanto maior o número de hidroxilas presentes.

4.3.15 Determinação de β -caroteno - extraído com acetona: hexano (4:6) e determinado segundo Nagata & Yamashita (1992), onde seus teores foram expressos em mg/100g, após o seu equacionamento:

B-caroteno = $0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453}$, sendo: A_{663} , A_{645} , A_{505} , A_{453} , leituras de absorbâncias nos respectivos comprimentos de onda.

4.3.16 Determinação de umidade

A umidade foi determinada segundo a técnica gravimétrica, onde foi empregado o calor em estufa ventilada à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante da polpa sem semente, segundo método da AOAC (1998).

4.3.17 Determinação de 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).

4.3.18 Determinação de proteína bruta

Foi feita por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl (semi-micro), usando o fator 6, 25, procedido do cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1998).

4.3.19 Determinação de fibra bruta

A determinação de fibra bruta foi realizada por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Kamer & Ginkel (1952).

4.3.20 Determinação da fração cinzas

Determinou-se a fração cinzas gravimetricamente, avaliando a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla a 550°-660°C (AOAC, 1998).

4.3.21 Fração glicídica

Calculou-se a fração glicídica pela diferença segunda a equação:
$$\%F.G.= 100 - (\%umidade + \%extrato\ etéreo + \%proteína\ bruta + \% fibra\ bruta + \%fração\ cinzas),$$
 considerando a matéria integral.

4.3.22 Análise estatística

A análise estatística das variáveis físicas e químicas foi realizada com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, foi observado o nível de significância do teste F. As médias dos períodos (semanas) de avaliações submetidas à regressão polinomial, em que os modelos foram selecionados de acordo com a significância do teste F de cada modelo e com o coeficiente de determinação.

4.3.23 Compostos voláteis

Os compostos voláteis foram extraídos pela técnica de microextração em fase sólida (SPME). Um grama da polpa foi transferido para um frasco de vidro (próprio para retenção de volátil) de 10ml e levados para agitação e aquecimento a 70°C por 15 minutos. As fibras de carboxem/polidimetilsiloxano (CAR/PDMS) 75µm foi utilizada para a partição dos compostos voláteis presentes na amostra. A fibra (CAR/PDMS) 75µm foi acondicionada a uma temperatura de 300°C por 1 hora antes da utilização. Entre os analitos o tempo de acondicionamento foi de 25 minutos. A fibra foi exposta ao *headspace* do frasco de vidro (10 mL), contendo 1 grama da amostra de marolo. Após 15 minutos de exposição à fibra em temperatura a 70°C, a seringa foi imediatamente levada ao injetor do CG-MS, no qual os compostos voláteis foram dessorvidos, a 250°C, em splitless por 2 minutos (tempos de desenvolvimento 60, 80,100,120 dias) e a 250°C, por 1 minuto (tempos 140 e 145 dias).

A identificação dos compostos voláteis foi realizada na Central de Análises e Prospecção Química da UFLA, Lavras, MG. Utilizou-se aparelho Shimadzu CG-17A, com detector seletivo de massas modelo QP5050A, sob as seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida de 30 m x 0,25 mm e 0,25 µm de espessura, tendo como fase estacionária 5% de difenil e

95% de polidimetilsiloxano (DB5); temperatura do injetor de 270°C; programação da coluna com temperatura inicial de 60°C, sendo acrescidos 3°C a cada minuto até atingir 270°C; gás de arraste hélio, com 1,8 mL.min⁻¹ na coluna; sem split com pressão inicial na coluna de 100 KPa.

As condições do espectrômetro de massas (EM) foram: detector seletivo de massas operando por impacto eletrônico e energia de impacto de 70 eV; velocidade de varredura 1000 m/z s⁻¹; intervalo de varredura de 0,5 fragmentos/segundos e fragmentos detectados de 29 Da e 600 Da. Cada componente foi identificado pela comparação de seu espectro de massas com espectros existentes na literatura (Adams, 1995), com espectros avaliados pelo banco de dados (Wiley 7).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação do desenvolvimento do marolo

A floração do marolo no município de Itumirim, sul de Minas Gerais iniciou-se no final de setembro de 2007, princípio de outubro. A frutificação foi observada inicialmente no final do mês de outubro com pico de produção no final do mês de fevereiro e início do mês de março de 2008.

O desenvolvimento total do fruto compreendeu 140 dias, considerados a partir da abertura da flor (antese) até a abscisão dos frutos da planta-mãe. Frutos colhidos com 140 dias de desenvolvimento e mantidos a 20°C foram monitorados quanto à emissão de aroma característico e amaciamento, sendo que no quinto dia os frutos apresentaram aumento das características peculiares do fruto e desejáveis para o consumo. Sendo este período considerado como 145 dias. Na figura 1 observa-se o desenvolvimento do marolo.

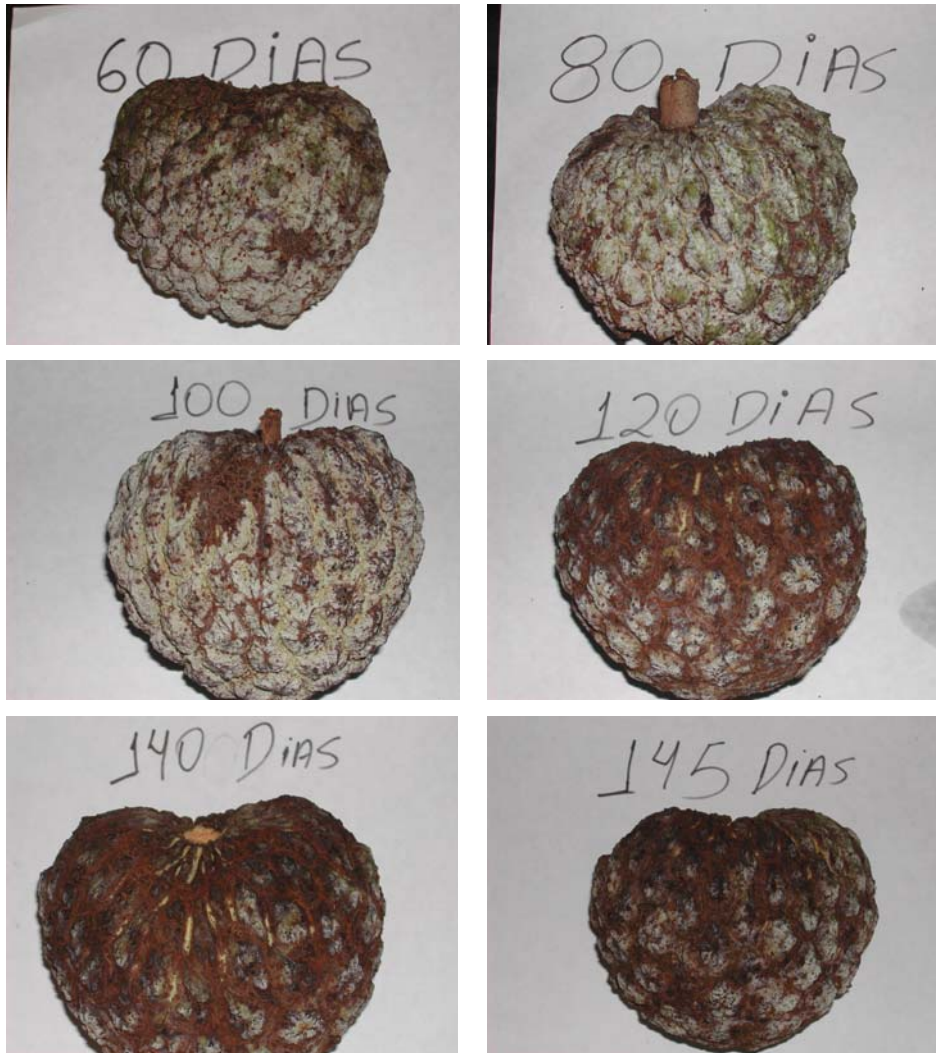


FIGURA 1 Estádios de desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

O intervalo entre a antese e o amadurecimento varia em diferentes espécies de frutos (Martins et al., 2003; Moura et al., 2004). O estágio de desenvolvimento dos frutos inicia-se, normalmente, com a fertilização, que é seguida por etapas, como formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (Chitarra & Chitarra, 2005).

Observou-se aumento significativo na massa e diâmetros transversal e longitudinal do marolo, caracterizando o crescimento do fruto desde a sua formação até o seu amadurecimento ($p < 0,05$) (Figura 2). Com base na análise estatística, o marolo apresentou aumento linear de massa durante seu desenvolvimento, com valores médios variando de 377,56g até 1452,97g, aos 60 e 140 dias após a antese, já aos 145 dias o fruto já se encontrava fora da planta-mãe, e o teor médio de massa foi de 1395,03g. Comportamento quadrático de incremento foi observado para as variáveis diâmetros transversal e longitudinal.

No crescimento vegetal ocorre um aumento irreversível no tamanho, podendo este ser avaliado por meio das três variáveis estudadas neste experimento. Considerando-se os dados observados, verificou-se a maior taxa de crescimento entre o 60º e 80º dias de desenvolvimento ($1,25\text{mm.dia}^{-1}$, $0,8\text{mm.dia}^{-1}$ e $24,64\text{g.dia}^{-1}$, para diâmetros transversal, longitudinal e massa, respectivamente). Entre o 80º e 100º dia notou-se redução da taxa de crescimento ($0,2\text{ mm.dia}^{-1}$, $0,13\text{ mm.dia}^{-1}$ e $11,38\text{g.dia}^{-1}$), seguida de incremento, até 120º ($0,4\text{ mm.dia}^{-1}$, $0,6\text{ mm.dia}^{-1}$ e $23,95\text{g.dia}^{-1}$) e nova redução, até o 140º dia ($0,3\text{ mm.dia}^{-1}$, $0,3\text{ mm.dia}^{-1}$ e $7,61\text{g.dia}^{-1}$), o que sugere um comportamento sigmoidal duplo de crescimento. Em geral, o crescimento dos frutos assume um comportamento sigmoidal simples, como no caso de maçã, banana e laranja, ou duplo, a exemplo, pêsego, cereja e uva (Chitarra & Chitarra, 2005).

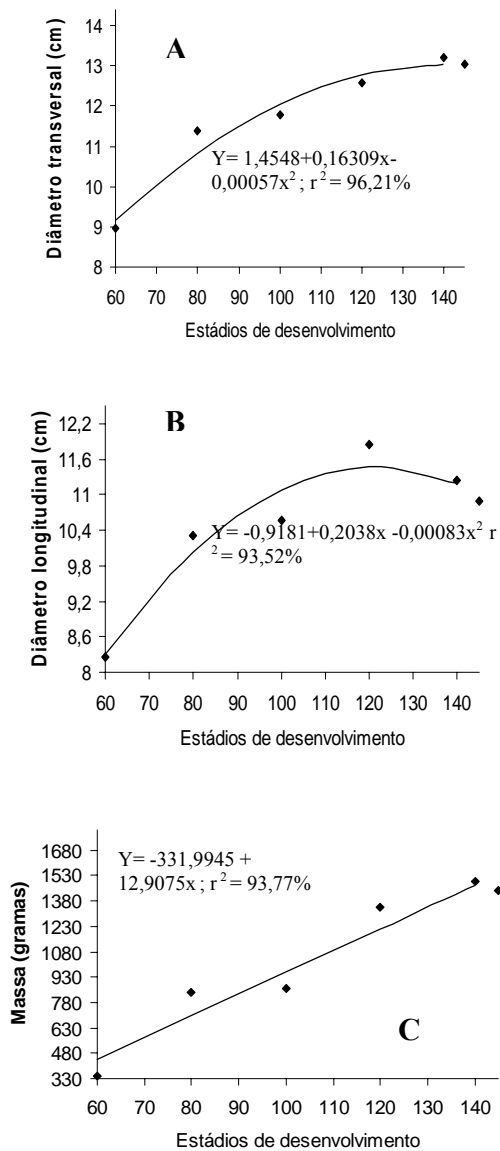


FIGURA 2 Valores médios ajustados e equações de regressão de diâmetros transversal (A); longitudinal (B) e massa (C) durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

As variáveis L*, a* e b* da casca e polpa do marolo foram influenciadas significativamente pelo desenvolvimento dos frutos. Entretanto, o ajuste polinomial dos dados observados só foi possível, para o valor a*, da casca e valor b*, da polpa do marolo ($p < 0,05$).

