

ROBSON RIBEIRO ALVES

**DESENVOLVIMENTO DO FRUTO DE MARACUJAZEIRO DOCE
(*Passiflora alata* Curtis) EM VIÇOSA, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

ROBSON RIBEIRO ALVES

**DESENVOLVIMENTO DO FRUTO DE MARACUJAZEIRO DOCE
(*Passiflora alata* Curtis) EM VIÇOSA, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA: 18 de agosto de 2010.

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira
(Coorientador)

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)

Prof. José Antônio Saraiva Grossi

Profa. Danielle F. Pereira da Silva

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Orientador)

“Para onde Deus nos leva, ignoramos.
Sabemos somente que Ele nos leva.”
Edith Stein

A Deus.

Aos meus pais José Alves Filho (*in memoriam*) e Neide da Conceição Ribeiro Alves.

Aos meus irmãos Ricardo, Ronaldo e Andréa.

Aos meus queridos sobrinhos Marcos, Vinícius e Gabriela.

À Eliana e à minha segunda família, Eliton, Ana Maria e Mariana.

Com amor, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, princípio e fim de todas as coisas, que, com infinita bondade, sempre guia meus passos.

Aos meus pais José (*in memoriam*) e Neide, pelo amor incondicional que sempre me ofereceram gratuitamente e por incentivarem incessantemente meus estudos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, por sua amizade e fundamental participação no processo de aprendizado e pela orientação, com destacado zelo, paciência e profundo conhecimento científico.

Ao Professor Dalmo Lopes de Siqueira, pela amizade, pelos ensinamentos, pela coorientação, pelas sugestões e críticas e pela participação destacada no aprimoramento da dissertação.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela contribuição nas análises estatísticas.

Ao Professor José Antônio Saraiva Grossi e à Professora Danielle Fabíola Pereira da Silva, pelos brilhantes conselhos, pela perspicácia em suas observações e por terem aceitado prontamente participar da Banca Examinadora.

Aos meus amigos da Fruticultura, por sempre terem-me incentivado a prosseguir: Aline, Cícero, Daniel, Danielle, Dierlei, José Osmar, Luana, Ricardo, Marcio Gama, Moisés, Telma e Thiago, pelo precioso convívio, pela ajuda nos trabalhos e por terem-me feito digno de conhecê-los.

Ao técnico Márcio Antônio Rocha de Oliveira, pela parceria e amizade ao longo dos anos e aos demais funcionários do setor de Fruticultura, por sua assistência.

À Eliana, pela compreensão nos momentos difíceis e pelo incansável apoio, zelo e amor, por sempre acreditar em mim e não permitir que eu desanimasse nunca.

Aos meus amigos da Fraternidade Pequena Via, por compreenderem minha ausência e proporcionarem-me um precioso convívio.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, imprimiram sua marca neste processo constituinte de mais uma etapa de minha vida.

BIOGRAFIA

ROBSON RIBEIRO ALVES, filho de José Alves Filho e Neide da Conceição Ribeiro Alves, nasceu em 4 de janeiro de 1982, na cidade de Petrópolis, RJ.

Em junho de 2004, foi admitido para o cargo de Técnico em Laboratório na Universidade Federal de Viçosa (UFV) onde, em março de 2007, graduou-se em Química.

Em agosto desse mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, da UFV, onde atuou na área de Fruticultura, na linha de pesquisa Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Produtos Agrícolas, submetendo-se à defesa da dissertação em 18 de agosto de 2010.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1. Aspectos gerais do experimento	7
2.2. Etapas do experimento	8
2.3. Análises	10
2.3.1. Diâmetro e comprimento	10
2.3.2. Volume.....	10
2.3.3. Espessura do pericarpo	10
2.3.4. Cor do pericarpo	10
2.3.5. Massa da matéria fresca do fruto, do pericarpo, da polpa e das sementes	11
2.3.6. Massa da matéria seca do pericarpo e das sementes.....	11
2.3.7. Sólidos solúveis (SS).....	13
2.3.8. Vitamina C (Vit C).....	13
2.3.9. Acidez titulável (AT)	13
2.3.10. Produção de CO ₂	14
2.3.11. Delineamento experimental e análise estatística.....	14
2.3.12. Relações entre características físicas e químicas dos frutos	15

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1. Percentual de vingamento das flores	17
3.2. Comprimento, diâmetro e volume do fruto	17
3.3. Espessura do pericarpo.....	22
3.4. Parâmetros de cor do pericarpo.....	23
3.5. Massa da matéria fresca do fruto, da polpa, do pericarpo e das sementes	24
3.6. Massa da matéria seca do pericarpo e das sementes	28
3.7. Sólidos solúveis, vitamina C e acidez titulável.....	30
3.8. Produção de CO ₂	31
3.9. Fases de desenvolvimento do fruto.....	32
3.10. Relações entre características físicas e químicas dos frutos	34
4. CONCLUSÕES	37
5. REFERÊNCIAS	38

RESUMO

ALVES, Robson Ribeiro. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2010.
Desenvolvimento do fruto de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis) em Viçosa, Minas Gerais. Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.
Coorientadores: Dalmo Lopes de Siqueira e Paulo Roberto Cecon.

Objetivou-se acompanhar as mudanças físicas, químicas e fisiológicas ocorridas durante o desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro doce, da antese até o completo amadurecimento na planta e avaliar as relações entre os componentes do fruto. Foram coletados 20 frutos por semana, divididos em quatro repetições de cinco frutos. O desenvolvimento foi avaliado quanto a percentual de vingamento das flores, comprimento, diâmetro e volume do fruto, espessura, luminosidade e ângulo hue do pericarpo, massa da matéria fresca do fruto, da polpa, do pericarpo e das sementes, massa da matéria seca do pericarpo e das sementes, sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável e produção de CO₂. Os frutos apresentaram formato ligeiramente oblongo, padrão de desenvolvimento sigmoidal simples para a maioria das características e padrão climatérico para a respiração. O desenvolvimento do fruto foi dividido em três fases: fase de divisão celular até 4,70 dias após a antese (daa), fase de expansão celular de 4,70 daa até 28,94 daa e fase de maturação, de 28,94 a 91 daa. Na primeira fase, há pouco incremento nas dimensões do fruto, altas taxas respiratórias, crescimento acelerado da espessura do pericarpo e coloração do pericarpo verde-claro. Na fase seguinte, há intenso desenvolvimento das dimensões do fruto, ganho acelerado de massa da matéria fresca e coloração do pericarpo verde-intenso. Na terceira fase, há tendência à estabilização das dimensões, desenvolvimento de polpa acentuado, o teor de sólidos solúveis aumenta, os teores de vitamina C e acidez titulável diminuem. O pico do climatério foi registrado aos 63

daa. No último dia de avaliação, aos 91 daa a polpa (suco + sementes) representava 24,46% da massa fresca total do fruto, o pericarpo respondia por 74,10% e as sementes isoladas, por 3,14%. Em experimento conduzido à parte, 100 frutos foram colhidos no estágio final do amadurecimento, quando o pericarpo apresentava forte coloração amarelo-palha. Os frutos foram analisados quanto às características físicas e químicas e os dados foram submetidos à análise de correlação de Pearson. Observou-se grande variação entre os valores de cada característica, sobretudo para massa da matéria fresca e volume dos frutos e massa da matéria fresca do pericarpo, que apresentaram valores médios de $194,53 \pm 42,19$ g, $253,85 \pm 49,73$ cm³ e $143,30 \pm 40,50$ g, respectivamente. O número de sementes apresentou variação de 110 a 379 por fruto. Verificaram-se correlações significativas entre a maioria das características avaliadas. O diâmetro apresentou maior correlação (0,8216**) com a massa da matéria fresca do fruto que o comprimento (0,7633**). Além da massa da matéria fresca do fruto, o diâmetro apresentou correlação positiva com a massa da matéria fresca da polpa e negativa com o percentual de polpa, indicando que frutos maiores têm, proporcionalmente, menos polpa que os menores. A massa da matéria seca das sementes apresentou correlação positiva com a massa da matéria fresca da polpa (0,6248**) e com a porcentagem de polpa (0,4375**). Semelhantemente, o número de sementes também apresentou correlação positiva com a massa da matéria fresca da polpa (0,5119**) e com a porcentagem de polpa (0,3957**), indicando que frutos com mais sementes apresentam maior rendimento de polpa. Contudo, houve correlação negativa entre número de sementes e teor de sólidos solúveis (-0,2161*), sugerindo a diluição do suco devido ao maior número de sementes e ao aumento da proporção de polpa. Também houve correlação negativa entre a espessura e a massa da matéria fresca do pericarpo e a porcentagem de polpa, indicando que a casca mais espessa reduz o diâmetro da cavidade interna do fruto, onde se acumula a polpa comestível.

ABSTRACT

ALVES, Robson Ribeiro, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2010.
Fruit development of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Curtis) in Viçosa, Minas Gerais. Adviser: Luiz Carlos Chamhum Solomão. Co-Advisers: Dalmo Lopes de Siqueira and Paulo Roberto Cecon.

The objective of this study was to monitor the physical, chemical and physiological occurrences during the development of the fruit of sweet passion fruit, from anthesis to ripening in the plant, and to assess the relationships between the components of the fruit. We collected 20 fruits per week, divided into four repetitions of five fruits. The development was assessed as the percent of fruit set, length, diameter and volume of fruit, thickness, brightness and hue angle of the pericarp, fresh weight of the fruit, pulp, pericarp and seeds, dry matter of the pericarp and seeds, soluble solids, vitamin C, titratable acidity and CO₂ production. The fruits had a slightly oblong shape, a simple sigmoidal pattern of development for most features and the climacteric pattern for respiration. Fruit development was divided into three phases: cell division phase up to 4.70 days after anthesis (daa), cell expansion phase from 4.70 daa to 28.94 daa and a maturation phase from 28.94 to 91 daa. In the first phase, there is little increase in fruit size, high respiratory rates, rapid growth of the pericarp thickness, with a clear green coloring. In the next phase, there is intense development of the fruit's dimensions, accelerated weight gain of fresh matter and an intense green coloration of the pericarp. In the third phase, there is a tendency to stabilize dimensions, rapid development of pulp, the soluble solids content increases and vitamin C and titratable acidity decrease. The climacteric peak was recorded at 63 daa. On the last day of evaluation, at 91 daa, the pulp (juice + seeds) accounted for 24.46% of total fresh weight of the fruit, the pericarp accounted

for 74.10% and isolated seeds for 3.14%. In a separate experiment, 100 fruits were harvested at the final stage of ripening, when the pericarp showed strong straw-yellow coloring. The fruits were analyzed for their physical and chemical characteristics and the data were analyzed by the Pearson correlation. Great variations between the values of each feature were found, especially for fresh weight and fruit volume and the fresh weight of pericarp, which showed average values of 194.53 ± 42.19 g, 253.85 ± 49.73 cm³ and 143.30 ± 40.50 g, respectively. The number of seeds ranged from 110 to 379 per fruit, and there were significant correlations among most traits. The diameter presented the highest correlation (0.8216 **) with the fresh weight of the fruit than the length (0.7633 **). Besides the fresh weight of the fruit, the diameter was positively correlated with the fresh weight of the pulp and negatively with the percentage of pulp, indicating that large fruits have proportionally less pulp than smaller ones. The dry weight of the seeds was positively correlated with the fresh weight of the pulp (0.6248 **) and the percentage of pulp (0.4375 **). Similarly, the number of seeds was positively correlated with fresh weight of the pulp (0.5119 **) and the percentage of pulp (0.3957 **), indicating that fruits with more seeds have a higher pulp yield. However, there was a negative correlation between seed number and total soluble solids (-0.2161 *), suggesting the dilution of the juice due to the greater number of seeds and the increase in the proportion of pulp. There was also a negative correlation between the thickness and the fresh weight of the pericarp and pulp percentage, indicating that the thicker shell decreases the diameter of the inner cavity of the fruit, where the edible pulp accumulates.

1. INTRODUÇÃO

O aumento das fronteiras da fruticultura no Brasil tem desafiado os produtores, pois as frutas são altamente perecíveis, mantendo metabolismo ativo mesmo depois de colhidas. Produtos com excelente aparência externa nem sempre apresentam atributos de qualidade satisfatórios (DURIGAN et al., 2004). O conhecimento das transformações bioquímicas e fisiológicas durante o desenvolvimento dos frutos é fundamental para o sucesso de tecnologias pós-colheita, determinantes do prolongamento da vida útil das frutas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Maracujá, como é conhecido no Brasil, é palavra de origem indígena (*maracuiá*) cujo significado é “comida preparada em cuia”. É mundialmente conhecido como fruta da paixão (*passion fruit, fruit de la passion*), derivado de *Flos Passionis*, por uma relação mística com a Paixão de Cristo. Escritores do século XVI consideravam simbólicas as partes da flor do maracujá. O simbolismo atribui-se à parte feminina, constituída por um estigma tripartido, que representa a Santíssima Trindade; à parte masculina, composta de cinco anteras, que simbolizam as chagas de Cristo; à corona, que representa a coroa de espinhos; e à gavinha, que simboliza o chicote. Essa planta foi enviada ao Papa Paulo V durante seu pontificado (1605-1621), que mandou cultivá-la em Roma, informando que ela representava uma revelação divina (REITER, 1998).

O maracujazeiro é originário da região tropical da América do Sul e encontra no Centro-Norte do Brasil seu maior ponto de distribuição geográfica. O maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis) pertence à família Passifloraceae, ao gênero *Passiflora*, subgênero *Granadilla* e à série *Quadrangulares*. O gênero *Passiflora* possui cerca de 530 espécies tropicais e subtropicais, das quais 150 são

originárias do Brasil. Dessas, apenas 81 produzem frutos de valor comercial, com cultivo predominantemente de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) (COPPENS D'EECKENBRUGGE, 2003).

O maracujazeiro doce é uma das espécies nativas do Brasil e de ocorrência bastante generalizada, podendo ser encontrado crescendo espontaneamente ou sob cultivo em todos os Estados do país, do Rio Grande do Sul ao Estado do Amapá (MANICA, 2005). É vulgarmente conhecido como maracujá-de-refresco, maracujá-grande, maracujá-alado, maracujá-guaçu, maracujá-de-comer, maracujá-do-mato (MANICA; OLIVEIRA JR., 2005). Entretanto, sua produção e comercialização são limitadas, especialmente pela falta de hábito de consumo, pela pequena oferta e pelo elevado preço no varejo. Atualmente, o maracujá-doce é apreciado pelos consumidores europeus (MANICA; OLIVEIRA JR., 2005), porém mais mercados deveriam ser conquistados.

Os frutos de maracujazeiro doce no mercado varejista são vendidos a preços superiores aos do maracujá-amarelo, fato que tem atraído alguns produtores. A comercialização é feita em caixas de papelão com cerca de 3,5 kg, e recebem a classificação por tipos, em função do número de frutos presentes no seu interior. Esse número varia comercialmente de 8, 10, 12, 15, 18, 21 ou 24, de acordo com a quantidade que nelas cabem. Assim, caixas tipo 10 ou 12 são cotadas a preços consideravelmente superiores aos das caixas tipo 15, e assim sucessivamente (MELETTI et al., 2003).

De acordo com Bernacci et al. (2003), entre os dados de área plantada tem-se que 95% dos pomares brasileiros são plantios de maracujá-amarelo, nos outros 5% prevalecem o maracujá-roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujá-doce, sendo essas três espécies as mais importantes economicamente para o país.

A principal diferença observada na espécie *Passiflora alata* Curtis perante as outras seleções de maracujás comercializados são o formato e cor de seus frutos, que lembram um mamão Papaya (MELETTI; MAIA, 1999). A fixação dessas características é importante para viabilizar a identificação do consumidor com os frutos de maracujá-doce (VIANNA SILVA, 2008).

O maracujá-doce apresenta polpa adocicada a doce-acidulada, muito saborosa e aromática, motivo pelo qual tem sido destinado mais para o mercado *in natura*, para consumo direto e também para produção de doce e geleia (OLIVEIRA et al., 1982). Pode ser utilizado na forma de suco processado, apesar de Oliveira et al.

(1982) e Silva e Tassara (1996) considerarem o seu sabor um pouco enjoativo nesse caso. A indústria farmacêutica também utiliza a passiflorina, calmante natural extraído das folhas para fins medicinais (MELETTI; MAIA, 1999).

O período da antese à colheita pode variar devido às diferentes condições climáticas entre locais de produção, como temperatura, precipitação e radiação solar, bem como às diferentes seleções e à época do ano. Esses fatores interferem diretamente no desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, no desenvolvimento fisiológico do fruto (CAVICHOLI et al., 2006).

O fruto do maracujazeiro doce apresenta como principal problema o amolecimento da base do fruto, que provoca rápida depreciação do produto e diminui sua vida de prateleira (MANICA, 2005). O mercado consumidor dessa fruta tem sofrido limitações decorrentes desse problema na pós-colheita, que o caracteriza como fruto de difícil conservação. A realização de estudos mais detalhados relacionados à fisiologia dos frutos do maracujazeiro doce, para tentar entender os processos relacionados ao desenvolvimento e à pós-colheita, poderá revelar alguns períodos críticos no desenvolvimento desse órgão, relacionado com a qualidade do fruto, permitindo, assim, atuar de maneira a atender às exigências dos consumidores (SILVA et al., 1999).

A análise do crescimento apresenta-se como técnica válida para estudar as bases fisiológicas da produção e pôr em evidência a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas. Essa técnica descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, e permite acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através da acumulação de massa da matéria seca (SILVA et al., 2000).

Segundo Silva et al. (2000), este método tem sido bastante utilizado para a investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição de cultivares e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento, além dos fatores intrínsecos que afetam o crescimento e estão associados a fenômenos fisiológicos básicos, como a fotossíntese, a respiração e os processos morfogenéticos, entre outros. Há de considerar, também, os fatores ambientais associados às alterações do crescimento das plantas. Tais fatores, como o suprimento de água, a radiação solar e a temperatura foram os mais estudados.

A avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento auxilia no estabelecimento de índices de maturidade e colheita (KAYS, 1991). Vários índices são utilizados durante o desenvolvimento, baseados na aparência (formato, diâmetro, cor) e na composição química (sólidos solúveis, acidez titulável) (BIALE; YOUNG, 1964).

Os diversos órgãos que compõem as plantas passam por fases distintas de crescimento ao longo do desenvolvimento, sendo a fase final caracterizada pela senescência dos tecidos. O desenvolvimento da planta ou do órgão é decorrente da combinação de crescimento e diferenciação dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As diferentes fases do desenvolvimento dos frutos são caracterizadas por alterações na estrutura, fisiologia e bioquímica das células, que culminam com a maturação, senescência e, finalmente, morte dos tecidos. De maneira geral, o amadurecimento é caracterizado pelo amaciamento da polpa, por alterações na cor da casca e polpa, pela redução da adstringência e pelo desenvolvimento do aroma e sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O intervalo de tempo para o completo desenvolvimento de um fruto pode variar de cerca de três semanas, para frutos como o morango, até cerca de 60 semanas, para a laranja Valência. O aumento do volume ou matéria fresca total dos frutos entre a antese e o final do crescimento varia de 40 vezes, para algumas variedades de abóboras, até cerca de 300.000 vezes, para o fruto do abacateiro (COOMBE, 1976).

Num estudo sobre o desenvolvimento de frutos do maracujá-doce nas condições de Botucatu, São Paulo, Vasconcellos et al. (1993) relataram que os frutos apresentaram crescimento rápido nos primeiros dias do seu desenvolvimento, alcançando valor máximo de comprimento e diâmetro dos frutos, da cavidade ovariana e de massa aos 46 dias após a antese (daa). Relataram ainda que, após 46 daa, houve diminuição na massa média dos frutos, aumentando no período de formação do suco e apresentando novamente pequeno decréscimo próximo à colheita. Os frutos apresentaram formato piriforme, com os comprimentos do fruto e da cavidade ovariana, apresentando valores iniciais e finais superiores aos da largura. Observaram também que, com o aumento da cavidade ovariana, ocorreu diminuição na espessura do pericarpo. O volume de suco aumentou rapidamente dos 60 aos 67 daa, mantendo-se praticamente constante até os 102 daa, último dia de avaliação. O

teor dos sólidos solúveis foi crescente até o último período de avaliação, e a porcentagem de ácido cítrico aumentou até o penúltimo período de avaliação, com decréscimo no último período.

São escassos os estudos sobre o desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro doce, porém existem estudos sobre o maracujá Amarelo e o maracujá Roxo. Akamine e Girolami (1959), Ishihata (1965) e Urashima e Cereda (1989) observaram que os frutos de maracujazeiros Amarelo e Roxo apresentaram crescimento inicial rápido, alcançando seu tamanho máximo cerca de 20 dias após a antese. A massa do fruto aumenta constantemente até próximo da maturação, quando ocorre decréscimo (HUSSEIN, 1972; ARAÚJO et al., 1974). De acordo com Araújo et al. (1974) e com Urashima e Cereda (1989), o mesmo acontece com o teor de sólidos solúveis.

Em decorrência das variações encontradas, os maracujás doces podem ser ovoides, obovoides, oblongos ou piriformes, com massas entre 89 e 600 g (MANICA, 2005), comprimento médio igual a 109 mm (variação de 84,3 a 152 mm), diâmetro médio igual a 74,8 mm (variação de 56,1 a 93,4 mm), a espessura média do pericarpo igual a 11,2 mm (variação de 7,5 a 16,1 mm) e média de 263 sementes/fruto (variação de 116 a 438) (MARTINS et al., 2003). Martins et al. (2003) encontraram rendimento médio de polpa igual a 27,3% (variação de 13,6 a 45,7%), teor médio de sólidos solúveis de 18,1 °Brix (variação de 15,7 a 21 °Brix), enquanto Vasconcellos (1993) trabalhou com frutos com médias de 62,1% de pericarpo, 9,7% de suco e pH 3,0; o fruto maduro apresentou coloração amarelo-palha e polpa doce, com sabor e aroma agradáveis (OLIVEIRA et al., 1982).

Considerando os poucos estudos relacionados ao maracujá-doce, o conhecimento das relações entre suas características é importante, pois oferece subsídios para encontrar critérios de colheita não destrutivos, que podem ser avaliados diretamente no campo, além de trazer possibilidades para aprimorar o manejo e a produtividade da cultura.

Vasconcellos et al. (1993), num trabalho com maracujá-doce, verificaram correlações positivas entre a idade do fruto com o teor de sólidos solúveis, massa da matéria fresca da polpa, volume do suco, e negativas com a espessura do pericarpo (no sentido da largura), o que era de se esperar, já que com o desenvolvimento dos frutos ocorre aumento no teor de sólidos solúveis, do peso da polpa, volume de suco e conseqüentemente, da largura da cavidade ovariana, havendo diminuição da espessura do pericarpo.

Martins et al. (2003), num estudo de populações de maracujazeiro doce obtidas por polinização aberta, observaram que o comprimento e o diâmetro encontram-se altamente correlacionados com a espessura do pericarpo, os diâmetros longitudinal e transversal da cavidade ovariana, a massa do fruto e do pericarpo, porém não se correlacionam com o rendimento de polpa, indicando que frutos maiores não necessariamente terão maior rendimento de polpa. O número de sementes correlacionou-se, neste estudo, positivamente com os diâmetros longitudinal e transversal da cavidade ovariana, com a massa da polpa e a porcentagem da polpa, todavia não apresentou correlação com a espessura do pericarpo. Esses resultados indicaram que frutos de maracujazeiro doce devem ser selecionados para ampliação da cavidade ovariana, para se obter maior rendimento em polpa. O teor de sólidos solúveis apresentou-se pouco correlacionado com as demais características avaliadas no estudo, mostrando ser característica pouco dependente destas.

A realização de estudos mais detalhados relacionados à fisiologia do maracujá-doce, espécie com mercados a serem conquistados, é, dessa forma, muito importante para a produção de frutos com qualidade apropriada para enfrentar as exigências do mercado consumidor.

Este trabalho teve como objetivos determinar o ciclo e avaliar as mudanças físicas, químicas e fisiológicas ocorridas durante o desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro doce e verificar as relações entre as características químicas e físicas dos frutos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Aspectos gerais do experimento

Os frutos foram coletados em Pomar Experimental da Universidade Federal de Viçosa, localizado no Município de Viçosa, Minas Gerais, que se encontra a 651 m de altitude, na latitude Sul 20°45'20" e longitude Oeste 42°52'40", com clima tipo Cwa, mesotérmico úmido com verões chuvosos e invernos secos (VIANELLO; ALVES, 2006).

O experimento foi realizado no período de 11 de julho a 10 de outubro de 2008. Durante o período, foi registrada forte seca, com precipitação pluvial total de 173,4 mm e umidade relativa média de 75,4%. A temperatura média do ar durante o experimento variou de 15 a 23 °C, conforme pode ser verificado na Figura 1.

Os frutos utilizados no experimento foram colhidos de 20 plantas de maracujazeiros doces com cerca de dois anos de idade, conduzidos em ambiente aberto em forma de espaldeira com um fio de arame localizado a 1,80 m de altura do solo. As adubações de cobertura anuais foram feitas com 500 g de superfosfato simples por planta em dose única, 700 g de sulfato de amônio e 465 g de cloreto de potássio, divididos em três parcelas ao longo do período chuvoso. A irrigação foi feita aplicando-se de 40 a 50 L de água por planta com turno de rega de três dias, e as podas dos ramos que tocavam o solo foram realizadas a cada 60 dias.