O valor a* da casca dos frutos aumentou linearmente ao longo do seu desenvolvimento, variando de -5,0 a +3,5, do 60º ao 145º dia, caracterizando um processo de perda da cor verde durante o desenvolvimento (FIGURA 3). A coloração verde se deve à presença de clorofila e a tendência da sua perda está associada com a sua degradação. Vários fatores podem atuar isoladamente ou em conjunto nesta degradação, dentre eles, o pH, influenciado pelos ácidos orgânicos presente nos vacúolos, os sistemas oxidativos e as clorofilases (Chitarra & Chitarra, 2005).

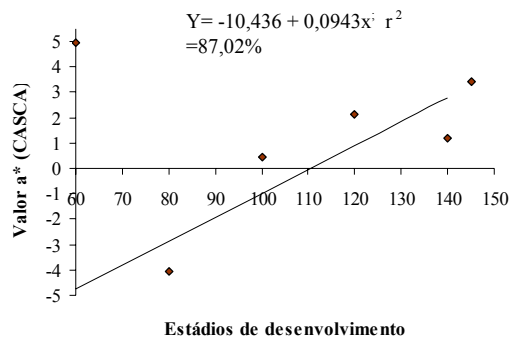


FIGURA 3 Valores médios ajustados e equação de regressão da coordenada a* na casca durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

A mudança mais flagrante observada durante o desenvolvimento do marolo associou-se à pigmentação da polpa, marcada pelo o aumento no valor

b* (comportamento cúbico), em especial a partir do 120º dia (Figura 4), indicando o desenvolvimento de cor amarela na polpa. Os carotenóides são os pigmentos responsáveis pela coloração amarela na casca e polpa dos frutos. Observou-se aumento significativo na concentração de β -caroteno (Figura 10B), notadamente a partir do 120º dia de desenvolvimento. Os valores de L*, a* e b*, respectivamente, variaram de 35,81 a 42,36; -4,77 a 3,23 e 15,81 a 10,05 na casca e de 84,74 a 74,21; -0,5 a 3,71 e 26,41 a 39,30 na polpa, indicando uma variação de coloração da casca de verde ao marrom, e da polpa de amarelo claro a alaranjado.

As modificações na coloração das frutas com a maturação ocorrem devidas tanto a processos degradativos, como a processos sintéticos, onde os pigmentos carotenóides podem ser sintetizados ou desmascarados simultaneamente com a degradação de outras substâncias (Chitarra & Chitarra, 2005).

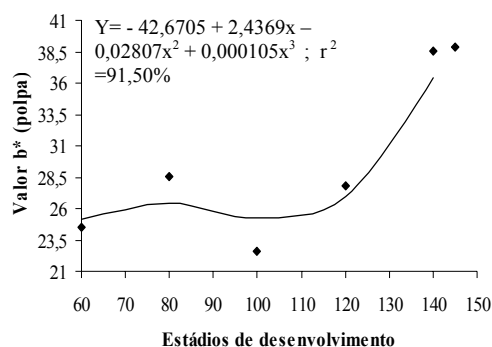


FIGURA 4 Valores médios ajustados e equação de regressão das coordenada b* para polpa durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Neste estudo foi observado aumento no metabolismo respiratório, refletido pelo acúmulo de CO₂, (comportamento quadrático), notadamente a partir dos 100 dias até os 140 dias de desenvolvimento, sem percepção de pico respiratório durante os estádios (Figura 5). Nos frutos com 145 dias, o acúmulo de CO₂ foi menor em relação aos frutos com 140 dias de desenvolvimento, devido ao estágio de maturação avançado dos frutos neste ponto. Lima et al. (2003) observaram resultado cumulativo de CO₂ ao estudar o comportamento respiratório de graviola (*Annona muricata*).

O processo respiratório corresponde às reações oxidativas de compostos orgânicos (ácidos orgânicos e carboidratos) que são transformados em água e dióxido de carbono com produção de energia química, utilizada para a biossíntese de novos compostos indispensáveis ao perfeito funcionamento (Chitarra & Chitarra, 2005).

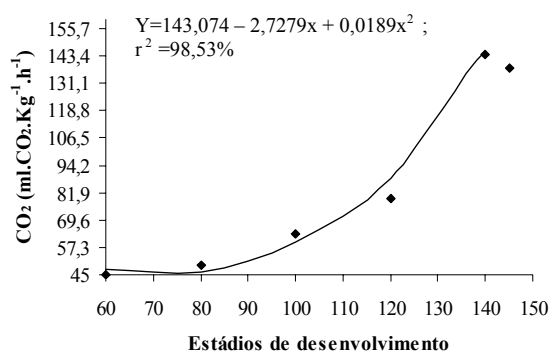


FIGURA 5 Valores médios ajustados e equação de regressão para a atividade respiratória durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Observou-se que durante o desenvolvimento do marolo houve queda no valor de pH e elevação nos teores de acidez, sendo o ácido málico o ácido predominante (Damiani, 2009), notadamente a partir dos 120 e 100 dias de desenvolvimento dos frutos, respectivamente (Figura 6). O aumento mais marcante da atividade respiratória (Figura 5) coincidiu com o aumento da acidez do marolo. Esta elevação está relacionada com o aumento do ciclo de Krebs, ocasionando uma maior síntese de ácido málico.

À medida que os frutos climatérios se aproximam da maturidade, há um característico aumento da taxa respiratória, da síntese dos hormônios e precursores do etileno, degradação da parede celular e síntese dos açúcares a partir das reservas. Nesse período, os ácidos orgânicos são usados como fonte de energia apressando o estágio de maturação dos frutos; o pH diminui em decorrência do seu consumo como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares e, conseqüentemente, a acidez aumenta (Gardiazabal & Cano, 1999).

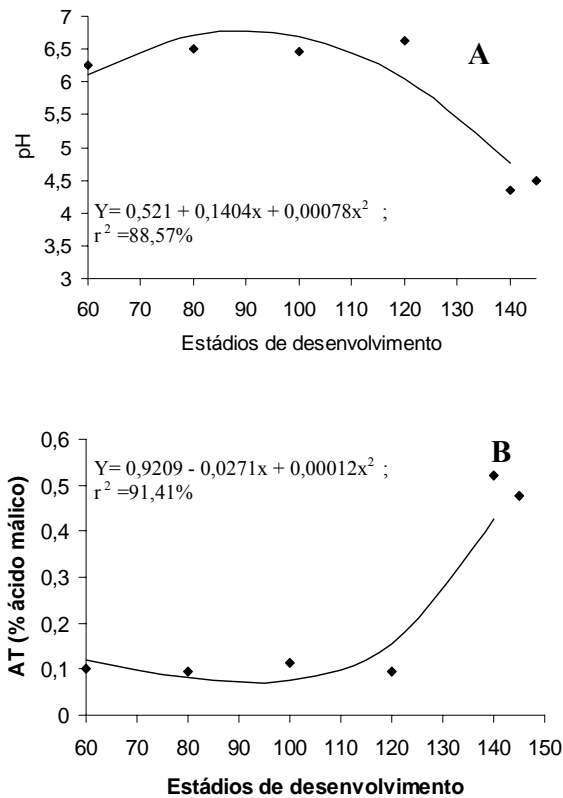


FIGURA 6 Valores médios ajustados e equações de regressão para as variáveis pH (A) e acidez titulável (B) no desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Os teores de açúcares solúveis totais e sólidos solúveis oscilaram em torno de 3 e 5%, respectivamente, até os 120 dias de desenvolvimento, enquanto observou-se incremento nos teores de amido (Figura 7 A; B). Os teores de açúcares solúveis totais e sólidos solúveis no marolo aumentaram a partir dos 120 dias de desenvolvimento, mesmo ponto em que foi observada redução no

teor de amido, a partir de seu máximo acúmulo (Figura 7C), indicando o início de sua degradação caracterizada pela sua conversão em açúcares, o que sugere o início do amadurecimento. Este período de intenso metabolismo de carboidratos, também coincidiu com o período de maior aumento na taxa respiratória do marolo (Figura 5).

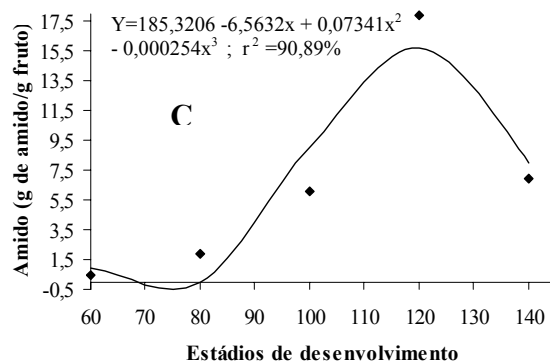
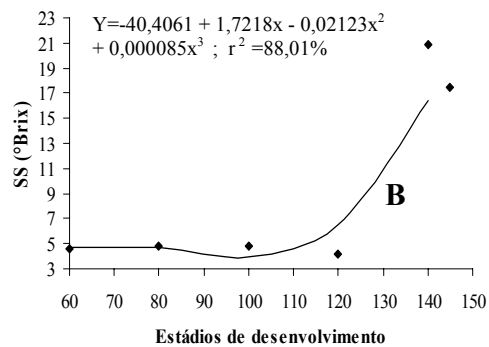
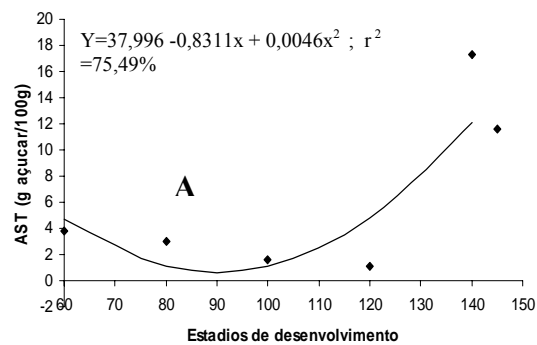


FIGURA 7 Valores médios e equação de regressão encontrada para variáveis açúcares totais (A), sólidos solúveis (B) e amido (C) durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

A degradação do amido nos estádios finais do desenvolvimento pode ser relacionada com aumento do processo respiratório, servindo de fonte energética para manutenção dos processos fisiológicos. Sua conversão em glicose nos frutos determina o adoçamento da polpa e o conseqüente acúmulo de açúcares pode ser associado com o desenvolvimento da qualidade comestível plena do fruto, podendo, ainda, os mesmos serem derivados diretamente da seiva importada pelo fruto, antes, ou concomitantemente à degradação do amido (Vilas Boas, 1999).

Os sólidos solúveis compreendem, principalmente, os açúcares. O teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente, aumenta durante a maturação pela biossíntese de mono e dissacarídeos, ou degradação de polissacarídeos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Foi observada elevação nos teores de pectina total até o 120º dia, seguida de queda, entre o 140º e 145º dias de desenvolvimento. Para pectina solúvel foi observada tendência de aumento ao longo de todo o desenvolvimento (Figura 8 A;B). Em geral, verifica-se durante a maturação e o amadurecimento, redução no teor de pectina total com aumento no grau de solubilização, contribuindo para o amaciamento dos tecidos (Chitarra & Chitarra, 2005).

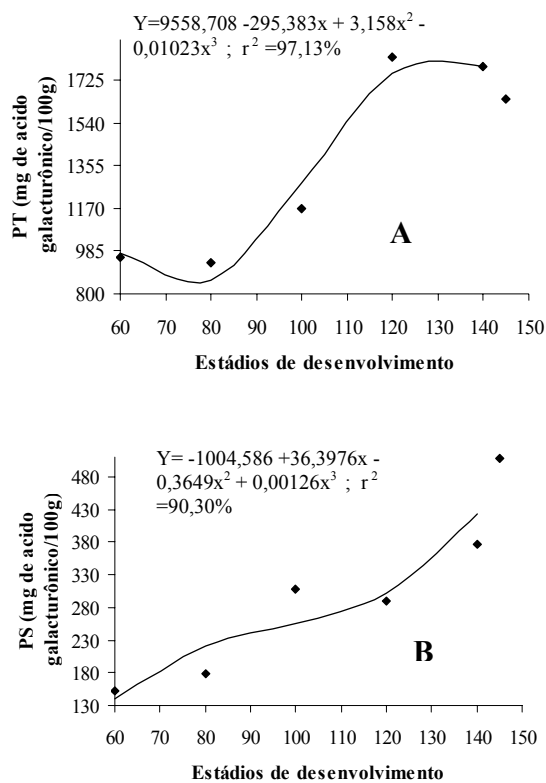


FIGURA 8 Valores médios ajustados e equações de regressão das variáveis pectinas total (A) e solúvel (B) durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

A atividade das enzimas de parede celular, pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG), não foram observadas nos frutos até o 140^o e 120^o dias de desenvolvimento, respectivamente. Baixas atividades enzimáticas foram observadas aos 140 e 145 dias, para PG e elevada atividade de PME aos 145 dias (Tabela 1). As atividades enzimáticas nos últimos pontos de desenvolvimento podem ser associadas, parcialmente, à solubilização pectica, embora não a esclareçam totalmente (Figura 8B). O aumento da solubilização pectica durante

o desenvolvimento, sugere a atividade de outras enzimas relacionadas à degradação de parede celular.

TABELA 1 Valores médios encontrados para atividade enzimática PME e PG durante o desenvolvimento do marolo.

Estádio de desenvolvimento	Atividade PME (ηmol/g/min)	Atividade PG (ηmol/g/min)
140 dias	sem atividade	37,215
145 dias	3166,732	6,110

As variáveis, firmeza do fruto com casca e da polpa, mostraram-se afetadas pelo desenvolvimento do marolo. Para os valores de firmeza na casca foi observado aumento até o 120^o dia seguido de queda. Para polpa foi observada uma primeira queda entre o 60^o e o 80^o dia, seguida de estabilização até o 120^o, com posterior queda, a partir de então (Figura 9), indicando amaciamento do fruto. A queda na firmeza, observada notadamente a partir dos 120 dias, pode ser associada à degradação de amido e solubilização pécica. O amaciamento é uma característica marcante observada durante o amadurecimento de frutos. O amadurecimento é uma etapa do desenvolvimento de frutos que os torna aptos para o consumo. À medida que o fruto amadurece tende a amaciar, em face de uma despolimerização e solubilização de compostos de parede celular, destacadamente as pectinas. O processo é mediado por enzimas, dentre as quais se destacam a pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e betagalactosidase (Vilas Boas, 2002). Embora as enzimas PME e PG possam ter assumido alguma importância no amaciamento a partir do 140^o dia, sugere-se a ação de outras enzimas de parede celular no processo de amaciamento.

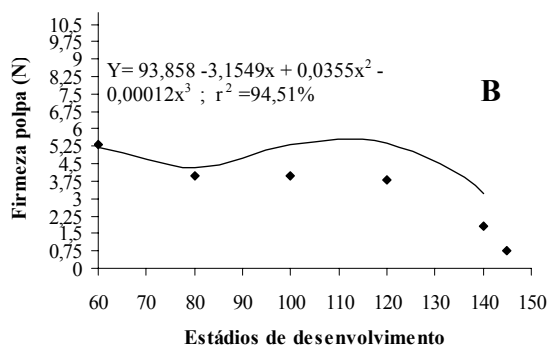
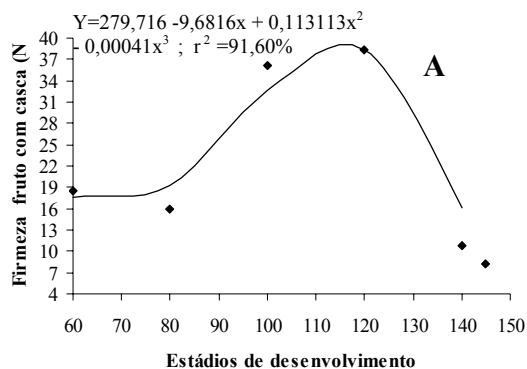


FIGURA 9 Valores médios ajustados e equações de regressão da variável firmeza para casca e polpa durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Os teores de Vitamina C e β -caroteno foram afetados pelos diferentes estádios de desenvolvimento do marolo ($p < 0,05$), observando-se aumentos nos teores dessas vitaminas.

O valor máximo de vitamina C foi observado aos 120 dias de desenvolvimento, seguido de decréscimo (Figura 11). O teor de vitamina C detectado foi superior aos valores encontrados por Almeida (1998) em araticum

maduro e inferiores aos resultados encontrados por Rodrigues (2005) ao estudar o desenvolvimento do pequi, fruto nativo do cerrado.

Acréscimos foram observados nos teores de β -caroteno até 140 dias, seguidos de queda nos frutos com 145 dias (Figura 10). Tal queda pode estar relacionada à degradação dos carotenóides, contribuindo na síntese de compostos voláteis característicos da espécie.

Ao final do desenvolvimento o marolo apresentou consideráveis teores de vitamina C e beta-caroteno, o que é desejável, visto que tais substâncias possuem ações benéficas para a saúde humana, atuando como agentes antioxidantes. As substâncias com potencial de promoção da saúde presentes nos alimentos são os polifenóis (flavonóides e isoflavonas), os oligossacarídeos (como os frutoligossacarídeos), os carotenóides e o ácido ascórbico (Canniatti-Brazaca, 2007). A ingestão diária de nutrientes como vitamina C e β -caroteno (vitamina A) são de 60 a 100mg/dia e 660 a 915 μ g/dia respectivamente. O consumo de 250 gramas de marolo, um quarto da fruta, satisfaz estas necessidades nutricionais apresentadas.

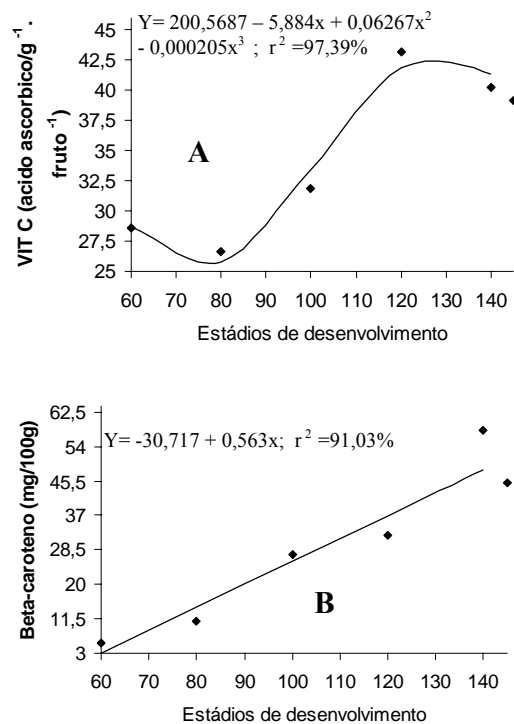


FIGURA 10 Valores médios ajustados e equações de regressão para as variáveis vitamina C (A); β -caroteno (B) no desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Observou-se considerável percentual de seqüestro do radical DPPH (2,2 – difenil-1-picril hidrazil) dos frutos durante o desenvolvimento (Figura 11). Quanto maior este percentual, maior a capacidade antioxidante do vegetal. Este alto percentual de seqüestro do radical DPPH pode estar associado ao alto teor de fenólicos (Figura 12), em conjunto com o ácido ascórbico e beta-caroteno (Figuras 10A; B), sintetizados durante o desenvolvimento. No 120º dia de desenvolvimento, houve queda no percentual de seqüestro de DPPH, redução que pode ser atribuída à queda nos compostos fenólicos (Figura 12), potentes

antioxidantes. A elevação, a partir do 120º dia pode ser associada à síntese de β -caroteno (Figura 10B). Roesler et al. (2007) relatam que os compostos fenólicos apresentam melhor correlação com o DPPH do que a vitamina C, ou seja, os compostos fenólicos apresentam melhor atividade. Este relato foi observado neste estudo, pois a queda na capacidade antioxidante (Figura 11), coincidiu com a queda nos compostos fenólicos (Figura 12). Segundo o mesmo autor estudos indicam que esta correlação entre os fenólicos e a capacidade antioxidante pode depender do método escolhido bem como das características hidrofóbicas ou hidrofílicas dos mesmos.

Melo et al. (2008) ao estudarem a capacidade antioxidante de frutas, observaram percentual de seqüestro de DPPH (2,2 – difenil-1-picril hidrazil) maior que 70% para extratos acetônicos de acerola, pinha, caju e goiaba, sendo superior ao do antioxidante sintético BHT, de 60%. Os resultados observados no marolo, foram superiores aos valores encontrados por este autor, demonstrando o alto potencial do marolo no seqüestro de DPPH.

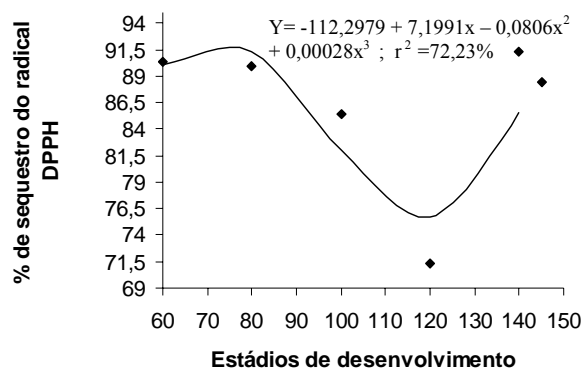


FIGURA 11 Valores médios ajustados para a variável % de seqüestro do radical DPPH no desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Além da capacidade antioxidante, os fenólicos podem influenciar o sabor, determinando adstringência e amargor, aos frutos. Durante o amadurecimento, o nível de adstringência cai como resposta à diminuição de taninos solúveis em água, dando ao fruto o sabor agradável. Este evento se dá devido à polimerização dos taninos existentes que originam moléculas maiores, insolúveis em água, sem habilidade de reagirem com os receptores de sabor da boca (Vilas Boas, 2002).