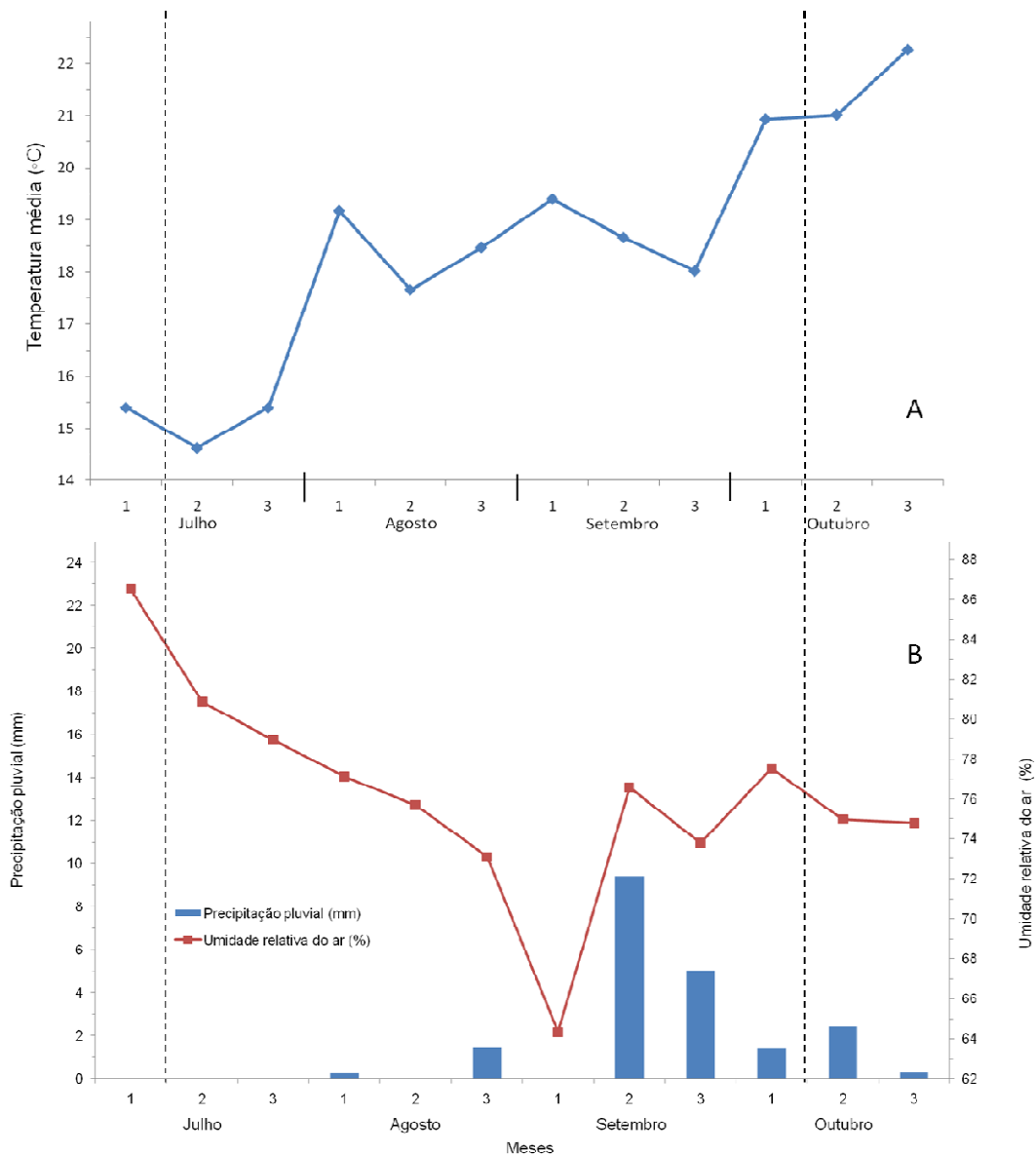


Figura 1- Médias decenais de temperatura (A), precipitação pluvial e umidade relativa do ar (B) no período de julho a outubro de 2008, em Viçosa, Minas Gerais. As linhas tracejadas indicam o início e término do período de avaliação.

2.2. Etapas do experimento

Durante o surto principal de florescimento foram marcadas flores no dia da antese, utilizando-se para isso fitas coloridas de material sintético. A polinização das flores foi natural. Decorridos sete dias das marcações, foram feitas recontagens das flores marcadas, a fim de determinar o percentual de frutos fixados. A partir de então, foram coletadas, semanalmente, amostras de frutos até o amadurecimento na planta.

Os frutos coletados, num total de 20 por período de amostragem, foram divididos em quatro repetições de cinco frutos cada, analisados quanto ao comprimento, diâmetro e volume do fruto, espessura, luminosidade e ângulo hue do pericarpo, massa da matéria fresca do fruto, polpa, pericarpo e semente, massa da matéria seca do pericarpo e sementes, teor de sólidos solúveis, teor de vitamina C, acidez titulável e produção de CO₂. Os frutos foram também decompostos em pericarpo, polpa e semente, com o objetivo de determinar a massa das matérias seca e fresca, conforme apresentado no fluxograma da Figura 2. A partir de 42 dias após a abertura floral, os frutos foram avaliados também quanto ao teor de sólidos solúveis (SS) e a partir dos 63 dias, quanto a acidez titulável (AT) e vitamina C (Vit C).

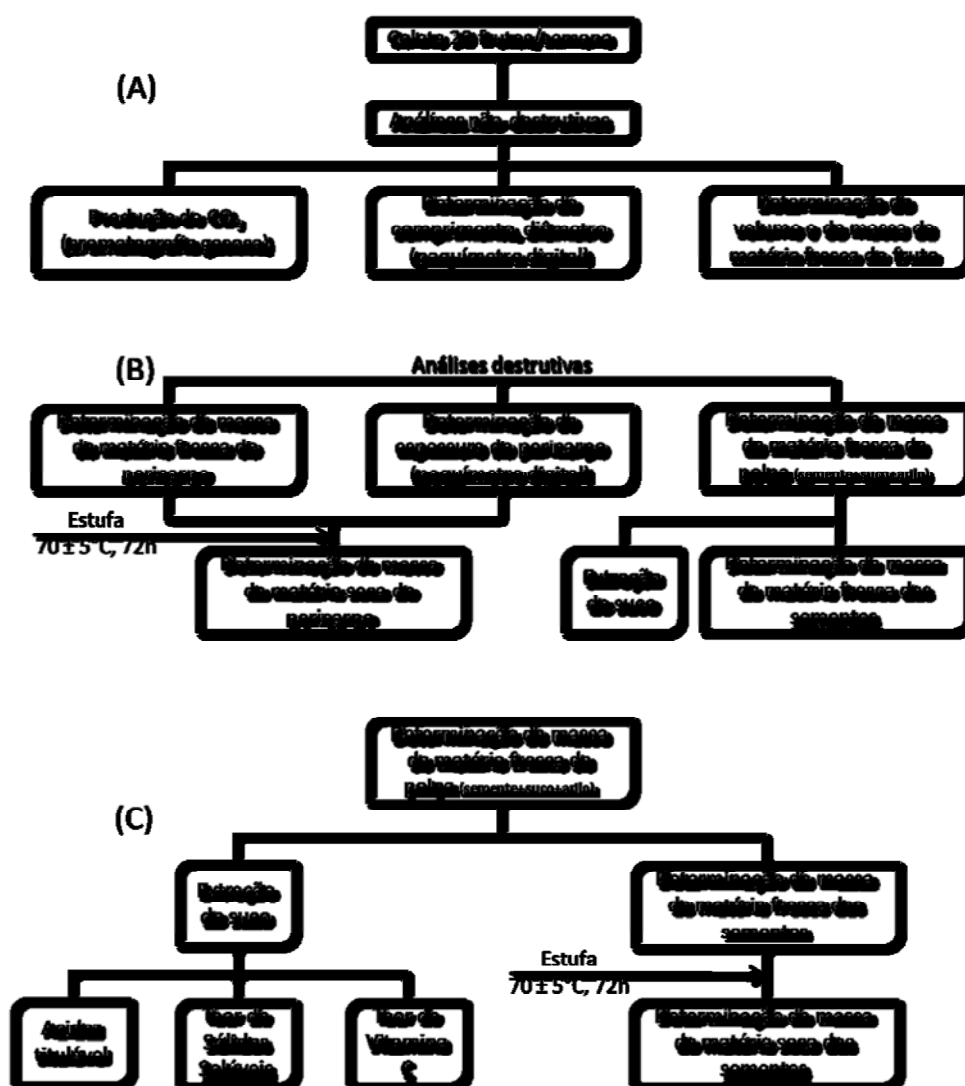


Figura 2 - Fluxograma de coleta dos frutos e análises não destrutivas (A), fracionamento dos frutos e análises destrutivas (B) e extração do suco e análises químicas (C).

2.3. Análises

2.3.1. Diâmetro e comprimento

O diâmetro e comprimento dos frutos foram determinados com o auxílio de paquímetro digital Mitutoyo modelo CD-8"CX-B e os resultados, expressos em mm.

2.3.2. Volume

O volume foi determinado individualmente e registrado com base no deslocamento de água provocado pelo fruto em uma proveta. Os dados foram expressos em mL.

2.3.3. Espessura do pericarpo

A espessura do pericarpo foi obtida utilizando-se paquímetro digital Mitutoyo modelo CD-8"CX-B, pela medição na porção mediana do fruto cortado. Os dados foram expressos em mm.

2.3.4. Cor do pericarpo

A determinação da cor do fruto foi realizada por reflectometria, mediante a utilização de colorímetro Konica-Minolta modelo CR-10. As leituras foram expressas no módulo L^* , a^* , b^* , conforme o Sistema de Cores CIE (1976), para medida, designação e acerto de cores, em que um sólido de cores é definido por três coordenadas retangulares, das quais se obtêm unidades ou pontos de uniformidade visual aproximada (McGUIRE, 1992).

De acordo com a proposta do sistema de cores, há eixo principal L^* que indica o nível de luminosidade da cor, variando de 0 (totalmente preto) a 100 (totalmente branco); os valores intermediários definem uma escala de cinza. O matiz, que expressa a tonalidade

da cor, é especificado por outros dois caracteres. O a^* descreve o eixo que vai do vermelho (+60) ao verde (-60), em que valores negativos refletem a predominância do verde e os positivos, do vermelho. O segundo caractere, identificado por b^* , define o eixo que vai do amarelo ao azul, variando igualmente de +60 a -60, em que valores negativos refletem a predominância do azul e positivos, a do amarelo (Figura 3). O ângulo de cor Hue, $^{\circ}h = \arctg(b^*/a^*)$, é derivado dos caracteres a^* e b^* e assume valor 0° para vermelho, 90° para amarelo, 180° para verde e 270° para azul (McGUIRE, 1992). Neste estudo foram utilizados apenas os parâmetros luminosidade (L^*) e ângulo hue ($^{\circ}h$). As medidas foram obtidas em dois pontos diametralmente opostos na zona equatorial de cada fruto analisado.

2.3.5. Massa da matéria fresca do fruto, do pericarpo, da polpa e das sementes

A massa total do fruto (g) foi determinada a partir da pesagem em balança digital. Após a separação das partes do fruto, foram determinadas as massas do pericarpo e da polpa, individualmente. O termo polpa refere-se a todo o material contido na cavidade ovariana (incluindo sementes, arilo e suco).

A partir dos 21 daa, as sementes foram separadas do suco e dos resíduos de arilo com o auxílio de peneira metálica, lavadas e mantidas expostas à temperatura ambiente, a fim de que o excesso de água contida na superfície fosse eliminado por evaporação. A seguir, foi determinada sua massa usando balança digital.

2.3.6. Massa da matéria seca do pericarpo e das sementes

Para a determinação da massa da matéria seca, o pericarpo foi seccionado em pequenos pedaços, que foram dispostos em placas de Petri e mantidos em estufa à temperatura de $70 \pm 5^{\circ}C$, por 72 h. Após esse tempo, o material foi pesado em balança digital e a sua massa, expressa em gramas.

As sementes, já previamente lavadas e sem arilo, foram também dispostas em placas de Petri e mantidas em estufa a $70 \pm 5^{\circ}C$, por 72 h. Após o período determinado, procedeu-se à determinação da massa da matéria seca utilizando balança digital.

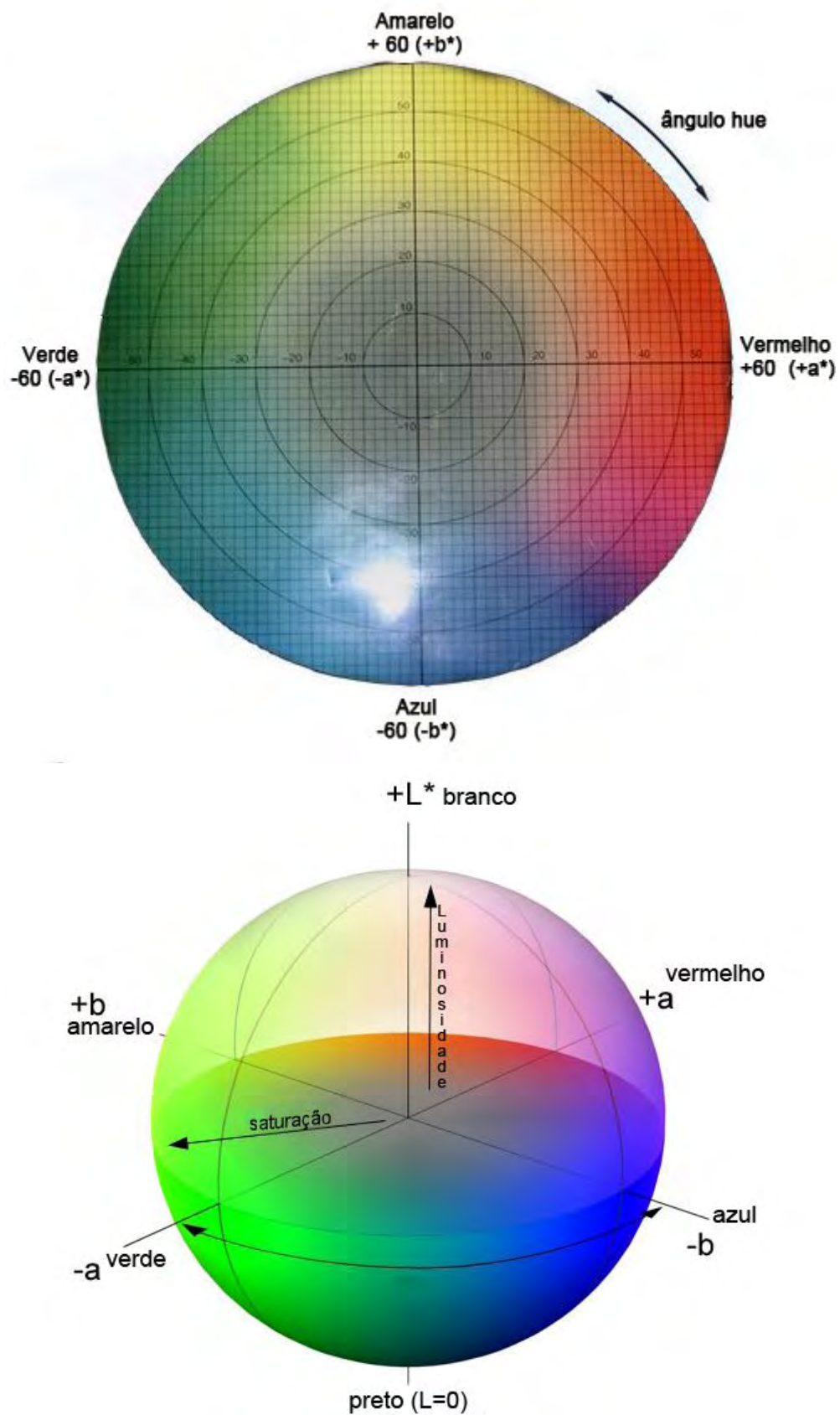


Figura 3 - Sistema de Cores CIE L^* , a^* , b^* para medida, designação e acerto de cores, em um sólido de cores.