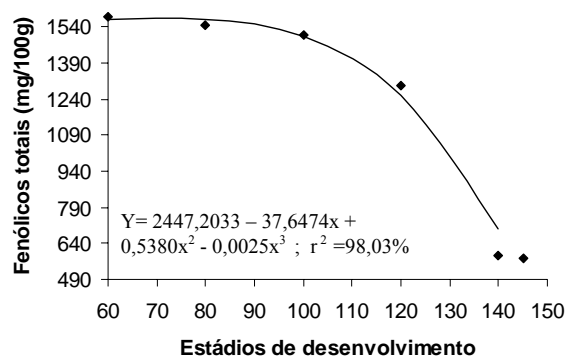


FIGURA 12 Valores médios ajustados e equação de regressão para a variável compostos fenólicos durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Os compostos voláteis apresentam grande importância no desenvolvimento e manutenção dos frutos, pois estes estão envolvidos com o processo de dispersão e disseminação das sementes para manutenção das espécies, podendo também influenciar diretamente na sua aceitação perante o consumidor.

Aos 60 dias após a antese, foram identificados os seguintes compostos: β -pineno (monoterpeno), hexanoato de etila, beta-linalol, octanoato de metila e etila e o biciclogermacreno (Figura 13; Tabela 2). Segundo Silva, E. et al. (2007), o biciclogermacreno é um composto sesquiterpenóide que pode apresentar atividade antifúngica.

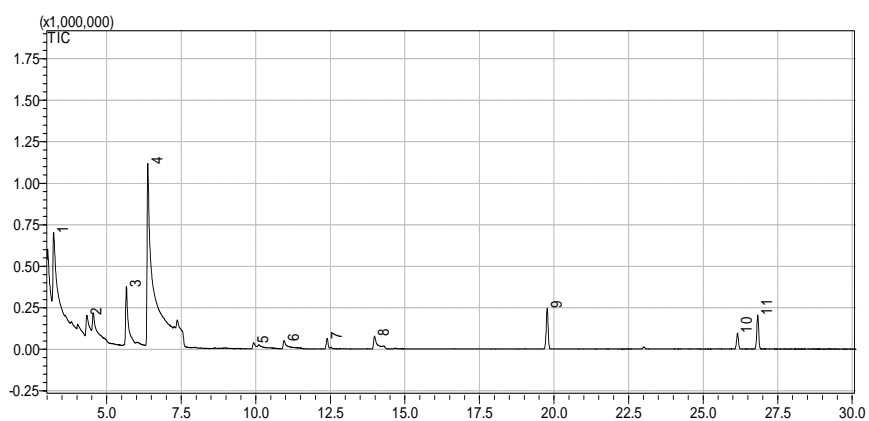


FIGURA 13 Cromatograma marolo com 60 dias de desenvolvimento

TABELA 2 Tempos de retenção e principais compostos identificados com principais íons 60 dias de desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart)

Pico	tempo de retenção	composto	principais íons
3	5,660	beta-pineno	(93, 69, 91, 67, 121)
4	6,378	Hexanoato de etila	(88, 99, 70, 60, 55)
5	9,925	Beta-linalol	(55, 69, 71, 80, 93, 121)
6	10,950	Octanoato-de-metila	(55, 69, 74, 87, 127)
8	13,978	Octanoato-de-etila	(55, 57, 70, 88,101)
10	26,152	Biciclogremacreno	(55, 79, 93, 105, 107, 121)

No 80º dia o perfil de compostos voláteis mostrou-se semelhante ao observado aos 60 dias, porém não foi detectada a presença hexanoato de etila (Figura 14; Tabela 3).

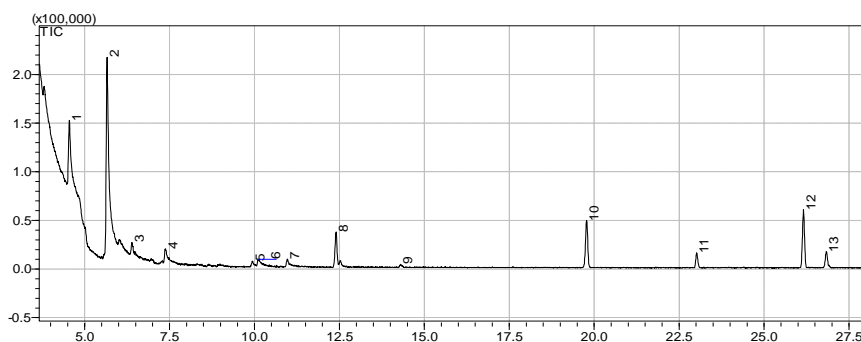


FIGURA 14 Cromatograma marolo com 80 dias de desenvolvimento

TABELA 3 Tempos de retenção e principais compostos identificados com principais íons 80 dias de desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart)

Pico	Tempo de retenção	composto identificado	principais íons
3	5,660	Beta-pineno	(93, 69, 91, 67, 121)
8	10,950	Octanoato-de-metila	(55, 69, 74, 87, 127)
13	26,152	Biciclogermacreno	(55, 79, 93, 105, 107, 121)

Para os frutos com 100 dias de desenvolvimento, foi detectado o aparecimento de dois novos compostos: hexanoato-de-metila e nonanal, sendo que o nonanal foi identificado somente neste estágio. O 100º dia foi o último ponto em que foi detectada a presença do composto biciclogermacreno (Figura 15; Tabela 4), o que indica que com o desenvolvimento do fruto este composto deixou de ser sintetizado.

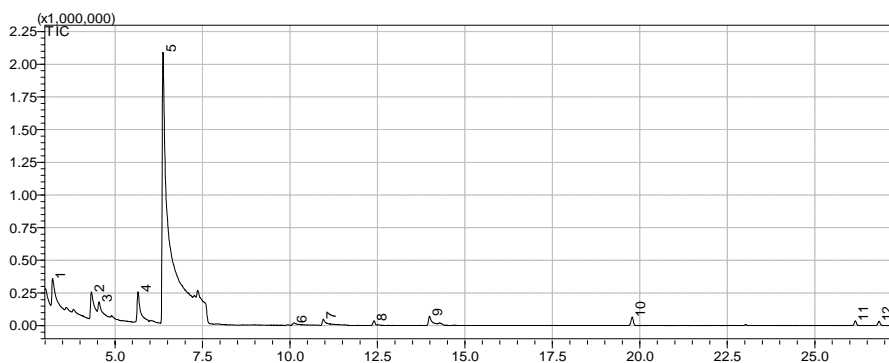


FIGURA 15 Cromatograma marolo com 100 dias de desenvolvimento

TABELA 4 Tempos de retenção e principais compostos identificados com principais íons 100 dias de desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart)

Pico	Tempo de retenção	composto identificado	principais íons
2	4,324	Hexanoato-de-metila	(55, 59, 74, 87, 99)
4	5,660	Beta-pineno	(93, 69, 91, 67, 121)
5	6,378	Hexanoato-de-etila	(88, 99, 70, 60, 55)
6	10,110	Nonanal	(55, 57, 70, 82, 98)
7	10,950	Octanoato-de-metila	(55, 69, 74, 87, 127)
9	13,978	Octanoato-de-etila	(55, 57, 70, 88,101)
11	26,152	Biciclogermacreno	(55, 79, 93, 105, 107, 121)

Aos 120 dias após a antese, o beta-cariofileno foi o novo composto identificado, não sendo detectado nos frutos aos 140^o e 145^o dias (Figura 16; Tabela 5). O composto beta-cariofileno é um composto terpenóide presente no óleo de copaíba com ação antiinflamatória e farmacológica comprovada (Silva, L. et al., 2007).

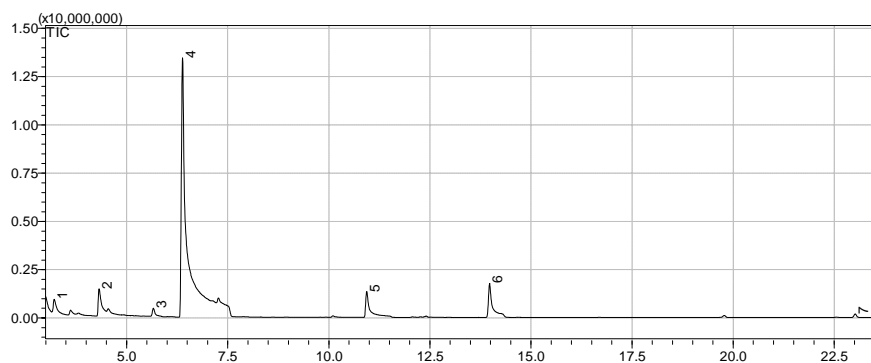


FIGURA 16 Cromatograma marolo com 120 dias de desenvolvimento

TABELA 5 Tempos de retenção e principais compostos identificados com principais íons - 120 dias de desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Pico	Tempo de retenção	composto identificado	principais íons
2	4,324	Hexanoato-de-metila	(55, 59, 74, 87, 99)
3	5,660	Beta-pineno	(93, 69, 91, 67, 121)
4	6,378	Hexanoato-de-etila	(88, 99, 70, 60, 55)
5	10,950	Octanoato-de-metila	(55, 69, 74, 87, 127)
6	13,978	Octanoato-de-etila	(55, 57, 70, 88,101)
7	23,020	Beta-cariofileno	(55, 69, 79, 93, 105, 133)

Nos frutos com 140 e 145 dias (Figuras 17 e 18; Tabelas 6 e 7), pôde-se observar todos os compostos detectados pertencentes ao grupo dos ésteres, sendo a classe química predominante entre os voláteis em frutas.

Embora a degradação de carotenóides tenha ocorrido entre os últimos pontos do marolo, esta não contribuiu, aparentemente, com a síntese de voláteis, pois não foi detectada a presença de compostos terpenóides aos 140 e 145 dias de desenvolvimento.

Os compostos majoritários encontrados foram: octanoato de metila e etila, hexanoato de metila e etila e decanoato de metila e etila, demonstrando a grande importância destes no aroma do marolo. Damiani (2006) obteve resultados semelhantes ao estudar os compostos voláteis do pequi.

Os compostos voláteis que formam o sabor característico dos frutos são produzidos por meio de rotas metabólicas durante a maturação, a colheita, a pós-colheita e o armazenamento e dependem de muitos fatores, como a espécie, a variedade e o tipo de tratamento tecnológico utilizado (Rizzolo et al., 1992).

Os mais importantes compostos do aroma incluem, entre outros, mono e sesquiterpenos, derivados fenólicos, compostos derivados de lipídeos, compostos derivados de aminoácidos e compostos derivados da quebra de carotenóides (Lewinsohn et al., 2005).