2.3.7. Sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado utilizando-se refratômetro digital portátil Atago modelo PAL-1, com leitura na faixa de 0 a 53% °Brix, a partir de uma alíquota do suco da polpa de cada fruto, após a extração por prensagem manual e filtração em tela de aço. Foram feitas duas leituras de cada amostra, sendo utilizada sua média para a análise dos dados. Essa amostragem do suco foi também utilizada em outras análises.

2.3.8. Vitamina C (Vit C)

Para esta análise, utilizaram-se 3 mL da amostra do suco dos frutos, obtidos conforme item 2.3.7. A vitamina C foi determinada por titulação com reagente de Tillman [2,6 diclorofenolindofenol (sal sódico) a 0,1%] (AOAC, 1997). Os resultados foram expressos em mg ácido ascórbico por 100 g de suco.

2.3.9. Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por meio de titulação, realizada sob agitação, de uma alíquota de 5 mL do suco, obtido conforme o item 2.3.7. A alíquota de suco foi completada para 100 mL com água destilada, em erlenmeyer, e titulada com o auxílio de uma bureta digital Jencons Digitratte, utilizando solução de NaOH 0,1 molL⁻¹, previamente padronizada com biftalato de potássio, e fenolftaleína 1% como indicador. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100 mL de suco.

2.3.10. Produção de CO₂

A produção de CO₂ pelos frutos foi determinada, semanalmente, logo após a coleta no campo. As determinações foram feitas por cromatografia gasosa, utilizando-se cromatógrafo a gás Gow Mac série 550 equipado com detector de condutividade térmica.

Os frutos foram acondicionados em frascos de vidro fechados hermeticamente, e, após 45 min de retenção, alíquotas de 0,5 mL foram retiradas da atmosfera interna dos frascos com o uso de seringas e injetadas no cromatógrafo a gás, equipado com coluna de alumínio preenchida com Porapak Q.

As condições de trabalho foram as seguintes: fluxo de 40,0 mL por minuto de gás hélio (gás de arraste); corrente elétrica de 150 mA; temperaturas da coluna, do detector e do injetor de 50, 70 e 80 °C, respectivamente; e temperatura ambiente, dentro do laboratório, em torno de 25 °C.

A quantificação de CO₂ produzido foi tomada das medidas das alturas dos picos registrados no cromatograma e sua comparação com os picos referentes à injeção de uma alíquota-padrão composta de 4,990% mol de CO₂ por mol de mistura CO₂ + N₂. Os resultados foram expressos em mg de CO₂ . kg⁻¹ . h⁻¹.

2.3.11. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado nas análises estatísticas foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos correspondendo aos dias de amostragem e quatro repetições, sendo cinco frutos por unidade experimental. As curvas de crescimento de cada característica foram determinadas por análise de regressão.

Para a análise dos dados, utilizou-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007). Esses dados foram submetidos às análises de regressão linear e não linear, em que foram ajustados vários modelos de regressão, sendo escolhido o modelo com melhor grau

de ajuste (porcentagem da variância explicada, R^2) e melhor representação do fenômeno em estudo.

As curvas de ajuste sigmoidal foram ajustadas conforme o modelo:

$$Y_i = \frac{a}{1 + \text{EXP}(b - cx)} + e_i$$

em que:

a, b, c = parâmetros de ajuste; e

e_i = erro.

O ponto de inflexão foi correspondente ao momento em que ocorreram as taxas máximas de acúmulo de matéria nos frutos. Os pontos críticos mínimo ($PC_{\text{mín}}$) e máximo ($PC_{\text{máx}}$) foram determinados por cálculos matemáticos:

$$PC_{\text{mín}} = \frac{b - 2}{c} \quad PC_{\text{máx}} = \frac{b + 2}{c}$$

O $PC_{\text{mín}}$ indica o momento na curva de acúmulo em que se iniciam ganhos expressivos no acúmulo de matérias fresca e seca e nas dimensões dos frutos. Já o $PC_{\text{máx}}$ indica o momento em que o acúmulo dos componentes começa a se estabilizar.

2.3.12. Relações entre características físicas e químicas dos frutos

Neste estudo foram utilizados 100 frutos provenientes de polinização natural, colhidos no Pomar Experimental da Universidade Federal de Viçosa, no estágio final do amadurecimento, quando o pericarpo apresentava coloração amarelo-palha. Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia, onde foram avaliadas as seguintes características físicas e químicas, descritas nos itens anteriores: massa da matéria fresca e massa da matéria seca do fruto, do pericarpo, da semente e da polpa (método gravimétrico), volume (deslocamento de água), comprimento e diâmetro do fruto, espessura do pericarpo (medição com paquímetro), número de sementes, teor de sólidos solúveis (refratometria), acidez titulável (titulação com NaOH) e teor de

vitamina C da polpa (titulação com reagente de Tillman). Os dados foram submetidos à análise de correlação de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo reprodutivo do maracujazeiro doce, nas condições de Viçosa, teve duração de 91 dias, sendo ligeiramente mais curto que o período de 102 dias observado por Vasconcellos et al. (1993) em Botucatu, SP (890 m de altitude), que registraram, durante seu experimento, umidade relativa média do ar de 67,2%, 304,6 mm de precipitação pluvial e temperatura média de 17,5 °C.

É provável que as condições ambientais de Viçosa, principalmente a altitude mais baixa (651 m), além da temperatura média mais alta (18,0 °C) e da precipitação pluvial mais baixa (173,4 mm) durante o período experimental, tenham contribuído para o menor período de formação dos frutos.

3.1. Percentual de vingamento das flores

Durante o surto principal de florescimento foram marcadas 5.639 flores. Desse total, 1.794 desenvolveram frutos, resultando num percentual de vingamento de 30,8%. Esse dado é semelhante ao encontrado por Veras (1997), de 30,4%, trabalhando com polinização natural em maracujá-doce, nas condições de Cerrado de Brasília, DF.

3.2. Comprimento, diâmetro e volume do fruto

Os acréscimos em comprimento e em diâmetro dos frutos tiveram comportamentos muito semelhantes entre si (Figuras 4 e 5). Como o dia zero das avaliações foi definido como o dia da abertura floral, as medidas do diâmetro e do comprimento foram tomadas do ovário, órgão que dá origem ao fruto, caso este seja fecundado.

As medidas do comprimento ajustaram-se ao modelo sigmoidal simples em resposta à variação do tempo (Figura 4). O ponto crítico mínimo ocorreu aos -3,00 dias após a antese (daa), indicando que o início dos ganhos expressivos no comprimento do fruto ocorreu três dias antes de a abertura floral acontecer (Figura 4). A taxa de crescimento máxima do comprimento ocorreu aos 12,44 daa, com ganho diário de 2,61 mm. O ponto crítico máximo ocorreu aos 27,41 daa, indicando que a partir desse dia o comprimento começou a estabilizar.

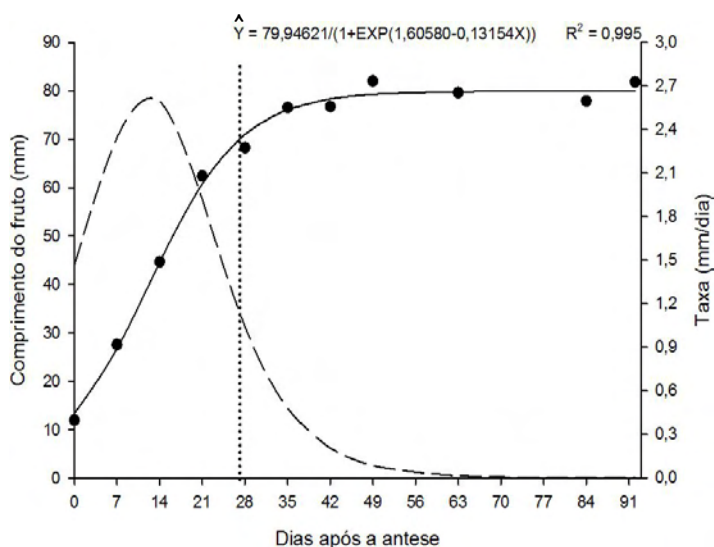


Figura 4 - Valores observados e estimados do comprimento durante o desenvolvimento do maracujá-doce, em função do tempo. A linha pontilhada indica o ponto crítico máximo e a tracejada, a derivada primeira da curva de crescimento.

O ponto crítico mínimo do diâmetro ocorreu aos -0,59 daa, indicando que, semelhantemente ao comprimento, o início de ganhos expressivos no diâmetro iniciou-se antes da abertura floral (Figura 5). A taxa de crescimento máxima do diâmetro ocorreu aos 13,94 daa, com ganho diário de 2,40 mm. O ponto crítico máximo ocorreu aos 27,99 daa, indicando que a partir desse dia o diâmetro começou a estabilizar. As medidas ajustaram-se ao modelo sigmoidal simples em resposta à variação do tempo (Figura 5).

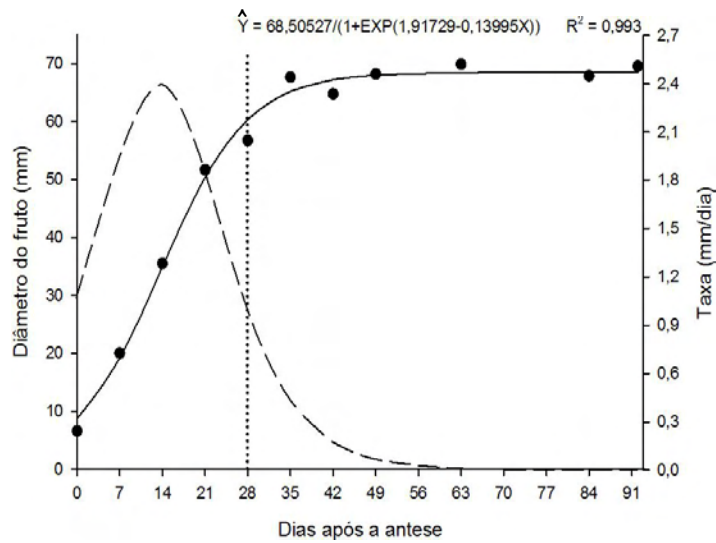


Figura 5 - Valores observados e estimados do diâmetro durante o desenvolvimento do maracujá-doce, em função do tempo. A linha pontilhada indica o ponto crítico máximo e a tracejada, a derivada primeira da curva de crescimento.

O comprimento e diâmetro guardam entre si relação linear (Figura 6), apresentando coeficiente angular de 0,918071 entre os dois parâmetros. No início do desenvolvimento (zero daa), o fruto apresentava-se mais alongado, com o comprimento 80,4% maior que seu diâmetro. Essa proporção foi reduzindo gradativamente até 42 daa, quando o comprimento se apresentou 17,1% maior que o diâmetro, e permaneceu nessa proporção até 91 daa, o que conferiu aos frutos formato ligeiramente oblongo (Figura 7), em vez do formato piriforme, típico de vários genótipos de maracujá-doce (JUNQUEIRA et al., 2005).

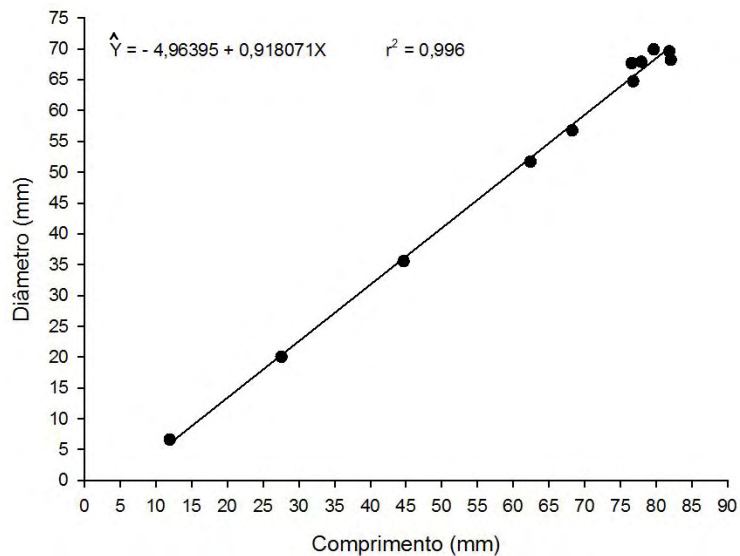


Figura 6 - Diâmetro em relação ao comprimento do fruto do maracujazeiro doce.

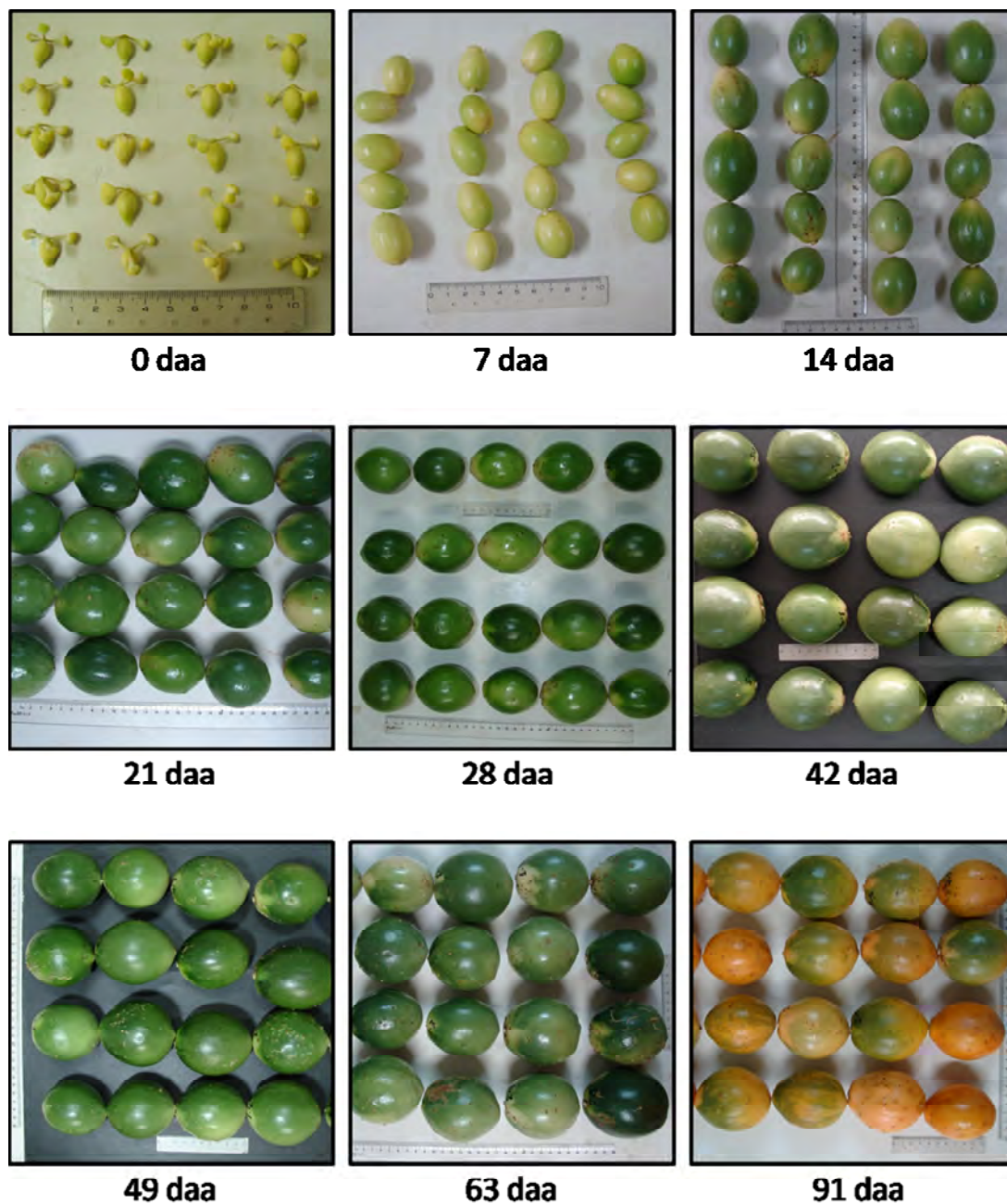


Figura 7 - Estádios de desenvolvimento do fruto do maracujazeiro doce nas condições de Viçosa, MG.

As medidas do volume ajustaram-se ao modelo sigmoidal simples em resposta à variação do tempo. O ponto crítico mínimo ocorreu aos 12,10 daa, indicando início dos ganhos expressivos no volume do fruto (Figura 8). A taxa de crescimento máxima do volume ocorreu aos 24,04 daa, com ganho diário de 7,97 cm³/dia. O ponto crítico máximo ocorreu aos 34,20 daa, indicando que a partir desse dia o volume começou a estabilizar-se.

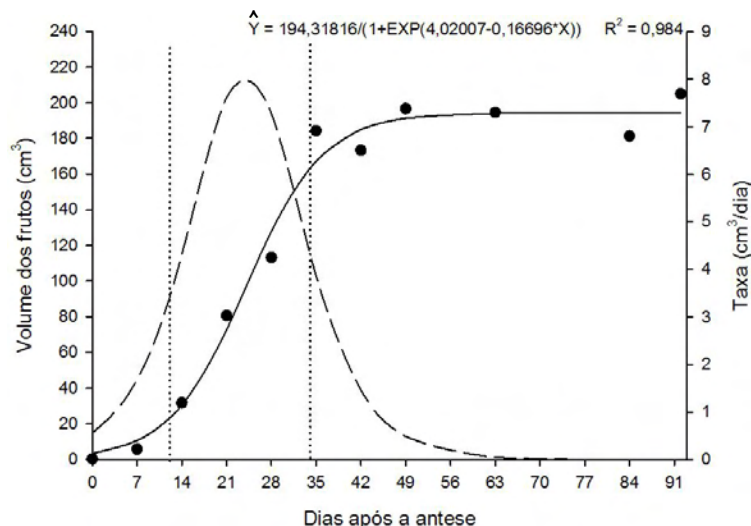


Figura 8 - Valores observados e estimados do volume durante o desenvolvimento do maracujá-doce, em função do tempo. As linhas pontilhadas indicam os pontos críticos mínimo e máximo e a tracejada, a derivada primeira da curva de crescimento.

O desenvolvimento do volume do fruto até os 14 daa foi mais lento diante do desenvolvimento do comprimento e do diâmetro, quando expressivos ganhos nas dimensões correspondem a pequenos acréscimos no volume. A partir dos 14 daa, a situação inverte-se e pequenos ganhos em comprimento e diâmetro correspondem a grandes ganhos em volume (Figura 9).

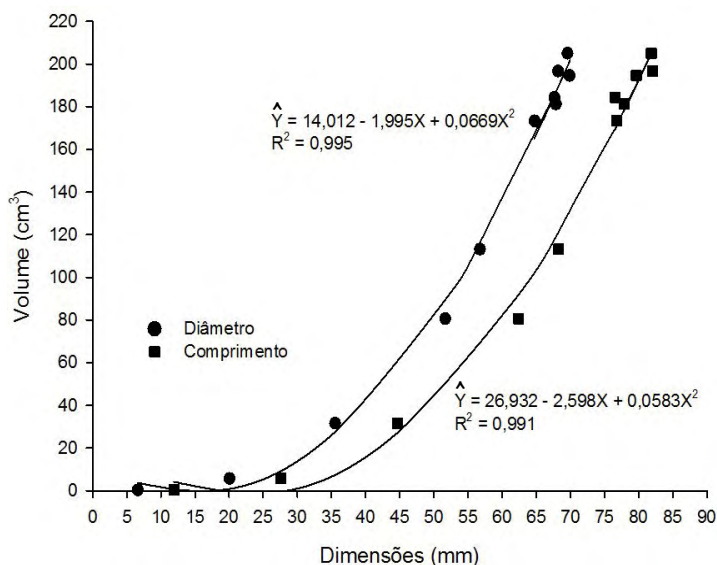


Figura 9 - Variação do volume em relação às dimensões (comprimento e diâmetro) do fruto de maracujazeiro doce.

3.3. Espessura do pericarpo

A espessura do pericarpo do fruto aumentou rapidamente da abertura floral até 34,94 daa, quando atingiu seu máximo de 14,38 mm (Figura 10). Esse valor é 649,4% maior que o inicial, registrado no dia da abertura floral. Em termos percentuais, o fruto apresentou sua maior proporção de pericarpo aos 6,38 daa, quando a espessura dele representava 79,01% do diâmetro do fruto (Figura 10). Com o desenvolvimento do fruto, a proporção diminuiu gradativamente, chegando a 29,98% do diâmetro aos 91 daa, último dia de avaliação. Para estimar o percentual do diâmetro do fruto representado pela espessura do pericarpo, subtraíram-se do valor do diâmetro duas vezes o valor da espessura do pericarpo.

Inicialmente, o crescimento acelerado do pericarpo tornou o fruto um dreno forte, em consequência de altas taxas de divisão e expansão celular. Com o crescimento do pericarpo tendendo à estabilização, a força de dreno do fruto passa a ser devida ao crescimento da polpa, importando fotoassimilados de folhas mais próximas (BOLLARD, 1970). A redução da espessura do pericarpo e, conseqüentemente, o aumento do diâmetro da cavidade ovariana podem também estar relacionada com a destruição progressiva dos tecidos da parede interna do pericarpo, em favor do desenvolvimento das sementes e do arilo (GAMARRA ROJAS; MEDINA, 1995; NACIF, 1991). Nacif (1991), trabalhando com maracujá-amarelo, observou que a degenerescência das camadas parenquimatosas mais internas do pericarpo reflete em redução progressiva de sua espessura a partir dos 21 dias após a antese, persistindo até a completa maturação do fruto.

A partir do momento em que o fruto atinge seu comprimento (27,41 daa), diâmetro (27,99 daa) e volume (34,20 daa) máximos, a espessura do pericarpo começa, assim, a diminuir, cedendo espaço ao ganho de massa da matéria fresca da polpa (Figura 14).

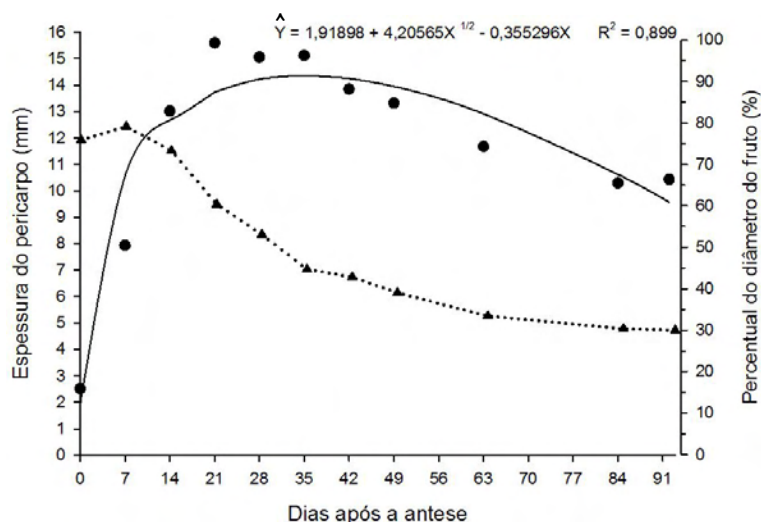


Figura 10 - Espessura do pericarpo do fruto do maracujazeiro doce (mm), em função do tempo. A linha pontilhada indica o percentual do diâmetro do fruto que a espessura do pericarpo representa ao longo do desenvolvimento.

3.4. Parâmetros de cor do pericarpo

De maneira geral, a evolução da coloração da casca do maracujá-doce na fase de amadurecimento foi comum à da maioria das frutas, com aumento da luminosidade, perda da coloração verde e aparecimento da coloração amarela na casca. O desverdecimento da casca do fruto é um processo de alteração da cor, que, além de possibilitar o aparecimento da cor típica da espécie analisada, é indicativo importante do estágio de maturação dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e do ponto de colheita (TUCKER, 1993), sendo importante avaliar esse índice com o amarelecimento da casca.

A evolução do ângulo hue (°h), que permite visualização precisa da mudança da cor verde para a amarela na casca dos frutos (AZZOLINI et al., 2004), ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 12). De acordo com as Figuras 11 e 12, pode-se verificar que os frutos, aos 7 daa, apresentaram tonalidade verde-clara (111,02 °h; L* = 69,67), cor verde mais intensa aos 35,26 daa (126,00 °h) e valor mínimo para luminosidade aos 42 daa (L* = 51,50). Nos dias seguintes, houve acentuado declínio do ângulo hue e elevação dos valores de luminosidade devido à maturação do fruto, quando a coloração verde gradualmente se extinguiu, resultado da degradação da clorofila presente no pericarpo e da síntese e, ou, da manifestação dos pigmentos carotenoides.

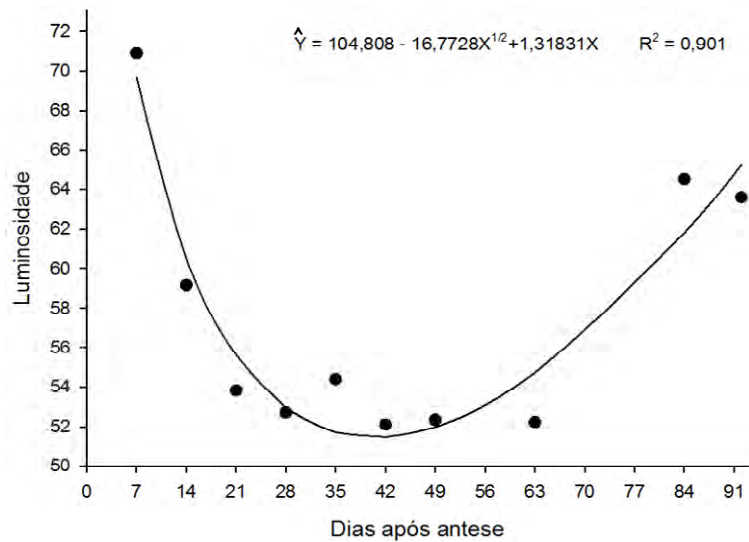


Figura 11- Evolução da luminosidade do pericarpo ao longo do desenvolvimento do fruto do maracujazeiro doce, em função do tempo.