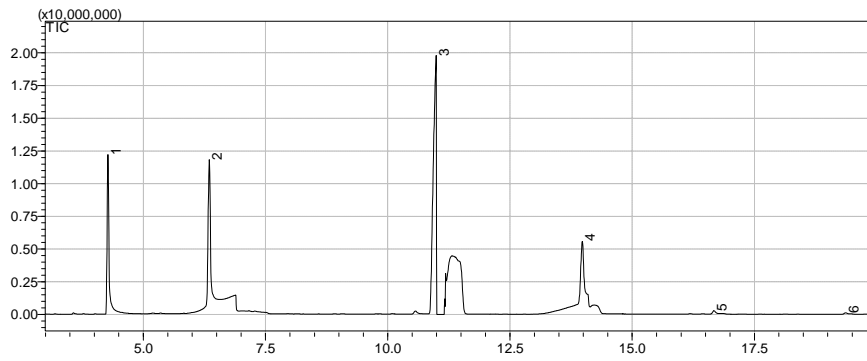


FIGURA 17 Cromatograma marolo com 140 dias de desenvolvimento

TABELA 6 Tempos de retenção e principais compostos identificados com principais íons - 140 dias de desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Pico	Tempo de retenção	composto identificado	principais íons
1	4,324	Hexanoato-de-metila	(55, 59, 74, 87, 99)
2	6,378	Hexanoato-de-etila	(88, 99, 70, 60, 55)
3	10,950	Octanoato-de-metila	(55, 69, 74, 87, 127)
4	13,978	Octanoato-de-etila	(55, 57, 70, 88,101)
6	19,366	Decanoato-de-metila	(55, 74, 87, 101, 143)

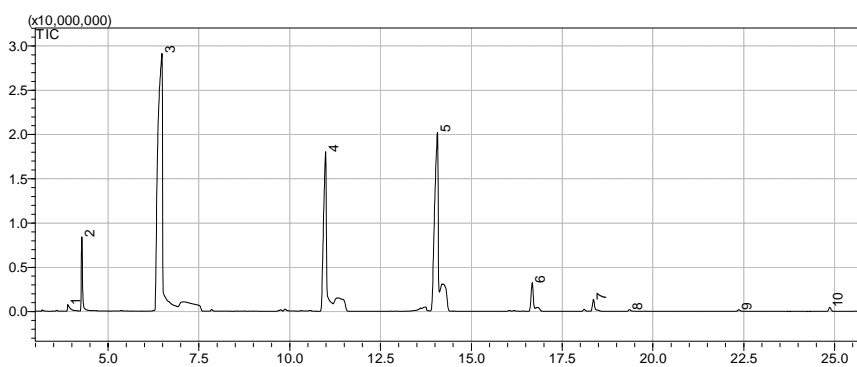


FIGURA 18 Cromatograma marolo com 145 dias de desenvolvimento

TABELA 7 Tempos de retenção e principais compostos identificados com principais íons frutos com 145 dias do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

Pico	Tempo de retenção	composto identificado	principais íons
2	4,324	Hexanoato-de-metila	(55, 59, 74, 87, 99)
3	6,378	Hexanoato-de-etila	(88, 99, 70, 60, 55)
4	10,950	Octanoato-de-metila	(55, 69, 74, 87, 127)
5	13,978	Octanoato-de-etila	(55, 57, 70, 88,101)
8	19,366	Decanoato-de-metila	(55, 74, 87, 101, 143)
9	22,363	Decanoato-de-etila	(55, 70, 88, 101,115)

Observou-se redução da umidade durante o desenvolvimento do marolo (Figura 19 A). Ao final do desenvolvimento do marolo foi observado percentual de umidade semelhante ao observado por Almeida (1998), ao trabalhar com marolo maduro (76,32%) e inferior à media observada para graviola madura, fruta da mesma família (82%), segundo Tabela TACO (2006). A redução da umidade pode ser explicada pelas condições climáticas do ambiente que podem favorecer a perda de água do fruto durante o desenvolvimento, bem como a perda de água no processo respiratório onde há a sua eliminação na forma de vapor.

Incremento no teor de extrato etéreo (Figura 19 B) (comportamento quadrático) foi observado a partir do 100º dia, resultado este, influenciado pela queda na umidade do fruto com o desenvolvimento, mas também associado ao processo de síntese. Ao final do desenvolvimento do marolo foi observado valor de extrato etéreo de 1,7%, valor superior ao de Almeida (1998), para marolo e ao de Franco (2001), para graviola.

O marolo apresentou baixo valor protéico ao final do desenvolvimento não podendo ser considerado como fonte protéica, assim como a maioria dos frutos. Foi observado incremento até o 80º dia de desenvolvimento, seguido de queda a partir de então. Ao final do desenvolvimento foi observado valor protéico de 1,7% (Figura 19 C), valor superior à graviola (1,1%) (Tabela TACO, 2006), que pertence à mesma família do marolo. A ingestão de proteínas deve ser de 10 a 15gramas/dia (Franco 2001). A elevação de proteína nos estádios iniciais sugere um processo de síntese entre 60 e 100 dias. A redução observada a partir de então pode ser relacionada com sua utilização no processo metabólico, como a atividade enzimática.

Para fibras, houve incremento durante o desenvolvimento do fruto chegando a 4%, ao final do desenvolvimento (Figura 19 D), valores superiores aos de marolo maduro estudado por Almeida (1998). Segundo Tabela TACO

(2006) a ingestão diária de fibras deve girar, idealmente, em torno de 20 a 25g dia⁻¹. O consumo de 400 gramas do marolo forneceria a quantidade desejada na nutrição diária. A fibra no metabolismo humano, auxilia nos movimentos peristálticos, diminuindo o tempo do bolo fecal dentro do organismo, facilitando sua excreção.

Observou-se, durante o desenvolvimento dos frutos, elevação nos teores de cinzas entre o 60^o até 100^o dia, de 0,77% a 1,41%, respectivamente, seguido de redução a partir de então, alcançando valores de 0,95% aos 140 dias e novo incremento aos 145 dias, 1,07% (Figura 19 E). Esta variação no teor de cinzas que, representa o resíduo mineral fixo, pode estar relacionada com as variações climáticas e disponibilidade de minerais no solo durante o desenvolvimento do fruto.

Elevações na fração glicídica (Figura 19 F) foram notadas a partir do 80^o dia, com valor máximo entre 120^o e 140^o dias de desenvolvimento, período em que foi observado valor máximo para as variáveis amido, açúcares e pectinas.

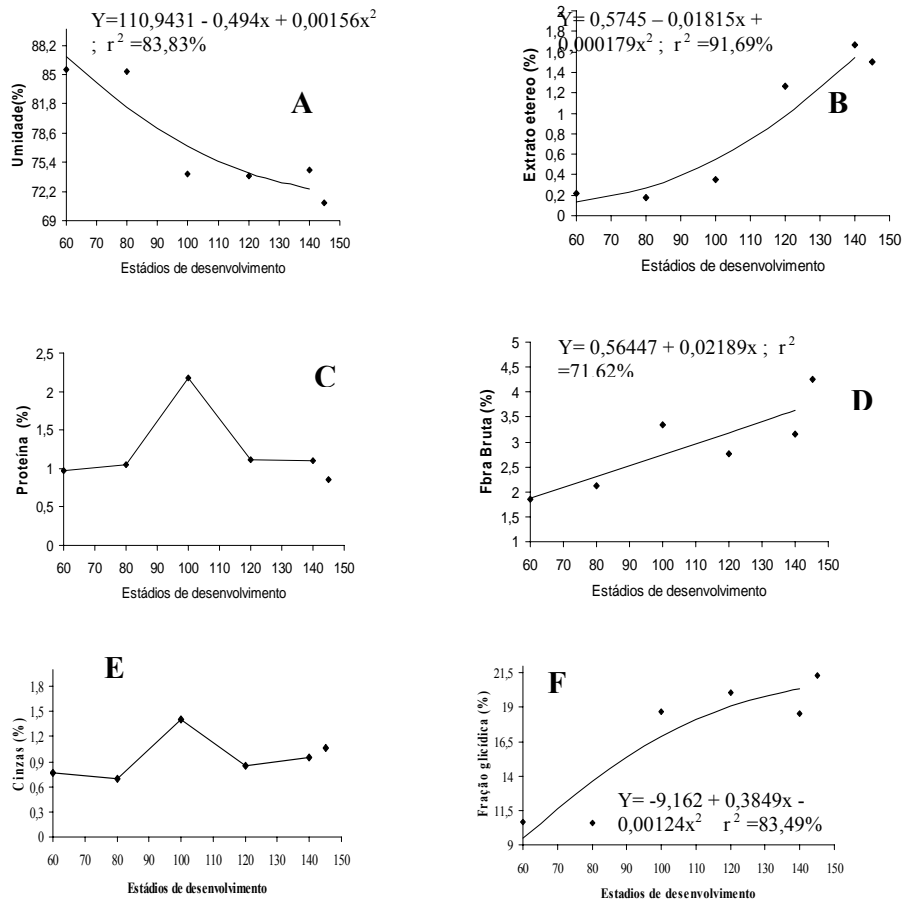


FIGURA 19 Valores médios ajustados e equações de regressão para as variáveis de umidade (A); extrato etéreo (B); proteína (C); fração glicídica (D); fibra bruta (E) e cinzas (F), na matéria integral durante o desenvolvimento do marolo (*Annona crassiflora* Mart).

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas condições experimentais estudadas, pôde-concluir que:

- O período entre a antese (abertura da flor) e a colheita de marolos produzidos na safra 2008-2009, em Itumirim, MG, compreendeu 140 dias, sendo que os aumentos de massa e diâmetros longitudinal e transversal do marolo, ao longo do desenvolvimento, caracterizam um padrão de crescimento sigmoidal duplo do fruto;
- O início da maturação ocorreu a partir dos 120 dias após a antese, sendo caracterizada pela elevação na taxa respiratória, conversão de amido em açúcares, amaciamento da polpa associado à solubilização péctica, redução do pH e incremento nos teores de acidez titulável e sólidos solúveis;
- O perfil de compostos voláteis do marolo sofreu modificações ao longo do desenvolvimento do fruto, sendo os ésteres hexanoato-de-metila e etila, octanoato-de-metila e etila e decanoato-de-metila e etila, os compostos majoritários durante o amadurecimento
- O marolo constitui-se uma fonte considerável de vitaminas (A e C), fibras e compostos antioxidantes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gás chromatography/mass spectroscopy**. Carol Stream: Allured, 1995. 469p.
- ALMEIDA, S.P. Frutas nativas do cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: _____. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p.247-281.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, DC, 1998. 1094p.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.
- CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Pós-colheita de frutas e hortaliças. **Visão Agrícola**, Piracicaba, ano 4, n.7, p.15-17, jan./jun.2007.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785p.
- DAMIANI, C. **Qualidade de pequi minimamente processado, armazenado sob diferentes temperaturas**. 2006. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- DAMIANI, C. **Caracterização e agregação de frutos do cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* SW) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**. 2009. 171p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 307p.

GARDIAZABAL, F.; CANO, G. Caracterización de 10 cultivares de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) y su respuesta a la polinización artificial en Quillota, Chile. **Acta horticulturae**, Brugges, v.497, p.239-253, 1999.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, 1966.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1.

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, July/Aug. 1952.

LEWINSOHN, E.; SITRIT, Y.; BAR, E.; AZULAY, Y.; MEIR, D. Carotenoide pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by comparative genetic analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.53, p.3142-3148, 2005.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ENÉAS-FILHO, J. Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata*) 'Morada' sob temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.49-52, abr. 2003.

MARTINS, L.P.; SILVA, S.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Desenvolvimentos de ciriguela (*Spondias purpúrea*). **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.11-14, 2003.

McCREADY, P.M.; MCCOLOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, New York, v.24, n.12, p.1586, 1952.

MELO, E.A. de; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.J.A.G. de; NASCIMENTO, R.J. do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.44, n.2, p.193-201, abr./jun.2008.

MISAKI, I. Constitutional studies on the mucilage of Yamanoimo, *Dioscorea batatas* Decne, forma Tsukun e isolation and structure of mannam. **Agricultural and Biological Chemistry**, Baltimore, v.36 p.761-771, 1972. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 20 fev. 2009.

MOURA, M.L.; FOGAÇA, C.M.; MOURA, M.; GALVÃO, H.L.; FINGER, F.L. Fruit growth and development in tomato cv Santa Clara and its “mutant” Firme. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p.1284-1290, Nov./Dez.2004.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokyo, v.39, n.10, p.925-928, Oct.1992.

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

RIZZOLO, A.; POLESELLO, A.; POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruits. **Journal of High Resol. Chromatography**, Amsterdam, v.15, p.472-477, 1992.

RODRIGUES, L.J. **O pequi (Caryocar brasiliense Camb.)**: ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUZA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.53-60, jan./mar.2007.

RUFINO, M.S. do M.; ALVES, R.E.; MORAIS, S.M. de; SAMPAIO, C.G. de; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007. Não paginado. Comunicado técnico.

SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; RODRIGUES, L.J.; SIQUEIRA, H.H. Caracterização dos estádios de desenvolvimento da gabirola (*Campomanesia pubescens*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2007. p.277.

SILVA, L. da; ONIKI, G.H.; AGRIPINO, D.G.; MORENO, P.R.H.; YOUNG, M.C.M.; MAYWORM, M.A.S.; LADEIRA, A.M. Biciologermacreno, resveratrol e atividade antifúngica em extratos de folhas de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & Jarvis (Vitaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, São Paulo, v.17, n.3, p.361-367, July/Sept. 2007.

STROHECKER, R.L.; HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madri: Paz Montalvo, 1967. 428p.
TABELA brasileira de composição de alimentos. Campinas: Unicamp, 2006. 105p.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 75p.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p.

VILAS BOAS, E.V. de B.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Modificações pós-colheita de banana 'Prata' gama irradiada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.599-607, 1996.

CAPITULO 3

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E FISIOLÓGICA DO DESENVOLVIMENTO DA GABIROBA (*Campomanesia pubescens*)

**(Artigo foi encaminhado para submissão sendo aceito para publicação pelo
Periódico Científico da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de
Alimentos)**

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a gabioba (*Campomanesia pubescens*), ao longo do seu desenvolvimento, por meio de análises físicas, químicas e fisiológicas. Os frutos foram coletados a 8 km de Lavras, Sul de Minas Gerais, em intervalos de 5 dias, a partir da antese, até a sua maturação completa. A floração da gabioba iniciou-se no mês de agosto e o ápice do evento foi no mês de setembro; sua frutificação inicial ocorreu no mês de setembro sendo outubro o período ideal para coleta. O período compreendido entre a abertura da flor (antese) e o amadurecimento foi de 63 dias (9 semanas). O fruto atingiu o tamanho máximo aos 63 dias (9ª semana) após a antese, com 4,26g, 17,39mm e 16,03mm, representando a sua massa, diâmetros transversal e longitudinal respectivamente. A gabioba apresentou um incremento nos valores de massa, diâmetros transversal e longitudinal, valores L* e a*, vitamina C, açúcares totais (AST), sólidos solúveis (SS) e pectina solúvel com o decorrer do desenvolvimento do fruto seguindo um padrão sigmoidal simples. Observou-se uma redução na taxa respiratória e atividade de poligalacturonase entre 48 e 53 dias, firmeza, clorofila total e oscilação do valor b* , e pectina total ao longo do desenvolvimento.

Palavras – chave: Frutos do cerrado; crescimento; maturação.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA

2 ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the gabioba fruit (*Campomanesia pubescens*), over its development stadium through physical, chemical and biochemical analyses. The fruits were harvested at 8Km far away from Lavras, south of Minas Gerais Brazil, every 5 days, from anthesis until the complete development of fruits. The flowering of the gabioba started in August with the maximum in September and its fructification occurred in September, October being the ideal period for harvest. The period comprehends between flowers opening (anthesis) until ripening was of 63 days (9 week). The fruit reached its maximum size at 63 days (9^a week) after anthesis, with 4,26g, 17,39mm and 16,03mm, representing its mass, longitudinal and transversal diameters respectively, at the end of its growth. The gabioba fruit presented a significant increase of mass, longitudinal and transversal diameter, vitamin C, total sugar, solid dissolvable, dissolvable pectin, over the growth of the fruit following in the standard sigmoidal plain. Observed of the reduction in the rate respiration, activity of poligalacturonase between 48 and 53 days, firmness, total chlorophyll and oscillation in the value b* total pectin of the development stadium.

Index terms: savanna fruit; growth; maturation.

Adviser: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – DCA/UFLA

3 INTRODUÇÃO

O Cerrado constitui-se grande fonte natural de recursos biológicos. Ocupa aproximadamente 22% do território nacional, dos quais cerca de 90% estão situados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia (Fonseca & Muniz, 1992). Esse bioma é considerado o segundo maior do país, superado apenas pela Floresta Amazônica (Ribeiro & Walter, 1998).

Existem poucos estudos sobre desenvolvimento de espécies nativas do cerrado, não havendo, portanto, o conhecimento das etapas de crescimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência.

O estudo do desenvolvimento é importante para o estabelecimento do ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias que retardem ou reduzam as atividades fisiológicas, aumentando seu período de conservação (Chitarra, 1998; Vilas Boas, 1999).

Os desafios para a exploração dos frutos nativos existem; em contraposição, há um grande potencial a ser buscado, principalmente para a sua exportação, já que possuem sabores sui generis e não são encontrados em outros países (Almeida et al., 1998).

O conhecimento a respeito da planta é importante para sua inserção no mercado consumidor, preservação em seu estado natural e implantação de futuras lavouras comerciais. Entretanto, não há estudos inerentes a gabirobeira, em especial a seus frutos após a colheita.

Campomanesia pubescens (Berg), denominada de gabiroba é um arbusto que pode atingir 60-80 cm de altura e normalmente ocorre em moitas e sua frutificação dá-se de setembro a outubro. Como outras espécies pertencentes à família Myrtaceae, apresenta frutos de sabor adocicado, podendo sua polpa ser consumida “in natura” ou na forma de sucos ou geléias.

O presente estudo teve como objetivos a caracterização física, química e fisiológica da gabioba (*Campomanesia pubescens*), ao longo do seu desenvolvimento incluindo amadurecimento. Essa caracterização visa o melhor entendimento do comportamento pré e pós-colheita do fruto, o que poderá servir de base na adoção de técnicas adequadas de produção e conservação, minimizando perdas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante os meses de julho de 2007 a dezembro de 2007, em uma área de pastagem nativa com formação típica do cerrado e com predomínio da espécie *Campomanesia pubescens*, localizado a 8 km do município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais.

Foram selecionados ao acaso cerca de 120 exemplares da espécie, homogêneas quanto ao porte, nas quais foram marcadas as flores por ocasião da antese, com fios de lã de diferentes cores. Imediatamente após a formação dos frutos, foram colhidos 600 frutos fracionados em quatro lotes iguais, representando as repetições. Com o crescimento dos frutos, a quantidade coletada foi diminuída, sendo cada repetição constituída de 120 unidades.

Em intervalos de 5 dias, a contar da sua formação, os frutos foram colhidos pela manhã, acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

O período total de coleta prolongou-se até que os frutos, ainda nos arbustos, atingiram o amadurecimento, caracterizado quando a casca apresentou a cor amarela.

Na chegada ao laboratório os frutos sadios foram avaliados quanto à firmeza (N), cor (L^* , a^* e b^*), pesados e medidos seus diâmetros longitudinal e transversal.

Em seguida foram congelados com o auxílio de nitrogênio líquido e armazenados a -80°C para análises físicas, químicas e fisiológicas.

4.1 Análises

4.2 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal

A massa foi avaliada em uma balança semi-analítica Mettler, modelo PC 2000 e os resultados expressos em gramas (g).

Os diâmetros longitudinal e transversal, o fruto foi medido com o auxílio de um paquímetro nos dois sentidos e os resultados expressos em milímetros (mm).

4.3 Coloração

A coloração foi determinada em três pontos distintos da casca, e polpa dos frutos, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE $L^*a^*b^*$. A coordenada L^* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a^* pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente; a coordenada b^* , com a intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo).

4.4 Clorofila Total

Foi determinada em 1g de casca fresca triturada em 10ml de água, com auxílio de homogeneizador de tecidos. O extrato foi transferido para um balão volumétrico de 50ml, 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 652nm e os resultados expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de casca fresca.

4.5 Firmeza

A firmeza foi determinada com o auxílio de um texturômetro Stable Micro System modelo TATX2i, utilizando a sonda tipo agulha P/2N (2 mm de

diâmetro), que mediam a força de penetração desta nos frutos, numa velocidade de 5mm/s e a uma distância de penetração de 5mm, valores estes previamente fixados. Foi usada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza da gabioba foi expressa em Newton (N).

4.6 Taxa respiratória

Recipientes de plástico de 50ml contendo aproximadamente 5 gramas de frutos foram fechados por 1 hora, com tampa plástica, contendo um septo de silicone, por onde eram retiradas alíquotas da amostra interna, com o auxílio do analisador de gases PBI Dansensor. Os resultados, expressos em % de CO₂, foram convertidos em ml. CO₂ kg⁻¹.h⁻¹, levando-se em consideração o volume de recipiente, a massa e o volume dos frutos em cada recipiente e o tempo que esse mesmo recipiente permaneceu fechado.

4.7 pH e acidez titulável (AT)

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1998). A determinação da acidez titulável foi realizada 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.

4.8 Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais foram determinados por refratometria, onde foi utilizado o refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25°C e os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1998).

4.9 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

4.10 Pectinas Total e Solúvel

Foram extraídas de acordo com a técnica de McCready & McColomb (1952), e determinadas, espectrofotometricamente, a 520 nm, segundo técnica de Blumenkrantz & Asboe-Hansen (1973). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

4.11 Pectinametilesterase (PME)

A extração enzimática foi realizada segundo técnica de Buecher & Furmanski, com modificações (Vilas Boas, 1995). A determinação da atividade da PME seguiu as técnicas de Hultin et al. (1966), com modificações (Vilas Boas, 1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 η mol de NaOH por grama de polpa fresca.min.

4.12 Poligalacturonase (PG)

A extração da enzima PG foi realizada segundo a técnica de Buescher & Furmanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento foi realizado, com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em η mol de ácido galacturônico por grama de polpa por minuto.

4.13 Análise estatística

As análises estatísticas das variáveis físicas, fisiológicas e químicas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F. As médias dos períodos (semanas) de avaliação foram submetidas à regressão polinomial, em que os modelos selecionados de acordo com a significância do teste F de cada modelo e com o coeficiente de determinação.