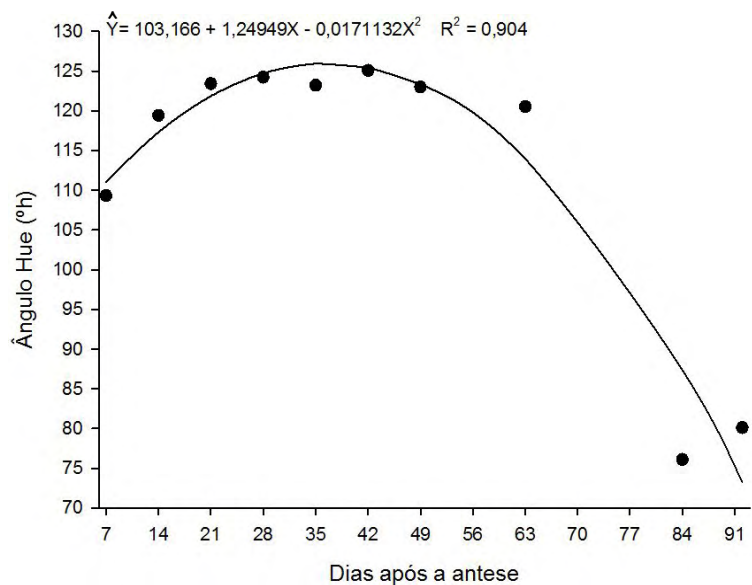


Figura 12 - Evolução do ângulo hue (°h) do pericarpo ao longo do desenvolvimento do fruto do maracujazeiro doce, em função do tempo.

3.5. Massa da matéria fresca do fruto, da polpa, do pericarpo e das sementes

As medidas de massa da matéria fresca do fruto, da polpa e do pericarpo ajustaram-se ao modelo sigmoidal simples em resposta à variação do tempo. Para a massa da matéria fresca do fruto (massa total), o ponto crítico mínimo ocorreu aos 10,30 daa, indicando início dos ganhos expressivos na massa do fruto (Figura 13). A taxa de crescimento máxima aconteceu aos 23,28 daa, com ganho diário de 6,09

g/dia. O ponto crítico máximo ocorreu aos 36,32 daa, indicando que a partir desse dia a massa do fruto começou a se estabilizar, o que corresponde a 87,69% do acúmulo máximo.

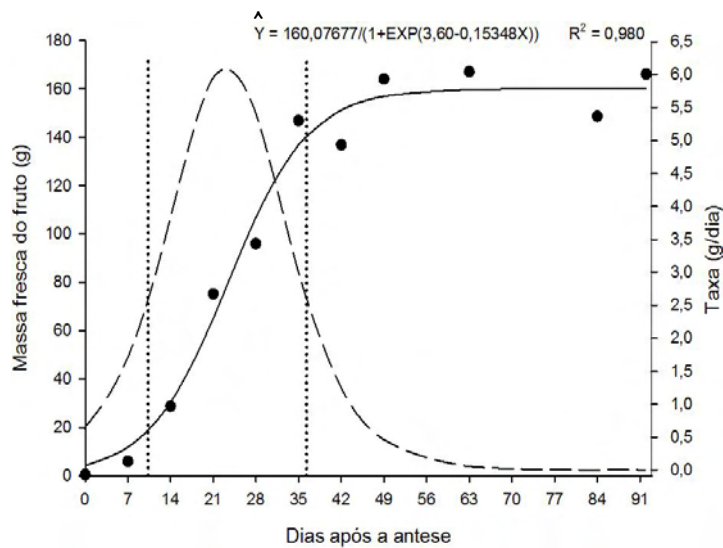


Figura 13 - Valores observados e estimados da massa da matéria fresca do fruto do maracujazeiro doce em função do tempo. As linhas pontilhadas indicam os pontos críticos mínimo e máximo e a tracejada, a derivada primeira da curva de crescimento.

Para a massa da matéria fresca da polpa, o ponto crítico mínimo ocorreu aos 29,70 daa, indicando início dos ganhos expressivos na massa da polpa (Figura 14). A taxa de crescimento máxima ocorreu aos 44,83 daa, com ganho diário de 2,45 g/dia. O ponto crítico máximo aconteceu aos 60,09 daa, indicando que a partir desse dia a massa da polpa começou a se estabilizar, o que corresponde a 88,11% do acúmulo máximo. O acúmulo de massa da matéria fresca da polpa (Figura 14) só começou a ser expressivo quando o desenvolvimento do comprimento, e do diâmetro e o volume (Figuras 4, 5 e 8) e massa da matéria fresca do pericarpo (Figura 15) tenderam à estabilização (pontos críticos máximos)

Para a massa da matéria fresca do pericarpo, o ponto crítico mínimo ocorreu aos 7,99 daa, indicando início dos ganhos expressivos na massa do pericarpo (Figura 15). A taxa de crescimento máximo ocorreu aos 19,84 daa, com ganho diário de 5,63 g/dia. O ponto crítico máximo deu-se aos 30,60 daa, evidenciando que a partir desse dia a massa do pericarpo começou a se estabilizar, o que corresponde a 87,85% do acúmulo máximo.

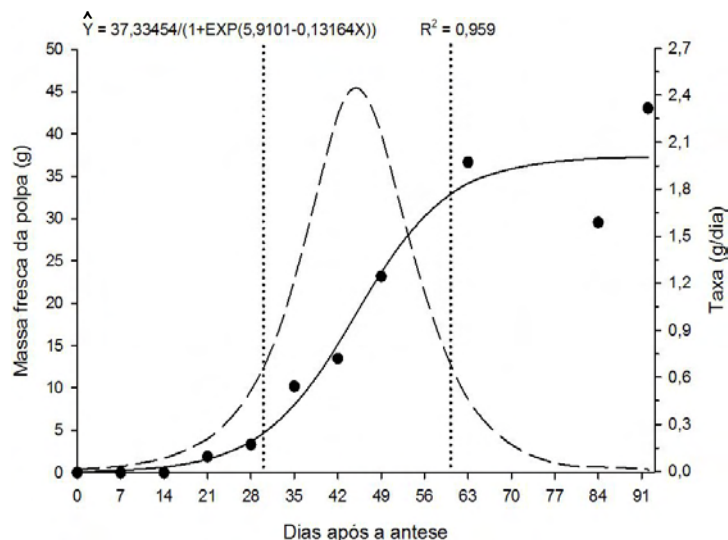


Figura 14 - Valores observados e estimados da massa da matéria fresca da polpa em função do tempo. As linhas pontilhadas indicam os pontos críticos mínimo e máximo e a tracejada, a derivada primeira da curva de crescimento.

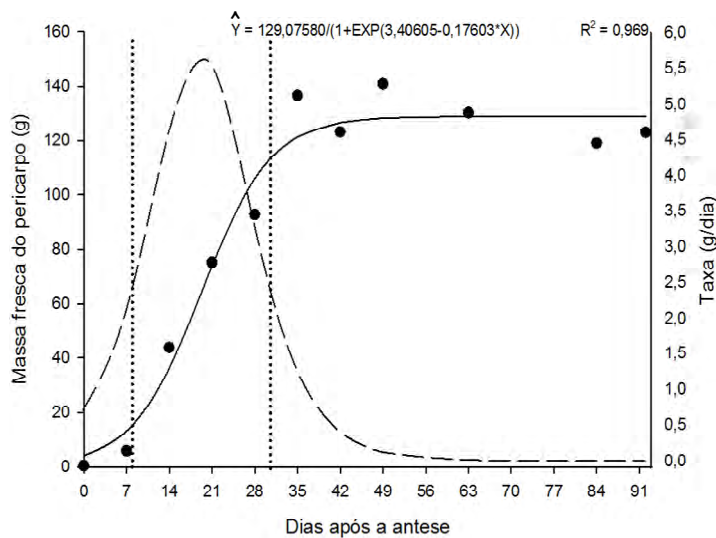


Figura 15 - Valores observados e estimados da massa da matéria fresca do pericarpo em função do tempo. As linhas pontilhadas indicam os pontos críticos mínimo e máximo e a tracejada, a derivada primeira da curva de crescimento.

Observou-se que, embora uniformes no aspecto externo, os frutos apresentavam grande variação quanto ao número de sementes. Em muitos, a cavidade ovariana encontrava-se vazia ou com pouquíssimas sementes, enquanto em outros a quantidade de sementes era tal que ocupava quase a totalidade da cavidade. Tal fato é decorrente da polinização aberta, que muitas vezes é pouco eficiente e desuniforme.

A separação das sementes das demais partes do fruto iniciou-se a partir dos 21 daa. O acúmulo de matéria fresca ocorreu até os 53,63 daa (Figura 16), quando atingiu seu máximo (8,35 g). Depois disso, a semente reduziu levemente sua massa da matéria fresca até o último dia de avaliação, comportamento não observado em sua massa de matéria seca (Figura 19), que foi crescente até o último dia de avaliação, provavelmente por decorrência da perda de água e acúmulo de substâncias de reserva, como amido (MARCOS FILHO, 2005) e ácidos graxos (LOPES et al., 2010).

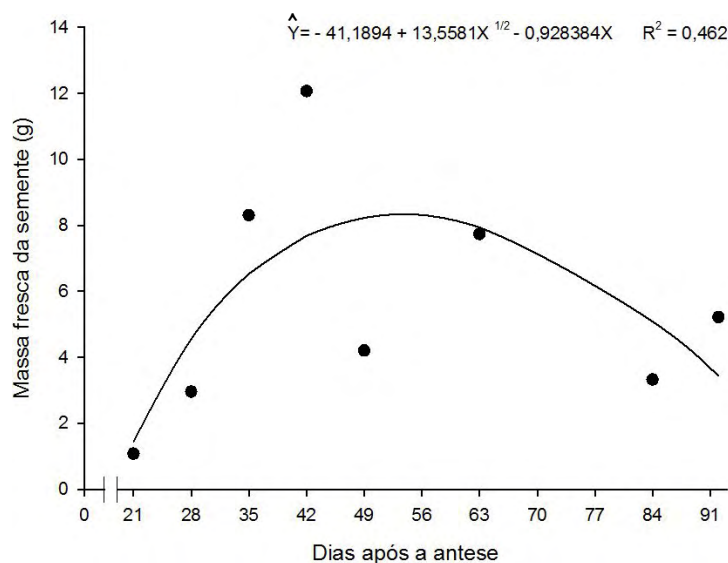


Figura 16 - Valores observados e estimados da massa da matéria fresca da semente em função do tempo.

É possível verificar que, durante os primeiros 30 daa, o ganho de massa no fruto foi preferencialmente para a formação do pericarpo e a diminuição de sua espessura (Figura 10) ocorreu concomitantemente com o desenvolvimento e ganho de massa da matéria fresca pelo suco e pelas sementes (Figura 14).

Na Figura 17, nota-se a variação percentual das massas do pericarpo, polpa e semente ao longo do desenvolvimento do fruto. No início do desenvolvimento, o pericarpo correspondeu a 100% do fruto, pois nesse ponto ainda não houve a formação de sementes nem de polpa. Ao longo do tempo, houve declínio do percentual de massa do pericarpo e aumento no percentual de polpa e semente, tendo, no último dia de análise, a proporção de 74,10% de pericarpo, 24,46% de polpa e 3,14% de sementes.

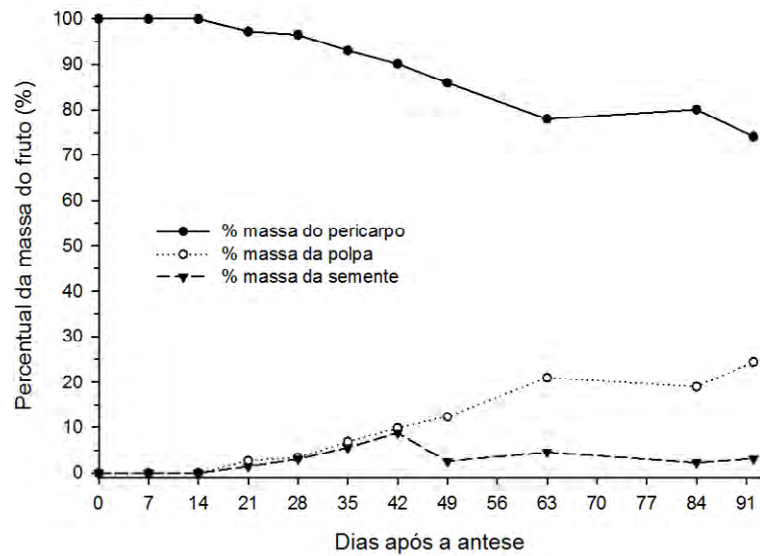


Figura 17 - Percentual das massas da matéria fresca do pericarpo, polpa e semente ao longo do desenvolvimento do fruto do maracujazeiro doce, em função do tempo.

3.6. Massa da matéria seca do pericarpo e das sementes

Os dados da massa da matéria seca do pericarpo foram ajustados ao modelo quadrático (Figura 18). Verificou-se que o acúmulo de massa da matéria seca pelo pericarpo foi crescente até 65,28 daa, quando atingiu 13,74 g, apesar de a massa da matéria fresca já haver se estabilizado aos 30,60 daa (Figura 15), de o comprimento e o diâmetro do fruto não apresentarem mais crescimento expressivo (Figuras 4 e 5) e de a espessura do pericarpo já estar em declínio (Figura 10). Isso indica que houve migração de massa fresca para a polpa, principalmente água. Após 65,28 daa, a massa da matéria seca do pericarpo tendeu a decrescer. Uma explicação para tal comportamento seria de que essa redução se deva à translocação de assimilados da casca para a polpa, já que esta se tornou um dreno forte após a estabilização do crescimento do pericarpo.