4.14 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram dispostos por um fatorial simples, sendo constituídos por onze períodos (semanas) de avaliações com quatro repetições.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

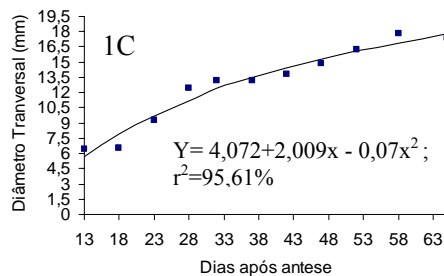
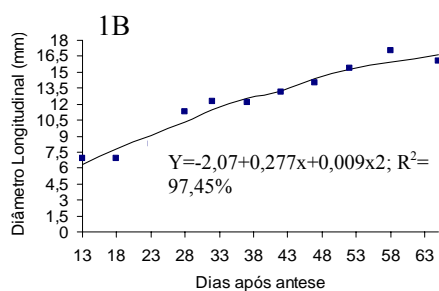
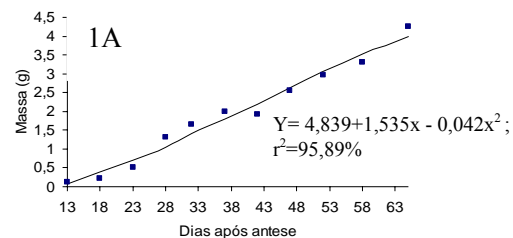
A floração da gabioba no município de Lavras, Sul do estado mineiro iniciou em agosto de 2006. O ápice desse evento ocorreu no mês de setembro, quando também foi observada a frutificação inicial, com o pico no mês de outubro.

O estágio de desenvolvimento compreendeu 63 dias e foi considerado a partir da abertura da flor (antese), até a colheita, definida quando os frutos apresentavam uma facilidade para serem destacados dos arbustos e apresentavam cor verde – amarelada. O intervalo entre a antese e o amadurecimento varia em diferentes espécies de frutos (Martins et al., 2003; Moura et al., 2004). O estágio de desenvolvimento dos frutos inicia-se, normalmente, com a fertilização, que é seguida por etapas, como formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (Chitarra & Chitarra, 2005).

A formação e o crescimento da gabioba iniciaram-se com a polinização e fertilização da flor, sendo os primeiros frutinhos colhidos 13 dias após a abertura da flor (antese). O desenvolvimento estendeu-se até os 63 dias, último ponto observado. Chitarra & Chitarra (2005), relatam que alguns hormônios podem estar envolvidos no crescimento do fruto, sendo as auxinas os principais responsáveis. As auxinas participam ativamente do crescimento das células do fruto, estando relacionados positivamente com tamanho e forma final. A formação e o crescimento representam a primeira fase na vida de um fruto, resultando num rápido crescimento do ovário, que usualmente se segue à polinização e fertilização (Hulme, 1970).

Durante os 63 dias desenvolvimento ($p < 0,01$), observou-se um aumento significativo de massa e diâmetros longitudinal e diâmetro transversal da

gabioba (Figuras 1A, B e C). Aumento estes que também foram observados por Santos et al. (2005), avaliando o desenvolvimento e maturação de abacaxi smooth cayenne.



FIGURAS 1A, B e C Valores médios encontrados de massa de gabioba (g), diâmetro longitudinal (mm) e diâmetro transversal (mm).

Entre 48 e 53 dias, como mostra a figura 2, foi observada ascensão seguida de declínio na taxa respiratória do fruto, evidenciando o pico climatérico nos mesmos, neste ponto foram observadas modificações na maioria das variáveis analisadas, onde a partir deste ponto foi observado queda na firmeza e incremento de pectina solúvel (Figura 7B), sólidos solúveis (Figura 3) e valor b*(Figura 5B). A atividade respiratória foi acompanhada durante o desenvolvimento da gabioba.

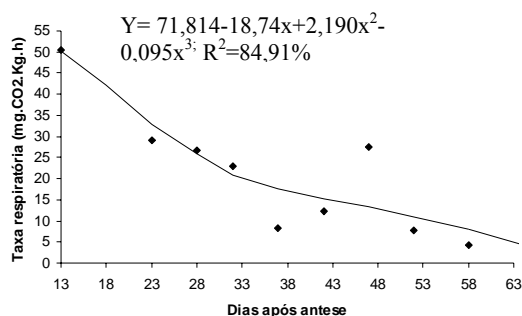


FIGURA 2 Valores médios encontrados para a taxa respiratória dos frutos de gabioba ao longo dos estádios de desenvolvimento.

Após a colheita de qualquer parte do vegetal, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico, uma vez que não depende mais da absorção de água e minerais efetuados pelas raízes, da condução de nutriente pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintetizantes das folhas da planta-mãe. Portanto, as partes do vegetal adquirem vida independente e utilizam, para tal, suas próprias reservas metabólicas acumuladas nas fases de crescimento e de maturação (Chitarra & Chitarra, 2005).

Durante o desenvolvimento da gabioba foi observada uma elevação de sólidos solúveis entre 48 e 53 dias indicando um possível ponto ótimo de

colheita do fruto, constância nos valores de acidez titulável e pH como mostram a figura 3.

As análises químicas de pH, ATT e SS, são comumente realizados para a maioria das frutas, pois estas estão diretamente ligadas ao sabor apresentado por estas. As concentrações apresentadas podem influenciar o seu aceite perante o consumidor.

Chitarra & Chitarra (2005) relatam que com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação. Esta pode ser utilizada em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de maturação.

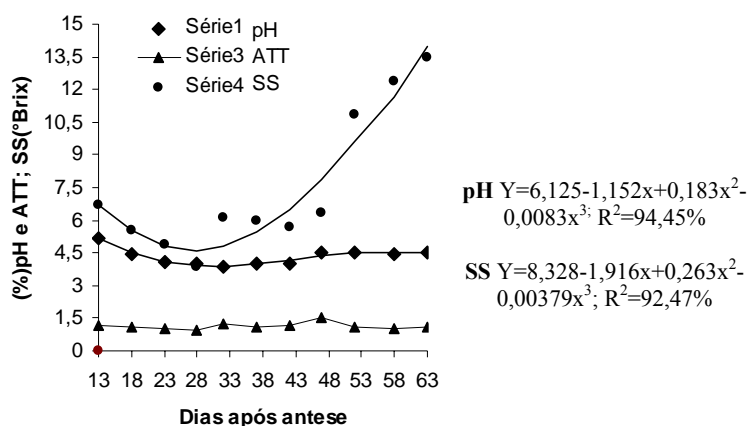


FIGURA 3 Valores médios encontrados para as análises de pH (%), ATT (%) e SS (°Brix), durante o desenvolvimento da gabioba.

O teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como um índice de qualidade dos alimentos, porque varia no produto de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento (Chitarra & Chitarra, 2005).

Para os valores vitamina C, foi observado um incremento em sua concentração a partir de 33 dias após a antese e queda entre 53 e 58 dias. Ao final do amadurecimento os frutos apresentaram aproximadamente 0,6% de vitamina C, um teor extremamente considerável em comparação com outras frutíferas como goiaba (14,7mg), limão (30,2mg) Tabela... (2006), dentre outras.

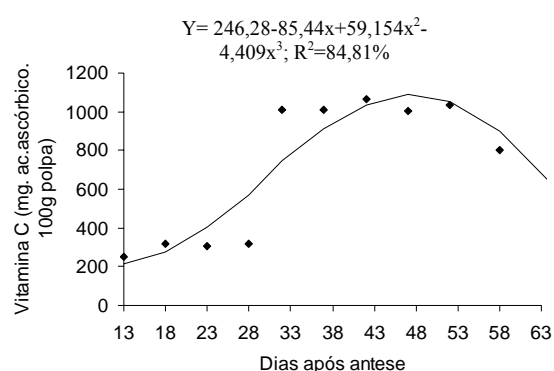
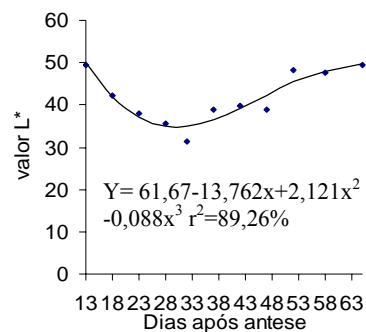


FIGURA 4, valores médios da equação de regressão e coeficiente de determinação de vitamina C durante o desenvolvimento da gabirola.

Foram observadas alterações na coloração da casca ($p < 0,05$), evidenciadas por meio da coordenada L^* e b^* , a coordenada a^* não apresentou ajuste estatístico. O valor L^* apresentou comportamento cúbico com o desenvolver do fruto (Figura 5). Foi observado a perda da intensidade da cor verde com o crescimento do fruto, mudando de verde-escuro ($L^* = 4,65$ e $a^* = -24,82$) para verde claro ($L^* = 36,80$ e $a^* = -5,86$). A cor verde se deve a presença de clorofila e a sua perda está associada com a sua degradação.



FIGURAS 5 Valores médios encontrados para o parâmetro de cor L* de frutos de gabioba.

Durante a maturação das frutas, os cloroplastos e suas membranas tilacóides se desintegram, ocorrendo perda rápida da clorofila e da cor verde dos tecidos. Vários fatores podem atuar isoladamente ou em conjunto, dentre eles, o pH, causada principalmente, pelo acúmulo de ácidos orgânicos nos vacúolos, sistemas oxidativos e clorofilases (Chitarra & Chitarra, 1990, 2006). Entre os dias 48 e 53 pode observar um aumento no valor b* provavelmente indicando o amarelecimento do fruto, como mostra a figura abaixo (Figura 5).

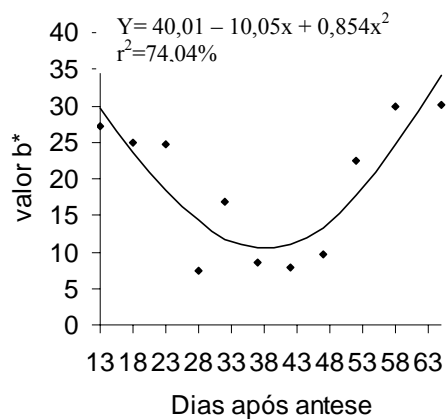


FIGURA 5, Valores médios encontrados para a medida de cor valor b* em frutos de gabiroba.

A variável clorofila total apresentou queda em sua concentração, durante o desenvolvimento do fruto. Comparando os resultados obtidos de clorofila total e o valor a*, nota-se que estes tiveram um comportamento inverso onde ao final do desenvolvimento do fruto o valor a* aumentou, indicando a perda da intensidade da cor verde do fruto, podendo indicar um processo de degradação de clorofila presente no fruto (Figura 6).

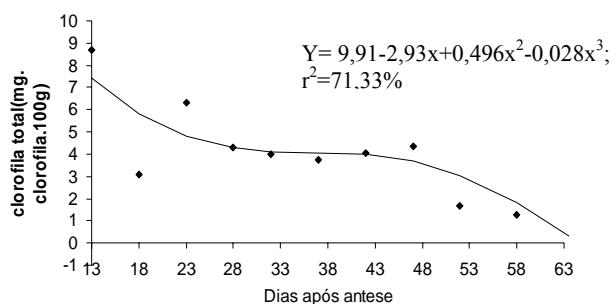
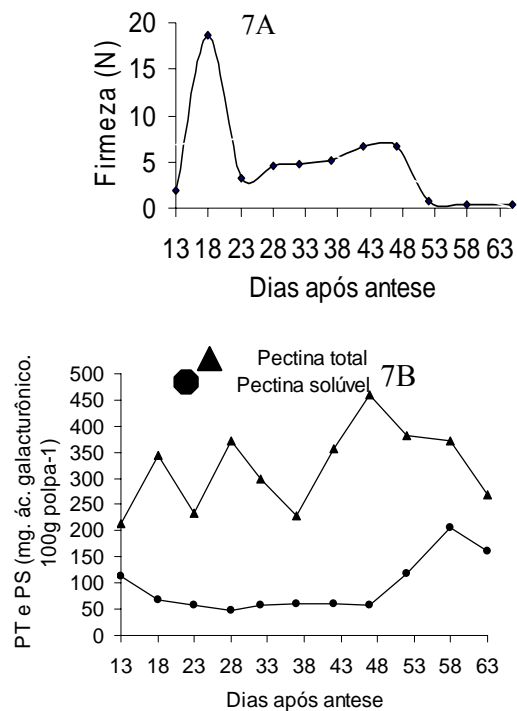


FIGURA 6 Valores médios encontrados para a análise de clorofila total durante os estádios de desenvolvimento em frutos de gabioba.