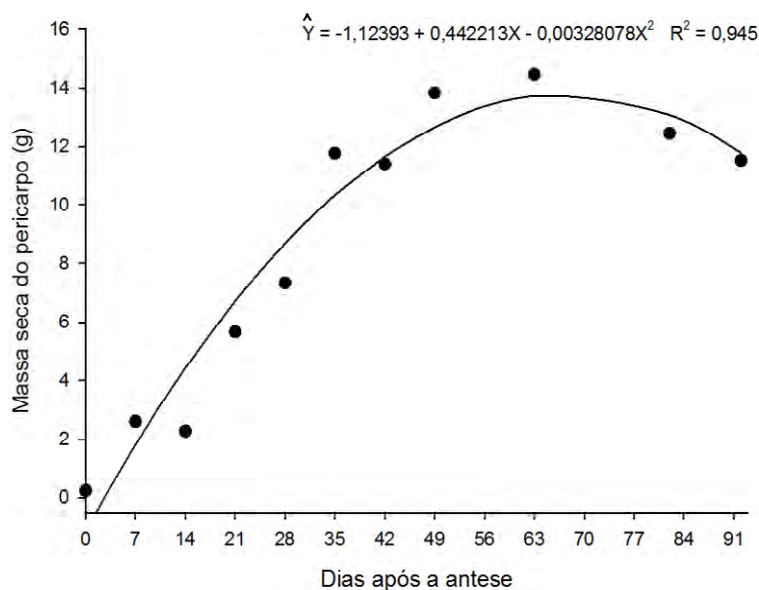


Figura 18 - Valores observados e estimados da massa da matéria seca do pericarpo em função do tempo.

Os dados da massa da matéria seca da semente foram ajustados ao modelo linear (Figura 19). Observa-se, nessa figura, que, diferentemente da massa da matéria fresca (Figura 16), o acúmulo de matéria seca foi crescente ao longo de todo o desenvolvimento do fruto, o que indica acúmulo de reservas, sobretudo ácidos graxos (LOPES et al., 2010) e amido (MARCOS FILHO, 2005).

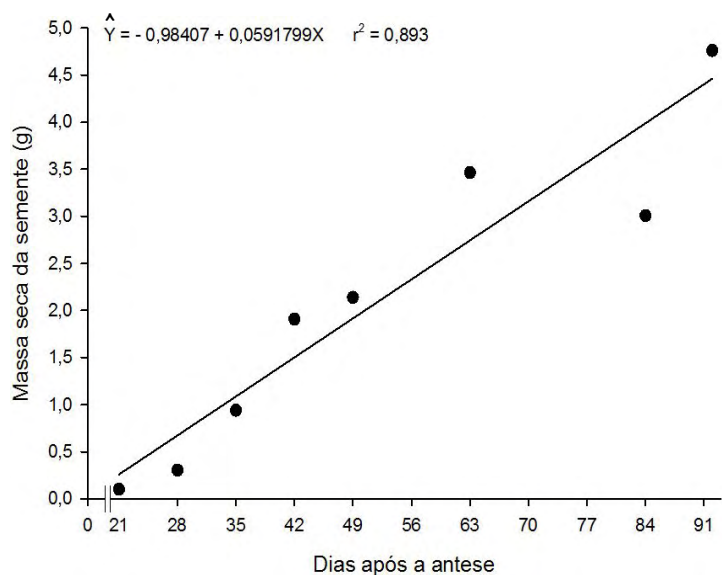


Figura 19 - Valores observados e estimados da massa da matéria seca da semente em função do tempo.

3.7. Sólidos solúveis, vitamina C e acidez titulável

O teor de sólidos solúveis da polpa ajustou-se ao modelo sigmoidal simples, com ganhos até o último dia de avaliação (Figura 20).

Tal comportamento foi semelhantemente ao observado por Vasconcellos et al (1993) e diferentemente do encontrado por Araújo et al. (1974) e Urashima e Cereda (1989), trabalhando com frutos de maracujazeiro-amarelo, que apresentam decréscimo no teor de sólidos solúveis em períodos próximos à colheita.

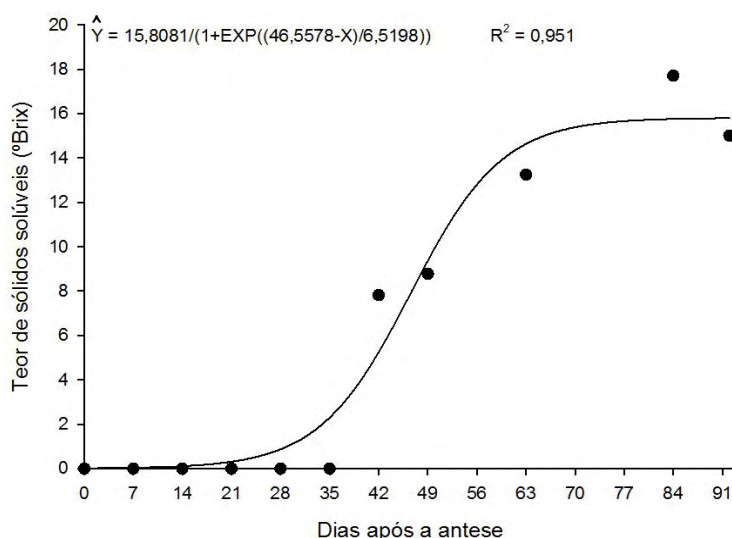


Figura 20 - Valores observados e estimados do teor de sólidos solúveis na polpa de maracujá-doce, em função do tempo.

Segundo Menezes (1996), o ácido ascórbico é, estruturalmente, um dos componentes vitamínicos mais simples encontrados em plantas. É uma lactona de açúcar ácido sintetizada em plantas a partir de glicose ou outros carboidratos simples. Para o maracujá-doce, o teor de vitamina C foi decrescente, bem como a acidez titulável, fato comum nos frutos em seu estágio final de amadurecimento e senescência, quando os ácidos orgânicos começam a ser utilizados como substrato para o processo de respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Apesar disso, o teor de vitamina C encontrado (Tabela 1) foi superior ao observado por Veras (1997) em maracujá-doce (26,49 mg/100 g) e maracujá-amarelo (30,77 mg/100 g), equiparando-se aos teores comumente encontrados em laranjas ‘Lima’, ‘Pera’ e ‘Valência’, tangerina ‘Poncã’ e carambola (NEPA, 2006).

Tabela 1 - Teores de vitamina C e acidez titulável dos frutos de maracujazeiro doce

Dias após a antese	Teor de vitamina C (mg ác. ascórbico/100 g suco)	Acidez titulável (% ácido cítrico)
63	57,0	2,3
84	40,8	1,3
91	40,6	1,5

3.8. Produção de CO₂

Nos frutos climatéricos, os eventos ocorrem rapidamente e com grande demanda de energia, responsável pela súbita ascensão da taxa respiratória. De modo geral, a taxa de respiração é indicativa da rapidez com que as mudanças de composição ocorrem (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O climatério respiratório se dá sob intensa atividade metabólica, com predominância de reações oxidativas. A energia liberada é reutilizada, em diferentes etapas, para a produção de compostos intermediários requeridos para a síntese de numerosas substâncias químicas, que se formam a partir do climatério respiratório até o completo amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A atividade metabólica nos primeiros 14 dias de desenvolvimento do maracujá-doce foi muito intensa (Figura 21). Tal fato pode estar relacionado com a divisão celular e com o crescimento radial das células (TAIZ; ZEIGER, 2008), resultando em elevadas taxas respiratórias. Em geral, os tecidos jovens que apresentam células em crescimento ativo possuem taxas de respiração mais elevadas que os tecidos com células mais velhas ou maduras (CHITARRA; CHITARRA, 2005), fato que não tem relação com o padrão climatérico ou não climatérico do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2008).

A taxa de produção de CO₂ decresceu de 8.363,12 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹ em 0 daa para 608,25 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹ aos 7 daa. Essa queda brusca na atividade respiratória se deve ao fato de o fruto estar crescendo rapidamente no início de seu desenvolvimento. De 7 daa a 14 daa, a produção de CO₂ continuou em queda, porém mais suave, passando de 608,25 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹ para 79,03 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹. Dos 14 aos 49 daa, houve estabilização na produção de CO₂, com média de 79,41 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹ no período; e

dos 49 aos 63 daa ocorreu aumento do CO₂, caracterizado como ascensão climatérica, até atingir o pico aos 63 daa, com produção de 105,18 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹. Pôde-se observar que eventos importantes aconteceram simultaneamente no pico climatérico, como o ponto crítico máximo para a massa da matéria fresca da polpa (Figura 14), o valor máximo atingido para a massa da matéria seca do pericarpo (Figura 18) e o início da estabilização do teor de sólidos solúveis (Figura 20).

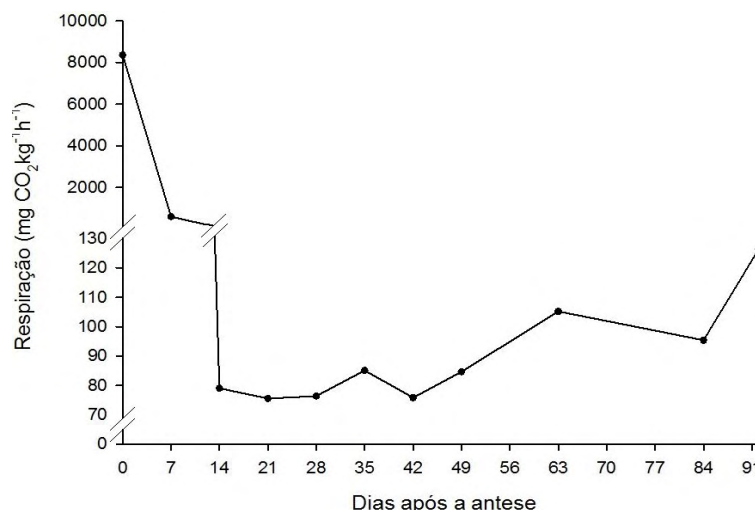


Figura 21 - Produção de CO₂ (mg CO₂kg⁻¹h⁻¹) durante o desenvolvimento do maracujá-doce.

3.9. Fases de desenvolvimento do fruto

Durante o desenvolvimento do maracujá-doce foram identificadas três fases, delimitadas pelos PC_{mín} e PC_{máx} das equações de ajuste sigmoidal simples das características físicas referentes ao fruto inteiro (Tabela 2). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), Kluge et al. (2002) e Watada et al. (1984), nesse modelo a primeira fase é predominantemente de intensa divisão celular, a segunda fase de expansão rápida e a terceira fase de maturação. Também, pôde-se notar que os PC_{mín} e PC_{máx} variaram de acordo com a característica avaliada. Portanto, embora seja possível estabelecer as fases do desenvolvimento de cada uma das características avaliadas, optou-se por utilizar suas médias para a delimitação do intervalo de tempo de cada fase.

Tabela 2 - Pontos críticos mínimos ($PC_{Mín}$) e máximos ($PC_{Máx}$) e taxas máximas de crescimento das características físicas avaliadas durante o desenvolvimento do maracujá-doce nas condições de Viçosa, MG

Característica	PCMín (daa)	PCMáx (daa)	Taxa de cresc.
Comprimento	-3,00	27,41	12,44
Diâmetro	-0,59	27,99	13,94
Volume	12,10	24,04	24,04
Massa da matéria fresca do fruto	10,30	36,32	23,28
Média	4,70	28,94	18,43

A primeira fase do desenvolvimento do fruto variou de -3,00 (comprimento) a 12,10 daa (volume), com média de 4,70 daa (Tabela 2). Essa fase é caracterizada pela alta taxa respiratória (Figura 21), provavelmente devido à intensa multiplicação celular (TAIZ; ZEIGER, 2008), sendo a maior parte dos assimilados que chega aos frutos convertida em energia e esqueletos de carbono para a formação de novas células, restringindo o acúmulo de reservas (TAIZ; ZEIGER, 2008), fato que pode ser verificado pelo crescimento acelerado da espessura do pericarpo (Figura 10). Ainda nessa fase, o fruto apresenta o pericarpo com coloração verde-clara (Figuras 11 e 12) e os incrementos no comprimento, diâmetro, volume e massa do fruto são muito pequenos. Conseqüentemente, sementes e polpa praticamente ainda não começaram a se desenvolver.

A segunda fase do desenvolvimento do fruto estendeu-se de 4,70 daa até 28,94 daa (média), com o final da fase variando de 24,04 (volume) a 36,32 daa (massa da matéria fresca do fruto). Nessa fase, registraram-se as taxas máximas de incremento das dimensões e massa do fruto (Tabela 2), e a taxa respiratória manteve-se estável (dos 14 aos 49 daa) e o pericarpo desenvolveu cor verde-intensa (126,00 %h) (Figuras 11 e 12). De acordo com Taiz e Zeiger (2008), durante o alongamento celular, polímeros de parede são constantemente sintetizados, ao mesmo tempo que a parede preexistente se expande. Durante essa fase, houve grande incremento no comprimento, diâmetro, volume e espessura do pericarpo e acúmulo de massa da matéria fresca, resultante, principalmente, de grande expansão celular e acúmulo de água no fruto. Nesse período houve formação de sementes a partir de 21 daa, e a polpa começou a se desenvolver.

A terceira, e última, fase do desenvolvimento estendeu-se de 28,94 daa até 91,00 daa, último dia de avaliação. Nessa fase, houve tendência à estabilização nas

dimensões e acúmulo de massa da matéria fresca, salvo a massa da matéria fresca da polpa, que persistiu com ganhos expressivos até 74,10 daa e só a partir de então houve tendência à estabilização dessa característica.

Foram observados nesse período a ascensão climatérica (de 49 daa a 63 daa) e o climatério (63 daa), com pico de produção de CO₂ de 105,18 mg CO₂kg⁻¹h⁻¹. Essa é a fase de amadurecimento do fruto, quando há aumento no teor de sólidos solúveis na polpa. Paralelamente, ocorre queda da acidez titulável e vitamina C (Tabela 1), o que é comum nos frutos em seu estágio final de amadurecimento e senescência, quando os ácidos orgânicos começam a ser utilizados como substrato para o processo de respiração. No entanto, o pericarpo gradativamente desenvolve coloração amarelo-palha (Figuras 7, 11 e 12), característica da espécie. Nessa terceira fase, observou-se o desenvolvimento de aroma e sabor característicos de fruto completamente maduro para consumo.

3.10. Relações entre características físicas e químicas dos frutos

Observou-se grande variação entre os valores obtidos de cada característica, sobremaneira a massa da matéria fresca, o volume dos frutos e a massa da matéria fresca do pericarpo, que apresentaram valores médios de 194,53 ± 42,19 g, 253,85 ± 49,73 cm³ e 143,30 ± 40,50 g, respectivamente. O número de sementes também apresentou variação considerável, de 110 a 379 por fruto. O percentual de polpa (Tabela 3) foi semelhante ao encontrado por Vasconcellos (1993), embora seja considerado baixo quando comparado com o rendimento de 53,1 ± 8,9% verificado em maracujá-amarelo (NEGREIROS, 2007).

Verificaram-se correlações significativas na maioria das características avaliadas (Tabela 4). O diâmetro apresentou maior correlação (0,8216**) com a massa da matéria fresca do fruto (MFF) que o comprimento (0,7633**). Tal observação também já foi verificada por Negreiros et al. (2007) em estudos de correlação com o maracujá-amarelo. Além da MFF, o diâmetro teve correlação positiva com a massa da matéria fresca da polpa (MFPOL) e negativa com o percentual de polpa (%POL), indicando que frutos maiores têm, proporcionalmente, menos polpa que os menores.

Tabela 3 - Menores valores, valores médios com desvio-padrão (DP) e maiores valores das características observadas nos frutos do maracujazeiro doce, em Viçosa, MG

Característica	Menor valor	Média ± DP	Maior valor
Massa da matéria fresca do fruto (g)	95,97	194,83 ± 42,19	331,83
Massa da matéria fresca da polpa (g)	15,05	43,75 ± 10,98	81,14
Massa da matéria fresca do pericarpo	56,84	143,30 ± 40,50	265,07
Massa da matéria fresca das sementes	3,40	7,78 ± 2,84	19,30
Massa da matéria seca do pericarpo	10,13	18,41 ± 4,45	34,72
Massa da matéria seca das sementes	3,07	6,37 ± 1,44	9,58
Percentual de polpa (%)	8,78	23,30 ± 6,82	42,12
Volume do fruto (cm ³)	165,00	253,85 ± 49,73	435,00
Comprimento do fruto (mm)	73,51	85,35 ± 5,83	99,69
Diâmetro do fruto (mm)	62,37	74,59 ± 5,07	89,91
Espessura pericarpo (mm)	3,47	9,92 ± 2,04	14,48
Número de sementes	110,00	268,73 ± 50,68	379,00
Acidez titulável (% ác. cítrico)	13,80	18,20 ± 1,43	21,20
Vitamina C (mg ác. ascórbico/100)	0,55	1,20 ± 0,25	1,82
Vitamina C (mg ác. ascórbico/100)	11,55	20,52 ± 4,68	38,50

Isso confirma os resultados obtidos por Martins et al. (2003) de que frutos maiores não necessariamente têm maior rendimento de polpa. A massa da matéria seca das sementes apresentou correlação positiva com a MFPOL (0,6248**) e com a %POL (0,4375**). Semelhantemente, o número de sementes também apresentou correlação positiva com a MFPOL (0,5119**) e com a %POL (0,3957**), indicando que frutos com mais sementes têm maior rendimento de polpa. A polinização mais eficiente, que aumente o número de sementes do fruto, também deve contribuir para elevar o rendimento de polpa. Contudo, houve correlação negativa entre número de sementes e teor de sólidos solúveis (-0,2161*), sugerindo diluição do suco devido ao maior número de sementes e ao aumento da proporção de polpa. Também houve correlação negativa entre a espessura e a matéria fresca do pericarpo e a %POL, evidenciando que o pericarpo mais espesso reduz o diâmetro da cavidade interna do fruto, onde se acumula a polpa comestível.

Tabela 4 - Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as características: massa da matéria fresca do fruto (MFF), massa da matéria fresca da polpa (MFPOL), percentual de polpa (%POL), volume do fruto (VOL), comprimento do fruto (COMP), diâmetro do fruto (DIAM), espessura do pericarpo (EP), massa da matéria fresca do pericarpo (MFP), massa da matéria fresca das sementes (MFS), massa da matéria seca do pericarpo (MSC), massa da matéria seca das sementes (MSS), teor de sólidos solúveis (BRIX), acidez titulável (ACID), teor de vitamina C (VIT C) e número de sementes (NSEM)

	MFF	MFPOL	%POL	VOL	COMP	DIAM	EP	MFP	MFS	MSC	MSS	BRIX	ACID	VITC
MFPOL	0,2597**													
%POL	-0,4931**	0,6852**												
VOL	0,9100**	0,2351**	-0,4174**											
COMP	0,7633**	0,1432 ^{ns}	-0,3780**	0,7833**										
DIAM	0,8216**	0,2267*	-0,3944**	0,8002**	0,6208**									
EP	0,5643**	-0,3036**	-0,6842**	0,5304**	0,4994**	0,4761**								
MFP	0,9495**	-0,0496 ^{ns}	-0,7265**	0,8620**	0,7391**	0,7759**	0,6849**							
MFS	0,2043*	0,2951**	0,1121 ^{ns}	0,2197*	0,1861*	0,1707*	-0,0884 ^{ns}	0,0543 ^{ns}						
MSC	0,8462**	0,1255 ^{ns}	-0,4945**	0,8070**	0,6532**	0,7264**	0,5091**	0,8369**	0,0985 ^{ns}					
MSS	0,1455 ^{ns}	0,6248**	0,4375**	0,1751*	0,0388 ^{ns}	0,1439 ^{ns}	-0,3294**	-0,0832 ^{ns}	0,6800**	0,0323 ^{ns}				
BRIX	0,0354 ^{ns}	-0,1184 ^{ns}	-0,1422 ^{ns}	-0,0714 ^{ns}	-0,0515 ^{ns}	-0,0205 ^{ns}	0,0483 ^{ns}	0,1036 ^{ns}	-0,4468**	0,2342**	-0,2818**			
ACID	-0,0982 ^{ns}	-0,1305 ^{ns}	-0,0003 ^{ns}	-0,1598 ^{ns}	0,1136 ^{ns}	-0,1900*	0,0362 ^{ns}	-0,0378 ^{ns}	-0,3627**	-0,2730**	-0,2362**	0,0704 ^{ns}		
VITC	-0,0146 ^{ns}	-0,1374 ^{ns}	-0,0431 ^{ns}	0,0364 ^{ns}	0,1460 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0035 ^{ns}	0,0283 ^{ns}	-0,0338 ^{ns}	-0,0983 ^{ns}	-0,0546 ^{ns}	-0,1315 ^{ns}	0,2678**	
NSEM	0,0685 ^{ns}	0,5119**	0,3957**	0,0890 ^{ns}	0,0710 ^{ns}	0,0601 ^{ns}	-0,2778**	-0,1140 ^{ns}	0,4583**	-0,0215 ^{ns}	0,8035**	-0,2161*	-0,0870 ^{ns}	0,0807 ^{ns}

Os índices sobrescritos *, ** e ns indicam coeficientes de correlação significativos a 5%, a 1% e não significativos, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

O ciclo de desenvolvimento do maracujá-doce em Viçosa, MG, estendeu-se por 91 dias.

O padrão de desenvolvimento ajustou-se ao modelo sigmoidal simples, com três estágios de crescimento: de 0 a 4,70 daa, de 4,70 a 28,94 daa e de 28,94 a 91 daa.

O climatérico respiratório dos frutos foi atingido aos 63 dias após a antese.

Há grande variação nas características físicas e químicas dos frutos polinizados naturalmente.

5. REFERÊNCIAS

AKAMINE, E. K.; GIROLAMI, G. **Pollination and fruit set in the yellow passion fruit**. Hawaii Agricultural Experiment Station. Honolulu: University of Hawaii, 1959. 44 p. (Technical Bulletin, 39).

AOAC – **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16th ed. Washington: AOAC, 1997, v. 2, p. 10-37; 2-42; 3-44; 16-45.

ARAÚJO, C. M.; GAVA, A. J.; ROBBS, P. G.; NEVES, J. F.; MAIA, P. B. C. Características industriais do maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) e maturação do fruto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 9, p. 65-71, 1974.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar a qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p.139-45, 2004.

BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 355-6, 2003.

BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Growth, maturation and senescence in fruits. **Science**, Washington, v. 146, n. 3646, p. 880-8, 1964.

BOLLARD, E. G. The physiology and nutrition of developing fruits. In: HULME, A.C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. v. 1, p. 387-425.

CAVICHIOLO, J. C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C. A.; PAULO, E. M.; FAGUNDES, J. L.; KASAI, F. S. Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 92-6, 2006.

CHITARRA, M. L. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças –** Fisiologia e manuseio. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785 p.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-28, 1976.

COPPENS D'EECKENDRUGGE, G. Exploração da diversidade genética das Passifloras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes, RJ: UENF/UFRRJ, 2003. 25 p. (Publicado em CD).

DURIGAN, J. F.; SIGRIST, J. M. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2004. p. 283-303.

GAMARRA ROJAS, G.; MEDINA, V. M. Variações físico-químicas do maracujá ácido em relação à pigmentação da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 103-10, 1995.

HUSSEIN, F. Physiological studies on the growth and development of yellow passion fruits growth at Assawan (Egypt). **Beitrag Zur Tropischen und Subtropischen Landwirtschaft und Tropenveterinarmeddizim**, v. 10, n. 2, p. 153-8, 1972.

ISHIHATA, K. On the development of the fruit and behavior of flower organs in purple passion fruit (*Passiflora edulis Sims*). **Memoirs of the Faculty of Agriculture Kagoshima University**, v. 5, n. 2, p. 1-7, 1965.

JUNQUEIRA, N. T. V.; PEIXOTO, J. R.; BRANCHER, A.; JUNQUEIRA, K. P.; FIALHO, J. F. Melhoramento genético do maracujá-doce. In: MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICS, C.; ICUMA, I. M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005. p. 27-33.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: Avi, 1991. 532 p.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2 ed. Campinas, SP: Livraria e Editora Rural Ltda., 2002. 214 p.

LOPES, R. M.; SEVILHA, A. C.; FALEIRO, F. G.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de Passifloras nativas do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 498-506, 2010.

MANICA, I.; OLIVEIRA JR., M. E. Maracujá no Brasil. In: MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICS, C.; ICUMA, I. M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005. p.11-26.

MANICA, I. Taxionomia – Anatomia: morfologia. In: MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICS, C.; ICUMA, I. M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005. p. 11-26.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba, SP: Fealq, 2005. 495 p.

MARTINS, M. R.; OLIVEIRA, J. C.; DI MAURO, A. O.; SILVA, P. C. Avaliação de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) obtidas de polinização aberta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.111-4, 2003.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-60, 1992.

MELETTI, L. M. M.; BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; AZEVEDO FILHO, J. A.; MARTINS, A. L. M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 275-8, 2003.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização.** Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 1999. 64 p.

MENEZES, J. B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Gália durante a maturação e o armazenamento.** 1996. 157 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1996.

NACIF, S. R. **Ontogenia e crescimento do fruto de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*).** 1991. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; MORGADO, M. A. D. O.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 546-9, 2007.

NEPA 2006. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas, SP: UNICAMP, 2006. 113 p.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; NAKAMURA, K.; Variações observadas em frutos de *Passiflora alata* Dryand. In: DONADIO, L. C.; LIZANA A. (Eds.). Proceedings of the Tropical Region, Campinas, SP. **American Society of Horticultural Science**, v. 25, p. 343-5, 1982.

REITER, J. M. W. **Estudo de economia e mercado de produtos agrícolas – Maracujá**. 5. ed. Florianópolis: Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, 1998. 69 p.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**, versão 9.1: Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SILVA, A. P.; DOMINGUES, M. C. S.; VIEITES, R. L.; RODRIGUES, J. D. Fitorreguladores na conservação pós-colheita do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) armazenado sob refrigeração. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 6439, 1999.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; AMORIM NETO, M. da S. **Análise do crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2000. 18 p. (EMBRAPA.CNPA – Circular Técnica, 34).

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas do Brasil**. São Paulo: Empresas das Artes, 1996. 230 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 820 p.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.

URASHIMA, A. S.; CEREDA, E. Estudo do desenvolvimento do fruto do maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*. Deg. da polinização à colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1989, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. p. 386-92.

VASCONCELLOS, M. A. S.; CEREDA, E.; ANDRADE, J. M. B.; BRANDÃO FILHO, J. U. T. Desenvolvimento de frutos de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand), nas condições de Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 15, n. 1, p. 153-8, 1993.

VERAS, M. C. M. **Fenologia, produção e caracterização físico-química dos frutos de maracujazeiro-ácido (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e doce (*Passiflora alata* Dryand) nas condições de Cerrado de Brasília-DF**. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1997.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 449 p.

VIANNA SILVA, T. **Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e do maracujazeiro-doce**. 2008. 167 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

WATADA, A. E.; HERNER, R. C.; KADER, A. A.; ROMANI, R. J.; STABY, G. L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **HortScience**, v. 19, n. 1, p. 20-1, 1984.