A firmeza do fruto sofreu oscilação durante o seu desenvolvimento, esta pode ser influenciada pela disponibilidade de água e luz absorvida do meio. O alto valor observado aos 18 dias provavelmente foi influenciado pelo processo de formação das sementes, onde a sonda encontrou maior resistência devido à presença destas. A partir dos 48 dias a firmeza tendeu a diminuir, possivelmente indicando a maturação do fruto.

Esta queda de firmeza pode ser relacionada com a degradação de pectinas presentes na parede celular, através da solubilização das pectinas durante o seu desenvolvimento pela ação de enzimas pectinolíticas (Figuras 7 A e B).

Rodrigues (2005) reportou resultados semelhantes com o pequi (*Caryocar brasiliense*), fruto nativo do cerrado, observando um decréscimo linear na firmeza. A firmeza está relacionada com a força necessária para que o produto atinja uma dada deformação, dando uma idéia das transformações na estrutura celular, da coesão das células e das alterações bioquímicas (Chitarra & Chitarra, 2005).



FIGURAS 7A, B Valores médios encontrados para firmeza, pectina total e pectina solúvel, durante o desenvolvimento dos frutos de gabirola.

Pode-se observar grande oscilação nos valores de pectina total durante o desenvolvimento. Aumento da pectina solúvel entre 48 e 53 dias, intervalo este que também foi observado queda para os valores de firmeza e pectina total.

Segundo Vilas Boas (1999), a diminuição da firmeza pode estar relacionada principalmente, com a perda de integridade da parede celular, relacionado com a sua hidrólise enzimática, devido à ação de enzimas pectinolíticas.

Dentre as enzimas pectinolíticas de maior importância dentro do amaciamento de frutos a pectinametilesterase (PME), assume um dos principais

papéis, pois esta causa a desmetoxilação dos polímeros de pectina, favorecendo a atuação da poligalacturonase que quebra os polímeros pécticos em unidades de ácidos galacturônicos que irão compor a pectina solúvel.

Não foi observado a atividade da PME durante o desenvolvimento da gabirola. Vilas Boas (2003) e Santos et al. (2005) também não observaram atuação dessa enzima em abacaxi, mangas e kiwis minimamente processado creditando a ausência ao estágio avançado de maturação dos frutos.

O maior índice de pectina solúvel e a perda da firmeza entre 48 e 53 dias pode ser relacionada à atividade da PG no fruto, induzindo o seu amaciamento. A atividade da PG se acentuou entre os dias 48 a 53, seguidos de um declínio em sua atividade (Figura 8). Vilas Boas (2003) reporta também uma relação entre a atividade da PG na degradação de pectinas, devido ao acréscimo de pectina solúvel e o amaciamento, em mangas minimamente processadas.

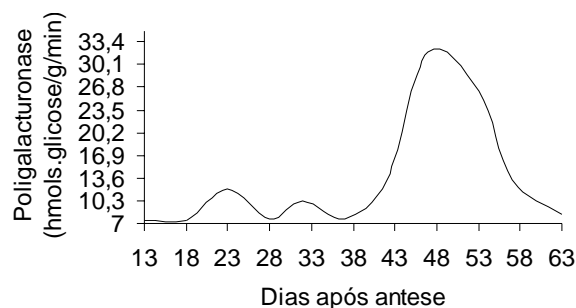


FIGURA 8 Valores médios da atividade da poligalacturonase através do desenvolvimento da gabirola.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas condições experimentais estudadas, pôde – se concluir que:

A floração iniciou-se no mês de agosto e a frutificação em setembro no município de Lavras, Sul do estado de Minas Gerais;

O estágio de desenvolvimento (abertura da flor até o amadurecimento) da gabioba compreendeu um período de 63 dias (9 semanas).

O aumento da massa, diâmetros longitudinal e transversal da gabioba ao longo do seu estágio de desenvolvimento podem caracterizar um padrão sigmoidal simples do fruto.

Muitas transformações como de taxa respiratória, acúmulo de pectina solúvel, sólidos solúveis, atividade da PG, ocorreram entre os dias 48 e 53, indicando um possível ponto de maturação dos frutos de gabioba.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina, DF: Embrapa/CPAC, 1998. 464p.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.
- CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 88p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.
- FONSECA, C. E. L.; MUNIZ, I.A.F. Informações sobre a cultura de espécies frutíferas nativas da região dos cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.173, p.12-16, mar./abr.1992.
- HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. 618p.
- HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, 1966.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1.

MARTINS, L.P.; SILVA, S.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Desenvolvimentos de ciriguela (Spondias purpúrea). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.11-14, 2003.

McCREADY, P.M.; MCCOLOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, New York, v.24, n.12, p.1586, 1952.

MOURA, M.L.; FOGAÇA, C.M.; MOURA, M.; GALVÃO, H.L.; FINGER, F.L. Fruit growth and development in tomato cv Santa Clara and its “mutant” Firme. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p.1284-1290, Nov./Dez. 2004.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M. Fitossomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p.89-166.

RODRIGUES, L.J. **O pequi (Caryocar brasiliense Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, J.C.B.; VILAS BOAS, E.V.B.; PRADO, M.E.T.; PINHEIRO, A.C.M. Avaliação da qualidade de abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p. 353-361, mar./abr.2005.

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

TABELA brasileira de composição de alimentos. Campinas: Unicamp, 2006. 105p.

VILAS BOAS, B.M. **Aplicação da qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas e tratadas quimicamente**. 2003. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 75p.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Modificações pós-colheita de banana ‘Prata’ (Musa acuminata x Musa balbisiana grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANEXO

TABELA 1	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos do marolo durante o seu desenvolvimento.	110
TABELA 2	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor (L^* a^* e b^*) do marolo durante o seu desenvolvimento.....	110
TABELA 3	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina total, pectina solúvel e solubilidade do marolo durante o seu desenvolvimento.	110
TABELA 4	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para beta-caroteno, firmeza e açúcares totais do marolo durante o seu desenvolvimento.	111
TABELA 5	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro transversal e diâmetro longitudinal do marolo durante o seu desenvolvimento.....	111
TABELA 6	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para extrato etéreo, fibras e proteínas do marolo durante o seu desenvolvimento.	112
TABELA 7	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) e amido do marolo durante o seu desenvolvimento.....	112
TABELA 8	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para vitamina C e compostos fenólicos do marolo durante o seu desenvolvimento.	112
TABELA 9	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal da gabirola durante o seu desenvolvimento.	113
TABELA 10	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cor (L^* a^* e b^*) da gabirola durante o seu desenvolvimento.....	113
TABELA 11	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos solúveis da gabirola durante o seu desenvolvimento.	114

TABELA 12	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para clorofila, vitamina C e firmeza da gabioba durante o seu desenvolvimento.	114
TABELA 13	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina total, pectina solúvel e solubilidade da gabioba durante o seu desenvolvimento.	114
TABELA 14	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para açúcares e respiração da gabioba durante o seu desenvolvimento.....	115

TABELA 1 Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pH	acidez titulável	SS (°Brix)
Tempo	5	4,508**	0,1536**	230,814**
Erro	15	0,007	0,0019	0,285
Média geral		5,783	0,224	9,454
CV (%)		1,52	19,57	5,65

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 2 Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para cor (L* a* e b*) do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tempo	5	93,869*	10,176	194,117**
Erro	15	14,764	8,912	12,110
Média geral		77,598	2,76	30,148
CV (%)		4,85	107,91	11,540

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 3 Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para pectina total, pectina solúvel e solubilidade do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pec.Total	pec. soluvel	solubilidade
Tempo	5	681526,834**	68957,153**	133,75**
Erro	15	4678,867	318,395	3,495
Média geral		1384,47	301,975	21,039
CV (%)		4,94	5,91	8,89

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 4 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para beta-caroteno, firmeza e açúcares totais do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		beta-caroteno	firmeza	ac. totais
Tempo	5	1586,892**	48,816**	171,986**
Erro	15	26,362	0,2307	0,253
Média geral		29,853	4,948	6,40
CV (%)		17,20	9,71	7,86

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 5 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro transversal e diâmetro longitudinal do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Massa	Quadrados médios	
			Diâmetro Longitudinal	Diâmetro transversal
Tempo	5	808392,749**	6,120**	9,939**
Erro	15	61982,89	0,919	0,423
Média geral		1055,56	10,520	11,820
CV (%)		23,59	9,11	5,50

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 6 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para extrato etéreo, fibras e proteínas do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Extrato Et.	Fibras	Proteína
Tempo	5	25,206**	539,862**	84,955**
Erro	15	0,152	413,56	0,414
Média geral		3,583	14,095	10,121
CV (%)		10,88	144,28	6,36

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 7 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectinametilsterase (PME), poligalacturonase (PG) e amido do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		PME	PG	Amido
Tempo	5	6685463,151**	887,556**	160,941**
Erro	15	6166	0,413	1,673
Média geral		527,78	7,220	6,025
CV (%)		14,88	8,915	21,47

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 8 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para vitamina C e compostos fenólicos do marolo durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		vitamina C	Compostos Fenólicos
Tempo	5	186,698**	907354,38**
Erro	15	7,005	991,760
Média geral		34,935	1182,645
CV (%)		7,58	2,66

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 9 Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal da gabirola durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		Massa	Diâmetro Longitudinal	Diâmetro transversal
Tempo	10	6,969**	49,319**	62,424**
Erro	33	0,143	0,5036	0,231
Média geral		1,895	12,115	12,825
CV (%)		20,0	5,86	3,75

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 10 Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para cor (L* a* e b*) da gabirola durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tempo	10	150,212**	45,975**	341,226**
Erro	33	3,073	1,238	2,546
Média geral		41,795	-4,508	19,254
CV (%)		4,20	-24,68	8,39

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 11 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável e sólidos solúveis da gabioba durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pH	acidez titulável	SS (°Brix)
Tempo	10	0,574**	0,0176	41,734**
Erro	33	0,0146	0,0130	0,650
Média geral		4,323	1,091	7,424
CV (%)		2,80	10,44	10,870

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 12 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para clorofila, vitamina C e firmeza da gabioba durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		clorofila	Vitamina C	Firmeza
Tempo	10	21,502**	473962,94**	105,853**
Erro	33	1,505	4558,40	0,0446
Média geral		3,917	708,496	4,836
CV (%)		31,32	9,53	4,37

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 13 Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina total, pectina solúvel e solubilidade da gabioba durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios		
		pec.Total	pec. solúvel	solubilidade
Tempo	10	24371,602**	10793,647**	2374,823**
Erro	33	7716,170	1030,839	304,081
Média geral		320,513	97,454	48,02
CV (%)		27,41	32,95	36,31

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

TABELA 14 Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para açúcares e respiração da gabioba durante o seu desenvolvimento.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	
		açúcares	respiração
Tempo	10	36,828**	1144,0206**
Erro	33	0,751	57,226
Média geral		2,0801	22,348
CV (%)		41,66	33,85

* e ** indicam valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.